

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA**

**CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE CORDEIROS MESTIÇOS SUBMETIDOS A DIETAS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE TORTA DE GIRASSOL**

ALINE MOREIRA PORTELLA DE MELO
Zootecnista

**AREIA – PB
2017**

ALINE MOREIRA PORTELLA DE MELO

**CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E QUALIDADE DA CARNE
DE CORDEIROS MESTIÇOS SUBMETIDOS A DIETAS COM
DIFERENTES NÍVEIS DE INCLUSÃO DE TORTA DE GIRASSOL**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Paraíba, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco e Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de concentração: Produção Animal

Orientadores:

Prof. Dr. Roberto Germano Costa

Prof. Dr. Valdi de Lima Júnior

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros

**AREIA – PB
2017**

*Ficha Catalográfica Elaborada na Seção de Processos Técnicos da
Biblioteca Setorial do CCA, UFPB, campus II, Areia – PB.*

M528c Melo, Aline Moreira Portella de.

Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros mestiços submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol / Aline Moreira Portella de Melo. - Areia: UFPB/CCA, 2017.

xix, 115 f. ; il.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

Bibliografia.

Orientador: Roberto Germano Costa.

1. Cordeiros – Dieta com torta de girassol 2. Carcaça de cordeiros – *Helianthus annuus* 3. Ovinos Santa Inês – Biodiesel I. Costa, Roberto Germano (Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.3:665.347.8(043.2)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC - UFRPE**

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros mestiços submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol”

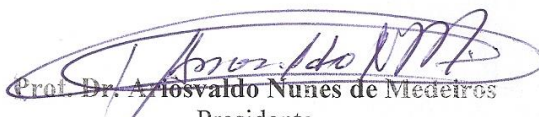
AUTORA: Aline Moreira de Portella de Melo

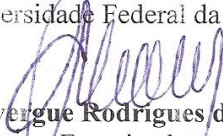
ORIENTADOR: Prof. Dr. Roberto Germano Costa

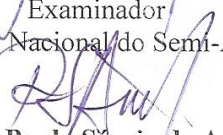
JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:


Prof. Dr. Alosvaldo Nunes de Medeiros
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros
Examinador
Instituto Nacional do Semi-Árido


Prof. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo
Examinador
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Rita de Cássia Ramos do Egypto Queiroga
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Tatiane Santi Gadelha
Examinadora
Universidade Federal da Paraíba

Arcia, 23 de fevereiro de 2017

“girassol (s.m.)

*era a flor preferida dela, que não gostava de rosas. é o amarelo mais bonito do seu jardim. é pai de semente famosa. é o tom preferido de amarelo do Van Gogh. é a filha do sol com a natureza. é a flor que sabe sorrir. é quem sabe achar o sol em dias nublados demais. é saber que dias bons não somem nem se perdem, só se escondem vez ou outra.
Eu lírico.”*

“resiliência (s.f.)

é ir à guerra e voltar. é sentar com seus demônios numa mesa de bar e... conversar. é apanhar de todo lado e levantar. é ter espírito boxeador, dar ganchos de direita nas dificuldades e nocautear a própria dor. Tiago diria, ‘é quem sete vezes cai e levanta oito’. é limpar o rosto depois do choro. é ter uma alma-água, que se adapta ao corpo em que estiver, da melhor forma que puder.”

(João Doederlein)

À minha mãe Sônia Portella e a Jairo Olímpio por, imprescindivelmente, não desistirem de mim, nem pelo que eu fui e nem pelo que eu sou.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradecer primeiramente a Deus parece ser muito clichê. Mas, o que seríamos se não fosse à força que Ele nos dá; a saúde que nos sustenta no dia a dia; o amor que emana do universo para que tudo se encaixe, de alguma forma, e cheguemos ao nosso destino? Pois é, agradecer é pouco, mas o pouco com Deus é muito. Por isso, muito obrigada, Deus!

À minha mãe, por ser minha fortaleza, minha oração, minha ligação direta com Deus. Ai de mim se não fossem suas orações, seus puxões de orelhas e suas preocupações.

Ao meu pai (*in memoriam*) por ter sido meu maior incentivador na vida e que me deu condições de poder chegar até aqui; “só eu sei quanta falta você me faz”.

Ao meu... não sei definí-lo! Jairo Olímpio, vulgo Kuen! O meu parceiro de todas as horas, o meu porto seguro, o amor mais lindo que eu já tive. Ele é a pessoa que mais aturou as minhas crises sem perder a paciência... sem me criticar... sem deixar de acreditar, nem que fosse por um momento, em mim... no meu potencial! O seu cuidado comigo me comove.

Aos demais familiares, em especial, ao meu irmão, que é meu exemplo de integridade; à tia Solange, que é meu exemplo de superação; e as primas Regina e Rose, que são meus exemplos de “o que eu quero ser quando crescer”.

Ao profº Roberto Germano, por ter sido o pioneiro na identificação do meu ‘problema’; por ter tido a paciência necessária para entender o meu momento; por me oferecer ajuda de várias formas; e por ter me dado abraços paternos nos meus instantes de fraqueza. Isso não tem dinheiro que pague.

Ao profº Valdi Lima, que sempre me incentivou e sempre acreditou no meu melhor lado; confiou mais em mim e no meu potencial do que eu mesma. Tentou e tenta me ajudar sempre. A sua fé na vida e nas pessoas é encantadora.

Ao profº Ariosvaldo Nunes, por ter sido o primeiro a me estender a mão, e que me acolheu com muito carinho e atenção no seu laboratório.

À minha psicóloga Diandra, por ter sido essencial para a continuidade de minha caminhada. Com toda certeza, se não fosse por sua ajuda semanal eu não teria conseguido.

À Lidiane Fagundes, minha parceira de projeto, de agonia, de risadas, de descontentamento, de fé. Sem sua generosidade em partilhar comigo o trabalho, nada disso seria possível.

Aos amigos que compunham o PET-Zootecnia na época da realização do experimento: Ana Carine, Dani Marques, Elanne, Elizama, Fernanda, Flora, Gizele, Leandro e Roldão. Vocês foram fundamentais para o andamento do trabalho. Todas as dificuldades e alegrias partilhadas ficarão para sempre na memória.

À Associação Norte-riograndense de Criadores de Caprinos e Ovinos (ANCOC), em especial ao diretor, Alexandre Confessor, e a superintendente técnica, Karoline Lopes, por terem cedido o espaço físico para a realização do experimento.

À Unidade Acadêmica Especializada em Ciências Agrárias (UAECA/UFRN), pelo apoio à realização da pesquisa, nos concedendo equipamentos, transporte e acessibilidade ao laboratório de carnes para dissecação das pernas.

Ao frigorífico Potengy, em especial ao diretor e colega, Nicolay Kiev, por ceder o espaço físico e mão de obra para o abate dos animais.

Ao laboratório de Fisiologia Animal do departamento de Zootecnia (Fortaleza-Campus do PICI), de responsabilidade do Prof^o Arlindo Alencar, que é um excelente pesquisador e que me recebeu de braços abertos para a realização das análises de proteoma.

Aos amigos que eu fiz durante minha estadia no PICI, em especial aos constituintes da trupe do RU diário: Adelson, Alexandre, Ana Luiza, Fágner, Maurício, Paula, Révila, Solange e Verônica. Vocês tornaram os meus dias mais leves. Um agradecimento mais que especial, é para minha amiga de todas as horas e momentos, por ter me acolhido e recebido como irmã; a pessoa a quem devo tudo que sei sobre essa área e que me ensinou o dom da paciência. Te amo, Taciane Alves.

Ao laboratório de bromatologia, do Departamento de Nutrição (UFPB-Campus João Pessoa), especialmente a prof^a Rita Queiroga, que é o ser mais iluminado que conheci na vida; a sua voz tranquiliza, o seu jeito materno acalma, e seu profissionalismo fascina. Obrigada por permitir a realização das análises químicas e por ser minha tutora no estágio de docência.

Aos colegas que foram mais do que generosos durante minha permanência nesse laboratório, principalmente, aos que tive mais contato: Bel, Dudu, Karla, Fran, Fabrícia, Tamires, Thay, Neusa, Karol e Luana. Sem vocês, as análises não seriam possíveis e os

dias seriam intermináveis. Um agradecimento especial a prof^a Ana Sancha, pela disponibilidade em dividir conosco os seus conhecimentos sobre análise sensorial. Também aproveito para agradecer à prof^a Marta Madruga, por disponibilizar o laboratório para realização das análises físicas, e a sua bolsista Leila que foi quem me auxiliou nessa etapa.

Aos colegas de convivência diária do laboratório de Análise de Alimentos (LAANA), do Departamento de Zootecnia (UFPB-Campus Areia): Bia, Alma, Alê, Jura, Fran, Cíntia e Márcia, por terem dividido comigo as agonias diárias e por terem feito de todas as pausas para os cafés momentos maravilhosos!

Aos meus amigos de turma 2013.1, por partilharem comigo os momentos mais tensos e divertidos no andamento das disciplinas, onde cada “cadeira paga” era um degrau a mais para alcançarmos nosso objetivo final. Dentre esses amigos, três se tornaram mais do que especiais: “os siameses”. Eles foram os meus companheiros de tudo: Juju, Nat e Dioguito! Presentes que o doutorado me deu.

À minha amiga siamesa, Juliana Justino, que foi se tornando cada dia mais especial, cada dia mais essencial. Sem ela, com certeza, minha caminhada teria sido bem mais pesada, porque ela me aturou todos os dias, me aconselhou todos os dias e rimos todos os dias. Juju, te amo!

As minhas companheiras de estadia: Carla, por ter me dado todos os macetes do retorno à Areia; Carol, por ter dividido comigo os dias emocionais mais complicados sem nem me conhecer direito, e com sua fé e paciência soube me acalmar e me fazer sorrir novamente – nossas refeições e momentos de fofoca são imensuráveis; e Joelma, cujo abraço no momento certo me fez refletir sobre quão ‘afortunada’ eu sou.

À Neila, por ter sido meu braço forte em tudo! Nos meus momentos de desistência, de fraqueza, de medo. Foi ela quem me suportou e quase me carregou nos braços para que eu conseguisse prosseguir, principalmente, na fase de qualificação. Uma querida que mora do lado esquerdo do peito.

Aos meus presentes que vieram carregadas de “Ouxxxeee”, diretamente de Alagoas, que nunca pensei na vida em conhecer, que na verdade não tinha intimidade nenhuma e que se tornaram irmãs: Talminha e Nanda. Tenho certeza que foi Deus que colocou vocês no meu caminho. Todo obrigada ainda é pouco, por tudo que fizeram/fazem/farão. Amo mais que calabresa.

Aos meus conterrâneos, Priscila e Fabrício, que apesar de termos dividido a mesma universidade, o mesmo ‘pai’ no mestrado, só tive oportunidade de conhecer melhor no doutorado. Vocês são maraaaa!

Aos meus amigos de Areia, que se tornaram família, especialmente da academia P2 (Petrônio, Arleidy, Patrício, Eliane, Natália, Zé do bucho, Gilmar, Ester e minha ‘príncipa’ Tati). Vocês tornaram minha morada em Areia mais fácil e divertida.

Aos demais amigos de Areia: Bigode do pastel e sua esposa, dos grupos do watts ‘Formação de quadrilha’ e ‘Só álcool’, vocês fizeram meus dias mais felizes;

Às minhas amigas de partilha diária. Àquelas que mesmo de longe estão bem perto. Àquelas a quem entrego meus dias, sem nem conhecê-las pessoalmente (salvo à Angel que foi me visitar quando morava em João Pessoa). Àquelas que o destino uniu a partir de um objetivo: o emagrecimento; e se tornaram tão essenciais quanto um copo d’água: às minhas “Flores de Mandacaru”: Angel, Deia, Evan e Zizi.

Aos meus amigos de adolescência, que se fizeram presente mesmo com minha ausência e compartilharam todos os momentos comigo, sempre me dando força e acreditando no meu potencial: Mony, Isaura, Gabi, Rogelma, Jader e Lena.

À minha amiga Stela, que sempre me estendeu a mão quando foi necessário.

À UFPB que me deu a oportunidade de trilhar o caminho do doutoramento.

Aos professores, membros da banca de qualificação e defesa, pelos pertinentes apontamentos que engrandeceram esse trabalho.

Ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ), por conceder docentes que, de alguma forma, deram o melhor de si, para que o seu conhecimento fosse transmitido e nós, discentes, saíssemos mais capacitados de cada disciplina; aproveito para agradecer ao profº Paulo Sérgio por disponibilizar o laboratório de carnes para a realização das análises físicas.

À Dona Graça, secretária do PDIZ, que dividiu comigo e com Juju, almoços memoráveis.

À Capes por conceder a bolsa que foi essencial para que eu me mantivesse longe de casa.

E por fim, agradeço novamente a Deus, porque cada uma dessas pessoas tiveram uma importância única em minha vida.

Muito, muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE QUADROS.....	xi
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xiii
GENERAL ABSTRACT.....	xiv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
CAPÍTULO 1: Referencial teórico	4
Resumo.....	5
Abstract.....	6
Introdução.....	7
1. Biodiesel.....	8
1.1 Biocombustível como fonte de energia renovável: histórico e distribuição.....	8
1.2 Coprodutos do processo produtivo do Biodiesel.....	10
1.3 Tipos de coprodutos.....	14
1.3.1 Algodão.....	17
1.3.2 Amendoim.....	17
1.3.3 Dendê.....	18
1.3.4 Girassol.....	18
1.3.5 Glicerina.....	19
1.3.6 Mamona.....	20
1.3.7 Pinhão Manso.....	21
2. Aspectos relacionados à qualidade da carne.....	22
Considerações Finais.....	26
Referências Bibliográficas.....	27
CAPÍTULO 2: Características da carcaça e constituintes não carcaça de ovinos mestiços confinados alimentados com diferentes níveis de torta de girassol	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	47
Conclusões.....	55
Referências Bibliográficas.....	55

CAPÍTULO 3: Qualidade da carne de ovinos Santa Inês x Dorper submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol sob confinamento	61
Resumo.....	62
Abstract.....	63
Introdução.....	64
Material e Métodos.....	65
Resultados e Discussão.....	71
Conclusões.....	79
Referências Bibliográficas.....	79
 CAPÍTULO 4: Caracterização proteômica do músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiro	85
Resumo.....	86
Abstract.....	87
Introdução.....	88
Material e Métodos.....	89
Resultados e Discussão.....	96
Análise da ontologia gênica.....	101
Proteínas de contração muscular.....	102
Processos metabólicos.....	104
Transporte.....	105
Desintoxicação.....	105
Regulação.....	106
Análise das redes de interação das proteínas.....	106
Conclusão.....	108
Referências Bibliográficas.....	109
 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	114
APÊNDICE.....	115

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
CAPÍTULO 1		
1.	Teor de óleo (%), tempo de colheita/ano, rendimento (t óleo/ha) de algumas oleaginosas com potencial para produção de biodiesel.	11
2.	Principais coprodutos e suas aplicações como fonte alternativa na alimentação de caprinos e ovinos de corte.	15
CAPÍTULO 2		
1.	Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (%MS).	43
2.	Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).	44
3.	Características de carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	47
4.	Musculosidade da carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	49
5.	Adiposidade da carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	51
6.	Peso e rendimento dos cortes comerciais de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	52
7.	Composição tecidual da perna esquerdo de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	53
8.	Rendimentos dos constituintes não-carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	55
CAPÍTULO 3		
1.	Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (%MS).	66
2.	Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).	67
3.	Valores médios dos constituintes químicos da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	71
4.	Parâmetros físicos da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	72
5.	Valores médios dos atributos da análise sensorial de amostras da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.	74

CAPÍTULO 4

1.	Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (%MS).	90
2.	Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).	91
3.	Proteínas do músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper identificadas por eletroforese 2D associada à espectrometria de massa (ESI-Q-Tof).	98

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
CAPÍTULO 1	
1.	Descrição e definição de parâmetros da análise sensorial quantitativa descritiva.
	69

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
CAPÍTULO 1		
1.	Distribuição da produção do biodiesel entre os sete principais países produtores.	9
2.	Participação da produção de oleaginosas por continente: algodão (A), dendê (B), girassol (C) e mamona (D).	12
3.	Matérias primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil	13
4.	Potencialidade brasileira para produção de oleaginosas.	13
CAPÍTULO 3		
1.	Matriz de análise de componentes principais dos atributos físico-químico e sensoriais das amostras de carne de ovinos mestiços alimentados com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol.	76
CAPÍTULO 4		
1.	Eletroforese 2D das proteínas do músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper submetidos a níveis crescentes de torta de girassol na dieta. O mapa representa o gel referência utilizado para gerar o master gel através do aplicativo PDQuest software (versão 8.0, Bio-Rad).	97
2.	Intensidade dos <i>spots</i> do músculo <i>Semimembranosus</i> que diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Para cada grupo de alimentação, as barras representam a densidade óptica integrada de todos os <i>spots</i> ($\pm$ Erro Padrão), os quais foram identificados em regiões específicas dos géis 2D.	99
3.	Gráficos das anotações da ontologia gênica das proteínas do músculo <i>Semimembranosus</i> de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper com base nas funções biológicas e componente celular. As proteínas identificadas por espectrometria de massa foram analisadas pelo STRAP. Os termos da ontologia gênica foram obtidos a partir do banco de dados UniProtKB.	102
4.	ACTG1: Actina citoplasmática, CFL2: Cofilina 2, CFL1: Cofilina 1, ENSECAG00000021116: Prolifina, IQGAP1: Proteína de ativação GTPase 1, DMD: Proteína não caracterizada, MYH1: Miosina 1, MYH3: Miosina de cadeia pesada 3, CDC 42: ciclo de divisão celular 42 (proteína de ligação de GTP, 25 kDa), MYH7: Miosina 7, ENSECAG00000019180: Proteína não caracterizada.	107
5.	ATP5A1: ATP sintase subunidade alfa, ATP5B: ATP sintase subunidade beta, ATP5C1: ATP sintase subunidade gama, ATP5O: ATP sintase subunidade O, ATP5D: ATP sintase subunidade delta, ATP5F1: ATP sintase subunidade b, ATP5G2: Proteína de ligação de lípido ATP sintase, ATP5G3: Proteína de ligação de lípido ATP sintase, ATP5H: ATP sintase subunidade d, ENSBTAG00000032954: ATP sintase subunidade épsilon, ATP6: ATP sintase subunidade a.	108

Características da carcaça e qualidade da carne de cordeiros mestiços submetidos a dietas com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol

RESUMO GERAL

A torta de girassol é um coproduto da cadeia do biodiesel considerada como boa alternativa para uso na alimentação animal por apresentar, principalmente, altos teores de proteína e extrato etéreo. Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da torta de girassol em dietas para cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper sobre as características de carcaça e não constituintes de carcaça; qualidade da carne pelos métodos da análise físico-química e sensorial; bem como a quantificação e identificação das proteínas que obtiveram maior expressividade diante dos tratamentos, pela análise da proteômica. Foram utilizados 24 cordeiros Santa Inês x Dorper, castrados, com peso vivo inicial de $18,9 \pm 2,17$ kg, os quais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. As dietas experimentais foram constituídas por feno de capim tífton 85, milho em grão moído, farelo de soja, sal mineral e os seguintes níveis de inclusão da torta de girassol que correspondiam aos tratamentos: 0, 5, 10 e 15% na ração completa. Os animais foram mantidos em confinamento até atingirem, em média, $32,1 \pm 2,6$ kg de peso final. Foram realizadas avaliações objetivas e subjetivas na carcaça. No músculo *Longissimus dorsi* foi mensurado a cor, e também foram feitas as análises físico-químicas; e no músculo *Semimembranosus*, foi tomado o pH da carne, ainda na carcaça, 24 horas após o abate, e também foi feita a avaliação sensorial, quantificando, por intermédio de notas, os atributos de aroma, cor, dureza, suculência, sabor e avaliação global. A expressão proteica foi feita através da produção de géis pelas técnicas de eletroforese bidimensional e da espectrometria de massa. Foram realizadas, também, análises referentes à ontologia gênica e de interactoma. Os rendimentos de carcaça (quente, fria e biológico), decresceram linearmente de acordo com o aumento dos níveis de inclusão da torta. Os pesos e rendimentos dos cortes, a composição tecidual da perna, assim como os constituintes não carcaça não foram influenciados ($p > 0,05$) pela dieta. Os parâmetros físico-químicos e sensoriais da carne de cordeiro também não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de inclusão da torta de girassol. Nos géis, foram observados uma média de $117 \pm 16,8$ spots, dos quais apenas 30 foram recortados, sendo 29 identificados, correspondendo a 23 proteínas diferentes. Destas, apenas a actina citoplasmática e ATP sintase foram diferencialmente expressas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O interactoma dessas duas proteínas não mostrou nenhuma relação direta, porém, indiretamente elas se encontram associadas através do processo de contração muscular. A torta de girassol pode ser incluída em dietas à base de milho e soja, de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, até o nível de 15% sem provocar alteração na maioria das características dos constituintes e não constituintes de carcaça; nas características físico-químicas e sensoriais da carne, assim como na expressão proteica do músculo *Semimembranosus*.

Palavras-chave: biodiesel, composição química, coproduto, *Helianthus annuus* L., proteômica, rendimento de carcaça

Carcass characteristics and meat quality of crossbred lambs submitted to diets with different levels of inclusion of sunflower cake

GENERAL ABSTRACT

The sunflower cake is a biodiesel byproduct chain considered a good alternative for use in animal feed by presenting mainly high protein and ether extract. Thus, the objective of this study was to evaluate the effects of the inclusion of sunflower cake in diets for Santa Inês x Dorper crossbred lambs on carcass characteristics and non carcass constituents; quality of meat by methods of physical-chemical and sensory analysis; as well as the quantification and identification of the proteins that obtained greater expressiveness before the treatments, by the proteomics analysis. Twenty four lambs were used Santa Inês x Dorper, castrated, with initial weight of 18.9 ± 2.17 kg, which were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. The experimental diets were composed of grass hay Tifton 85, grain ground corn, soybean meal, mineral salt and the following levels of inclusion of sunflower cake which corresponded to the treatments: 0, 5, 10 and 15% in the total ration. The animals were kept in feedlot until they reach an average of 32.1 ± 2.6 kg body final weight. Objective and subjective evaluations were performed on the carcass. In the *Longissimus dorsi* muscle the color was measured, and the physical-chemical analyzes were also performed; And in the *Semimembranosus* muscle, the pH of the meat was still taken in the carcass, 24 hours after the slaughter, and also the sensorial evaluation was made, quantifying, through notes, the attributes of aroma, color, hardness, juiciness, flavor and overall assessment. Protein expression was achieved through the production of gels by two-dimensional electrophoresis and mass spectrometry techniques. Analyzes were also made regarding gene ontology and interactome. Carcass yields (hot, cold and biological) decreased linearly according to the increase of the inclusion levels of the cake. The weights and yields of the cuts, the tissue composition of the leg, as well as the non-carcass constituents were not influenced ($p>0.05$) by the diet. The physical-chemical and sensorial parameters of lamb meat were also not influenced ($p>0.05$) by the inclusion levels of the sunflower cake. In the gels, an average of 117 ± 16.8 spots were observed, of which only 30 were cut out, 29 of which were identified, corresponding to 23 different proteins. Of these, only cytoplasmic actin and ATP synthase were differentially expressed ($p<0.05$) between treatments. The interactome of these two proteins did not show any direct relation, however, indirectly they are associated through the process of muscular contraction. Sunflower cake can be included in corn and soybean diets of Santa Inês x Dorper crossbred lambs up to the 15% level without alteration in most of the characteristics of the constituents and not carcass constituents; In the physical-chemical and sensorial characteristics of the meat, as well as in the protein expression of Semimembranosus muscle.

Key words: biodiesel, chemical composition, coproduct, *Helianthus annuus* L., proteomics, carcass yield

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura é uma atividade que tem conquistado cada vez mais espaço no mercado mundial, e acumulado, ao longo dos anos, credibilidade diante dos consumidores devido à procura, cada vez maior, de produtos mais saudáveis e de melhor qualidade.

Carnes de maior valor qualitativo tem sido associado a animais mais jovens, intitulados cordeiros, por apresentarem carcaças mais harmônicas, com escores de conformação e acabamento ideais, e por expressarem alta relação músculo:gordura, que está associado à maior proporção de tecidos comestíveis. Ademais, nessa fase de criação, consideram-se as características organolépticas da carne mais favoráveis, as quais contribuem na escolha e na aceitabilidade pelo consumidor.

Várias técnicas vêm sendo utilizadas para otimizar a produtividade, visando melhorar o rendimento e a eficiência de produção. Uma delas é o uso de cruzamento entre raças, a qual se destaca o mestiço Santa Inês x Dorper, cujas características inerentes as suas genéticas individuais, tendem a gerar indivíduos com boa capacidade e velocidade de crescimento, com bons rendimentos de carcaça e boa conformação, cujos atributos se mostram como de extrema importância para garantir um maior potencial de ganho de peso e redução de tempo de abate.

Outro fator de relevância que visa maior produtividade em menor tempo de produção é o sistema de confinamento, que possibilita ao produtor um giro de capital vertiginoso. Entretanto, esses sistemas de produção são caracterizados pelos maiores custos, principalmente, voltados à alimentação, que é considerado um dos grandes gargalos da cadeia produtiva, por interferir no custo final do produto.

Nesse sentido, pesquisas têm sido realizadas para aumentar a eficiência de utilização de alimentos alternativos àqueles conhecidos como convencionais, como o milho e a soja, que possam ser utilizados pelos animais, sem ocasionar efeito deletério ao consumo, desempenho e, consequentemente, à qualidade da carne.

Dentre os alimentos alternativos, destacam-se àqueles provenientes da agroindústria que possuem potencial de uso na alimentação de ruminantes, como os

provenientes da produção do biodiesel, que são os chamados coprodutos, como farelos e tortas.

Em meio a grandes possibilidades de oleaginosas para a produção de biodiesel, destaca-se o girassol (*Helianthus annuus*), por ser uma cultura de ampla adaptação e tolerância à seca, podendo ser cultivada em várias regiões do país, independente à diversidade climática. A torta de girassol é tida, principalmente, como fonte proteica, e apresenta teores de lipídios e fibra bastante variáveis, os quais dependem do tipo de semente e de processamento utilizados para sua obtenção.

Pesquisas relacionadas ao uso de torta de girassol na dieta de animais eram mais frequentemente empregadas em monogástricos. Porém, o seu uso em ruminantes tem ganhado evidência e vários estudos têm sido elaborados com o intuito de melhor conhecer sua influência na digestibilidade e desempenho desses animais. Apesar disso, poucos trabalhos estão relacionados aos aspectos produtivos de carcaça e qualidade de carne, especialmente, em ovinos.

O conhecimento dos aspectos pertinentes aos constituintes ou não de carcaça é de extrema importância porque está basicamente relacionado à quantidade de carne que estará disponível para venda pelo produtor e/ou indústria, e que está diretamente vinculado com a qualidade do produto final, cujos aspectos quantitativos e subjetivos estão relacionados com as avaliações físico-química e sensoriais, respectivamente.

Além desses métodos, novas orientações na ciência da carne surgiram com o objetivo de estudar funcionalmente os genes, através da expressão das proteínas em uma determinada célula, tecido ou organismo, em um dado momento, sob determinadas condições. Esse estudo define-se como proteômica, o qual associado à biotécnicas como a eletroforese bidimensional (2D) e espectrometria de massas permitem a identificação de proteínas através de um acesso, via internet, a um banco de dados de sequência aminoacídica.

Desta forma, esta pesquisa foi realizada com os objetivos de avaliar os efeitos da inclusão da torta de girassol em dietas para cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper sobre as características de carcaça, qualidade de carne e expressão das proteínas.

Esse trabalho apresenta-se dividido em quatro capítulos: no primeiro, encontra-se o referencial teórico sobre os temas abordados nos capítulos subsequentes, dando maior ênfase aos coprodutos que podem ser utilizados na nutrição de pequenos

ruminantes; no segundo, será discutido a influência da dieta sobre as características quantitativas e qualitativas da carcaça e dos constituintes não carcaça; o terceiro irá tratar sobre as características físicas, químicas e sensoriais da carne, com a finalidade de conhecer os fatores que influenciam sua qualidade; e por último, no quarto capítulo, será abordado a caracterização proteômica do músculo *Semimembranosus* de cordeiro.

CAPÍTULO 1

Referencial teórico

Utilização de coprodutos do biodiesel na alimentação para pequenos ruminantes de corte

RESUMO

A utilização de coprodutos da indústria de biodiesel vem se tornando uma alternativa alimentar para ser incorporado em dietas de ruminantes, uma vez que eles podem substituir os principais grãos que compõe a alimentação desses animais. Dentre as fontes alternativas, destacam-se: algodão, amendoim, dendê, girassol, glicerina, mamona e pinhão-manso. Alguns fatores relacionados à composição química desses coprodutos podem limitar o seu uso. Por isso, deve-se atentar para os níveis adequados de utilização, devido ao alto teor de óleo das matérias-primas e também à presença de elementos tóxicos que podem causar possíveis efeitos deletérios no desempenho dos animais e, conseqüentemente, na qualidade da carne. A torta de girassol tem apresentado boas respostas fisiológicas e produtivas nos animais e também não possui fator antinutricional que limite a sua utilização na dieta. Por isso, tem sido alvo de pesquisas nos últimos anos. O grande desafio para o sucesso da alimentação animal como elo entre a produção de biodiesel e a pecuária é a aplicabilidade dessas culturas nas diferentes regiões com capacidade produtora, de forma a diminuir os custos de logística para que seja adotada pelos produtores locais. Assim, essa revisão teve como objetivo apresentar os principais coprodutos que podem ser utilizados como fontes alternativas na alimentação de caprinos e ovinos de corte.

Palavras-chave: alimentação alternativa, carne, caprinos e ovinos, oleaginosas

ABSTRACT

The use of coproducts from the biodiesel industry has become an alternative food to be incorporated into diets of ruminants, since they can replace the main grains that make up the feed of these animals. Among the alternative sources, stand out: cotton, peanuts, palm, sunflower, glycerin, castor bean and jatropha. Some factors related to the chemical composition of these co-products may limit their use. Due to the high oil content of the raw materials and also to the presence of toxic elements which may cause possible deleterious effects on the performance of the animals and consequently on the quality of the meat, account should be taken of the appropriate levels of use. The sunflower cake has presented good physiological and productive responses in the animals and also has no antinutritional factor that limits its use in the diet. So it has been the subject of research in recent years. The major challenge for the success of animal feed as a link between biodiesel production and livestock production is the applicability of these crops in different producing regions, in order to reduce logistic costs for local farmers to adopt. The objective of this review was to present the main coproducts that can be used as alternative sources of feed of the goats and sheep.

Keywords: alternative feed, beef, goat and sheep, oleaginous

INTRODUÇÃO

A preocupação atual pela redução da poluição e a crise energética têm estimulado o mercado mundial de biocombustíveis (RODRIGUES; RONDINA, 2013), onde o biodiesel é considerado uma alternativa estratégica, pois além de renovável, é também uma alternativa para utilização de sementes de oleaginosas (SANTOS et al., 2012), e o seu uso reduz a poluição ambiental e supera a instabilidade do mercado de combustíveis relacionados à disponibilidade do petróleo (HAMELINCK; FAAJI, 2006).

O biodiesel pode ser produzido a partir de várias matérias-primas diferentes. Em diversos países, existe uma dependência maior de uma ou duas culturas em virtude da viabilidade que elas possuem levando-se em conta o fornecimento contínuo e de grande escala. O Brasil encontra-se em uma posição privilegiada, pois é possível encontrar várias culturas que podem fornecer matéria-prima para sua produção.

Os coprodutos provenientes da cadeia do biodiesel, que são os resíduos originários do processamento dos grãos, podem ser classificados em: sólidos e líquidos. No primeiro caso, eles podem ser obtidos antes da prensa das oleaginosas (resíduos de casca e matéria celulósica), ou obtidos após a prensa (farelo ou torta); e no segundo obtém-se a glicerina bruta (QUINTELLA et al., 2009).

A torta e o farelo apresentam grande potencial como fontes alimentares alternativas dos animais de produção (SANTOS et al., 2012), por apresentarem consideráveis concentrações de proteína e extrato etéreo, caracterizando-as como alimentos proteicos e/ou energéticos (DUARTE et al., 2015). Elas podem substituir, parcial ou totalmente, os principais produtos que constituem os concentrados padrões utilizados na dieta de ruminantes, como farelo de soja e milho (SANDERS et al., 2015), cujos ingredientes, são fatores que mais oneram os sistemas intensivos de produção (POMPEU et al., 2012).

Alguns coprodutos apresentam particularidades, como fatores tóxicos ou antinutricionais que determinam o tipo de armazenamento e as quantidades máximas dentro de cada dieta (ABDALLA et al., 2008). Além disso, apresentam também como fator limitante, um elevado teor de fibra que pode acarretar redução no consumo dos animais.

Uma das características mais notáveis desses coprodutos é a sua heterogeneidade química e bromatológica que pode variar de acordo com as espécies e/ou cultivar, com os métodos de extração utilizado (química ou mecânica), e com a eficiência do processamento (OLIVEIRA et al., 2012a).

O domínio da tecnologia de utilização dos diversos tipos de coprodutos do biodiesel na alimentação animal ainda é escasso, dependendo do coproduto, e por isso faz-se necessário o conhecimento do mesmo para assim maximizar a produtividade pecuária e agregar valores ao processo produtivo do biodiesel (MIZUBUTI et al., 2011).

Alimentos alternativos devem ser avaliados quanto aos efeitos adversos ou positivos que eventualmente podem promover sobre os animais que os consomem (CORREIA et al., 2012), uma vez que, no caso de aptidão para corte, podem alterar a composição da carne (TROY; KERRY, 2010), apresentando impacto direto e indireto sobre a sua qualidade, o que acarreta mudanças no seu consumo e comercialização (KESKIN; KOR; KARACA, 2012).

Com isso, esta revisão foi elaborada com o objetivo de discorrer sobre os principais coprodutos provenientes da cadeia produtiva do biodiesel que são utilizados na alimentação de caprinos e ovinos com aptidão para carne.

1. BIODIESEL

1.1 Biocombustível como fonte de energia renovável: histórico e distribuição.

O primeiro registro do termo biodiesel na literatura científica data da década de 1980, onde foi encontrado no *Chemical Abstracts* o termo “bio-diesel”, o qual se difundiu a partir de então. Embora o termo seja, relativamente, novo, a história da utilização de óleos vegetais e gorduras como matérias-primas para a produção de combustível nasceu no final do século XIX, quando pesquisas foram iniciadas com o intuito de utilizar diferentes combustíveis em motores na indústria automobilística (SUAREZ; MENEGETTI, 2007), cuja ideia partiu de Rudolf Diesel, o qual usou para teste o amendoim por ser uma cultura abundante nos países tropicais.

Porém essas pesquisas não foram à frente devido a grande disponibilidade de petróleo a baixo custo nessa época. Somente durante a 2ª guerra mundial é que o interesse pela utilização do óleo vegetal como combustível ressurgiu, pois muitos governos não se sentiam seguros quanto ao suprimento dos derivados de petróleo. Com o término da 2ª guerra, países como os EUA e a Alemanha deram sequência às

pesquisas com óleos vegetais e atualmente desfrutam de importantes posições mundiais como referência no uso de óleos vegetais como combustíveis (PINHEIRO; BALDEZ; MAIA, 2010).

O biodiesel é um combustível composto de alquilestéres de ácidos carboxílicos de cadeia longa, produzido a partir da transesterificação e/ou esterificação de matérias graxas, de gorduras de origem vegetal ou animal, e que atenda a especificação contida no Regulamento Técnico no 4/2012, da Resolução ANP nº 14, de 11/5/2012 (ANP, 2015); ou seja, “um combustível derivado de biomassa renovável que possa substituir parcial ou totalmente combustíveis de origem fóssil” (BRASIL, 2005, art. 6º).

O bloco econômico com o maior parque industrial e tecnológico para a produção do biocombustível é a União Europeia, onde se encontram alguns dos maiores programas de biodiesel do mundo. A Alemanha é quem mais se destaca como maior produtor dessa região e também como grande consumidor, a qual utilizam canola ou colza plantadas em grande escala para a agricultura. Nos Estados Unidos, foi registrado um aumento de um terço ao longo do ano de 2013, o que corresponde aproximadamente a 5,1 bilhões de litros biodiesel, colocando aquele país como maior produtor mundial, cujo principal ingrediente utilizado é a soja; depois dele vem a Alemanha e o Brasil, que também apresentaram aumento em 16% e 5% na sua produção, respectivamente (Figura 1) (FERNANDES et al., 2015).

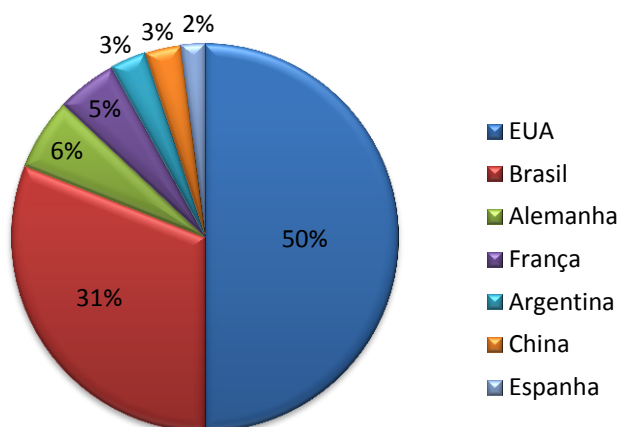


Figura 1. Distribuição da produção do biodiesel entre os sete principais países produtores. (Adaptado de Hoogerwerf, 2012).

De acordo com os dados da APROBIO - Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil (2017), no Brasil, a mistura obrigatória em vigor é o B7, ou seja, 7% de biodiesel. Na América Central e do Sul, os principais países produtores de biodiesel à proporção adicionada ao óleo diesel vai de B2, como Peru e Uruguai, até B20, na Costa Rica. Os EUA utilizam diversos valores para mistura, não sendo mandatário em nenhum estado a utilização de uma mistura em específico. Contudo, em alguns estados chega-se ao uso de B20 em frotas de transporte público. A União Europeia tem atualmente uma diretiva de 5,75% de biodiesel, e está programada para aumentar a 10% até 2020. Na África do Sul o mandato é de B5. E na Ásia-Pacífico, pode variar de 0,5% (Austrália) até B7 (Tailândia).

A busca pela inserção do biodiesel na matriz energética tem sido um dos focos de vários países e blocos comerciais, cuja intensificação de uso se alicerça num tripé: (1) ambiental: melhoria das condições climáticas por redução das emissões e utilização de carbono pela matéria-prima; (2) social: desenvolvimento rural associado à produção de matéria-prima; e (3) energética: independência de fornecedores, consumidores produzindo sua própria energia (QUINTELLA et al., 2009). Cada país apresenta as suas diretrizes. No Brasil, foi colocado em execução em 2005, a partir do desenvolvimento do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB) que estrutura a cadeia produtiva e regula o mercado desse biocombustível no Brasil (LEITE et al., 2013).

A viabilização econômica e ambiental do uso do biodiesel em substituição gradual ao diesel de petróleo depende, dentre outros fatores, do aproveitamento dos coprodutos gerados na sua cadeia produtiva (RODRIGUES; RONDINA, 2013), os quais tem despertado o interesse de pesquisadores, por viabilizar uma exploração mais racional na alimentação dos ruminantes.

1.2 Coprodutos do processo produtivo do Biodiesel

O emprego de coprodutos na alimentação animal tem demonstrado ser uma alternativa alimentar viável proporcionando bons resultados. Elas apresentam grande potencial, haja vista as consideráveis concentrações de proteína e extrato etéreo, capazes de permitir o atendimento das exigências nutricionais destas frações pelos animais. O produtor ao incluir estes coprodutos deve estar atento a sua disponibilidade, qualidade nutricional e o custo em relação aos alimentos tradicionais (OLIVEIRA et al., 2013a).

Algumas fontes alternativas à soja para extração de óleo vegetal, com potencial para ser utilizado na produção de biodiesel, são: o girassol (*Helianthus annuus*), a mamona (*Ricinus communis*), o dendê (*Elaeis guineensis*), o pinhão-manso (*Jatropha curcas*), o algodão (*Gossypium spp. L.*), e o amendoim (*Arachis hypogaea*) (RODRIGUES; RONDINA, 2013). Algumas dessas espécies potencialmente produtoras de óleo, são desenvolvidas em cultivos anuais, como as culturas do algodão, amendoim, girassol e soja; enquanto que as culturas do dendê, mamona e pinhão manso são desenvolvidas em cultivos perenes e, essas são cultivadas essencialmente sem auxílio de maquinário (TRZECIAK et al., 2008).

Na Tabela 1 são apresentadas as características de algumas plantas oleaginosas com potencial para produção de biodiesel.

Tabela 1. Teor de óleo (%), tempo de colheita/ano, rendimento (t óleo/ha) de algumas oleaginosas com potencial para produção de biodiesel.

Espécie	Origem do óleo	Teor de óleo (%)	Meses de colheita/ano	Rendimento (t óleo/ha)
Algodão	Grão	15,0	3	0,1-0,2
Amendoim	Grão	40,0-43,0	3	0,6-0,8
Dendê	Amêndoa	22,0-26,0	12	3,0-6,0
Girassol	Grão	38,0-48,0	3	0,5-1,9
Mamona	Grão	45,0-50,0	3	0,5-1,9
Pinhão-manso	Amêndoa	25,0-40,0	3	0,2-0,4

Fonte: www.biodieselbr.com (Janeiro/2017).

Dentre as oleaginosas apresentadas na tabela, quatro possuem maior representatividade mundial: algodão, dendê, girassol e mamona. A Figura 2 mostra a participação de produção dessas oleaginosas por continente.

De acordo com os dados da FAOSTAT - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2014), a produção mundial de algodão é de 46.988.046 t. O principal país produtor é a China com o equivalente de 12.320.000 t (26,2%). O Brasil aparece na quinta colocação com 5,68% da produção total do mundo. O dendê, por sua vez, possui 57.328.872 t. O maior produtor é a Indonésia com 51,1%, e o Brasil ocupa a décima posição com a produção de 370.000 t.

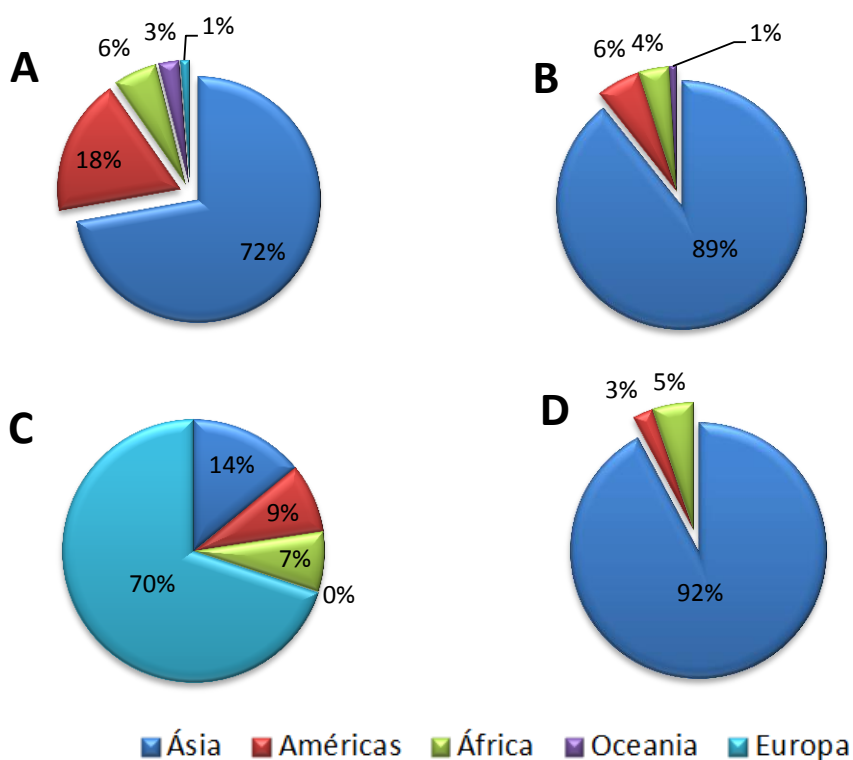


Figura 2. Participação da produção de oleaginosas por continente: algodão (A), dendê (B), girassol (C) e mamona (D).
(Fonte: FAOSTAT, 2014.)

A cultura do girassol possui uma produção total de 41.422.310 t, cujo principal produtor é a Ucrânia com 24,5%. O Brasil não aparece entre os dez primeiros do ranking mundial, apesar de possuir um grande potencial produtor. O maior representante da América é a Argentina com o equivalente de 4,98%, ocupando a quinta colocação. Em relação à mamona, a produção mundial é de 1.951.509 t. A Índia se destaca com 88,8%. O Brasil aparece na quarta colocação com 1,93% da produção total do mundo.

Atualmente, segundo dados publicados no Boletim Mensal de Biodiesel da ANP, em fevereiro de 2016, existem 52 plantas produtoras de biodiesel autorizadas pela ANP para operação no País, correspondendo a uma capacidade total de 20.310,11 m³/dia. Há ainda duas novas plantas de biodiesel autorizadas para construção e uma planta para aumento da capacidade de produção. Com a finalização das obras, a capacidade total de produção de biodiesel autorizada poderá ser aumentada em 2.005 m³/dia, que representa um acréscimo de 9.87% na capacidade atual.

Desde o início do programa, o óleo de soja constitui na matéria prima majoritária para produção de biodiesel. Em janeiro de 2016, ela respondeu por 72,24% do biodiesel, seguido pela gordura bovina (20,13%), óleo de algodão (2,81%) e demais fontes (4,83%) (Figura 3).

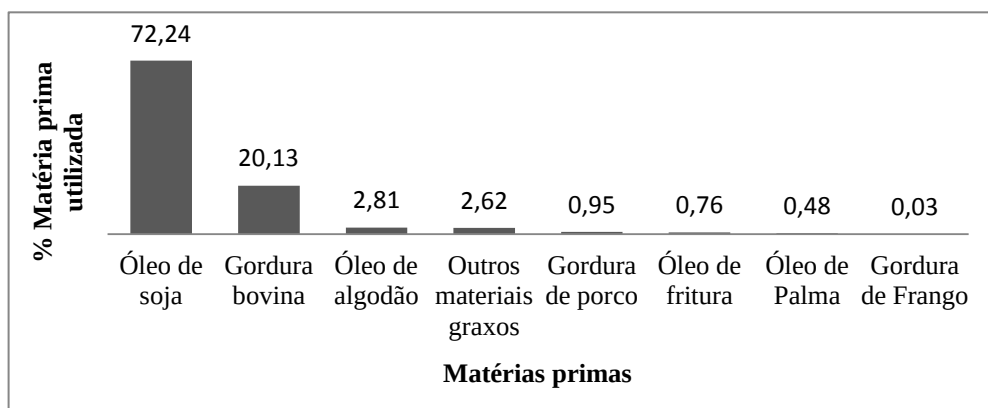


Figura 3 – Matérias primas utilizadas na produção de biodiesel no Brasil
(Adaptado de ANP, 2016).

O Brasil possui uma ampla extensão territorial com condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo dessas oleaginosas que podem ser utilizadas para a extração do biodiesel (Figura 4), e consequentemente, com potencial para alimentação animal; elas apresentam características específicas de produção por hectare e de percentagem de óleo obtida da amêndoa ou grão, cuja produtividade está diretamente associada às tecnologias de cultivo, à qualidade de semente e às tecnologias de processamento praticadas (LIMA, 2011).

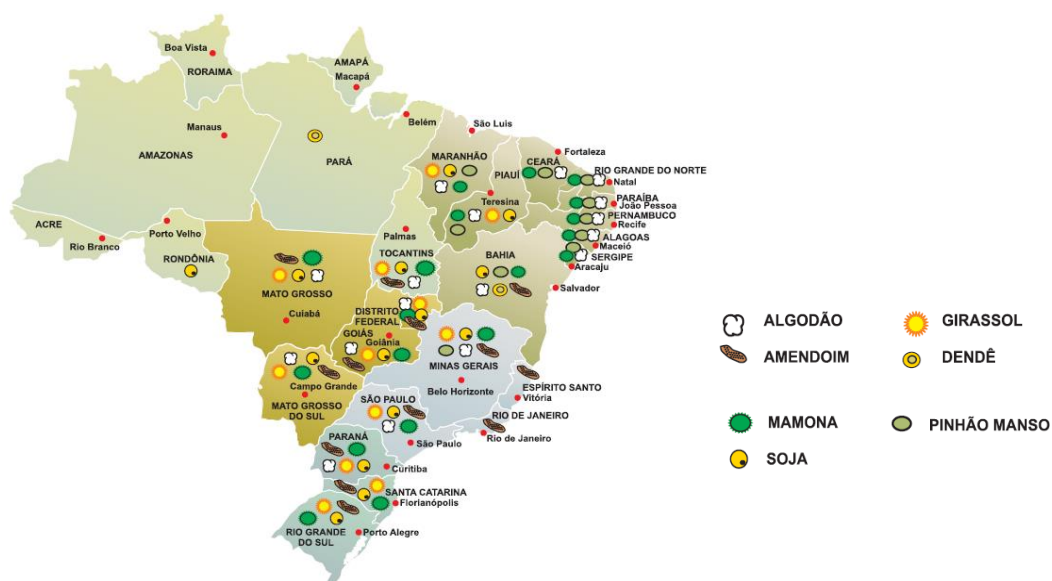


Figura 4 – Potencialidade brasileira para produção de oleaginosas.
(Fonte: LIMA, 2011).

1.3 Tipos de coprodutos

A maioria dos coprodutos das oleaginosas que vêm sendo utilizadas para produção de biodiesel são passíveis de utilização na alimentação animal, porém, cada uma com suas particularidades no que diz respeito a cuidados antes de serem fornecidas aos animais devido a alguns fatores tóxicos ou antinutricionais (ABDALLA et al., 2008).

Basicamente são disponíveis para a alimentação animal a torta, se a extração do óleo for física (através da prensagem), ou o farelo, quando o material é submetido à extração química (com solventes) após o processo de extração física. Dependendo do material, podem ainda ficar disponíveis as cascas, as quais podem ser adicionadas à torta/ farelo ou utilizadas separadamente.

Se as cascas estiverem presentes nesses coprodutos, ou se for utilizada isoladamente, deve-se atentar ao teor de fibra da dieta, pois o consumo é controlado por fatores físicos, como a taxa de passagem e enchimento ruminal. Porém, quando a casca pode ser retirada, a amêndoa/grão utilizada na extração do óleo gera um coproduto com baixo nível de fibra e, portanto, com maior valor de digestibilidade e energia.

As tortas apresentam uma quantidade de óleo residual mais elevado do que o farelo, devido as suas diferentes formas de extração. Se por um lado, a presença do óleo eleva o valor de energia das dietas e, na maioria das vezes, melhora o perfil da gordura presente na carne, por exemplo; por outro, pode reduzir o consumo voluntário e, conseqüentemente, reduzir a produção do animal, pois o consumo também é controlado pela densidade energética da dieta.

Na Tabela 2, é apresentada uma compilação de trabalhos que utilizaram os principais coprodutos do biodiesel como fonte de alimentação para pequenos ruminantes de corte, avaliando características que vão de consumo até qualidade da carne, indicando o ingrediente ao qual ele substituiu ou foi incluso na dieta e o melhor nível encontrado pelos autores.

Os diferentes resultados encontrados na literatura estão diretamente associados a vários fatores, sejam eles: intrínsecos as plantas (cultivares), a questões ambientais como clima e solos, fase de colheita, método utilizado para a obtenção do óleo; espécie e raça animal; ingrediente à que ele está associado na dieta, quantidade e forma que esse coproduto é inserido na alimentação, idade do animal, condições de manejo, etc.

Tabela 2. Principais coprodutos e suas aplicações como fonte alternativa na alimentação de caprinos e ovinos de corte.

Coprodutos	Substituição/ Inclusão	Componente avaliado	Espécie/ Raça	Indicação	Autores
ALGODÃO					
Torta	Farelo de soja	Consumo, Digestibilidade, desempenho e carcaça	Santa Inês x Dorper	até 100%	Silva et al. (2016a)
Caroço	Milho triturado	Composição química e perfil lipídico da carne	Santa Inês	Até 40%	Madruza et al. (2008)
	Milho e soja	Consumo e digestibilidade	Santa Inês	Até 10%	Piona et al. (2012)
AMENDOIM					
Torta	Farelo de soja	Composição centesimal da carne	½ Dorper x ½ Santa Inês	Até 100%	Bezerra et al. (2012)
	Farelo de soja	Perfil metabólico e histopatológico	Santa Inês x Dorper	Até 100%	Araújo et al. (2014)
	Farelo de soja	Consumo, desempenho e perfil metabólico	½ Dorper	Até 100%	Duarte et al. (2015)
	Farelo de soja	Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos	¾ Boer	Até 100%	Silva et al. (2016b)
DENDÊ					
Óleo	Adição	Desempenho, carcaça e qualidade da carne	Muzaffarna gari	Até 10%	Dutta et al. (2008)
Torta	Feno de Tifton 85	Consumo e comportamento ingestivo	Santa Inês	Até 30%	Carvalho (2006)
	Farelo de soja e milho	Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos	Santa Inês	Até 19,5%	Nunes et al. (2011)
	Farelo de soja e milho	Características sensoriais e ácidos graxos da carne	Santa Inês	Até 19,5%	Ribeiro et al. (2011)
	Diferentes tipos de coprodutos do dendê	Desempenho e carcaça	Cabras mestiças	Até 80%	Abudakr et al. (2013)
	Diferentes tipos de coprodutos do dendê	Ácidos graxos da carne	Cabras mestiças	Até 80%	Abudakr et al. (2015)
GIRASSOL					
Torta	Farelo de soja	Consumo e desempenho	Merino	Até 14%	Nkosi et al. (2011)
	Farelo de soja	Carcaça	Boer x SRD	Até 100%	Palmiere et al. (2012)
	Adição	Qualidade da carne	Boer e mais três raças indígenas	200g	Xazela et al. (2012)
	Farelo de soja	Desempenho	Cordeiros SRD	Até 28%	Rodrigues et al. (2013)
	Farelo de algodão	Carcaça e qualidade da carne	Santa Inês	Até 80%	Fernandes Júnior et al. (2013)
	Farelo de soja	Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais	Borregos SRD	Até 100%	Moura et al. (2015)
	Farelo de soja	Desempenho e carcaça	Santa Inês	Até 15%	Silva et al. (2016c)
	Óleo	Desempenho e carcaça	Black Bengal	Até 100%	Roy et al. (2013)
	Farelo	Desempenho, carcaça e constituintes corporais	Santa Inês	Até 50%	Louvadini et al. (2007)

GLICERINA					
	Milho laminado e seco	Desempenho e carcaça	Suffolk	Até 15%	Gunn et al. (2010)
	Farelo de milho	Desempenho e carcaça	Santa Inês	Até 30%	Gomes et al. (2011)
	Adição	Consumo, digestibilidade, desempenho e carcaça	Santa Inês x Dorper	60 g	Souza (2013)
	Farelo de milho	Consumo, digestibilidade, carcaça e qualidade	Santa Inês x Dorper	Até 10,8%	Barros et al. (2015)
	Milho moído	Consumo, desempenho e carcaça	Mestiços Boer	Até 15%	Dias et al. (2016)
MAMONA					
Casca	Feno de Tifton 85	Consumo, digestibilidade e desempenho	Cordeiros	Até 66%	Andrade et al. (2013)
	Feno de Tifton 85	Carcaça e não carcaça	Morada Nova	Até 33%	Pompeu et al. (2013)
Farelo	Farelo de soja	Carcaça e não carcaça	Morada Nova	Até 100%	Vieira et al. (2010)
	Farelo de soja	Tecido muscular	Caprino	Até 15%	Oliveira et al. (2013a)
	Farelo de soja	Consumo e desempenho	Santa Inês	Até 50%	Nicory et al. (2015)
	Farelo de soja	Consumo e digestibilidade	Boer	Até 100%	Palmiere et al. (2016)
Torta	Farelo de soja	Desempenho e carcaça	Morada Nova	Até 67%	Pompeu et al. (2012)
	Torta de amendoim	Desempenho, carcaça e resposta imunológica	Cordeiros	10%	Nagalakshmi; Dhanalakshmi (2015)
	Farelo de soja	Ingestão e desempenho	Santa Inês	33%	Alves et al. (2016)
PINHÃO MANSO					
Casca	Feno de Mombaça	Consumo	Ovinos SRD	Não recomendada	Araújo et al. (2010)
Farelo	Farelo de soja	Consumo, digestibilidade e metabólitos	Ovinos	Não recomendada	Katole et al. (2011)
	Farelo de soja	Consumo, digestibilidade e metabólitos	Caprinos	Não recomendada	Katole et al. (2013)
	Farelo de soja	Desempenho e carcaça	Santa Inês	Até 300g/kg da mistura	Oliveira et al. (2013b)
Torta	Soja e milho	Condição hepática	Santa Inês	Até 19,5%	Nunes et al. (2010)
	Soja e milho	Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos	Santa Inês	Até 19,5%	Nunes et al. (2011)

O girassol, dentre as oleaginosas, é que tem apresentado um dos maiores índices de crescimento no mundo, devido à produção do óleo vegetal de excelente qualidade nutricional e organoléptica, com características físico-químicas e nutricionais elevadas. A torta, em meio aos coprodutos, tem apresentado destaque pelo seu teor de proteína e extrato etéreo, cujas características promovem boas respostas produtivas nos animais.

1.3.1 Algodão

O caroço, o farelo e a torta de algodão destacam-se como fonte alternativa de proteína e energia, que pode diminuir o custo da dieta dos animais. Estes produtos apresentam elevada quantidade de ácidos graxos, o que pode propiciar maior deposição de gordura na carcaça e maior ganho em peso, além de uma carne de melhor qualidade (PAIM et al., 2010).

O farelo e a torta de algodão são coprodutos bastante comercializados no Nordeste brasileiro representando também a segunda fonte de proteína mais utilizada no mundo, perdendo apenas para o farelo de soja (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009). O farelo de algodão sem casca apresenta 43% de proteína bruta, enquanto que o farelo com casca apresenta de 25 a 36% de PB expressos na matéria seca.

Uma grande limitação ao uso desses produtos, é a presença de quantidades elevadas de gossipol que é uma substância tóxica para os animais, sendo bastante divulgados os seus efeitos deletérios no sistema reprodutivo, principalmente em animais jovens (PAIM et al., 2010).

Ruminantes são considerados relativamente insensíveis ao gossipol, uma vez que esta molécula pode ligar-se a proteínas solúveis no rúmen, formando um complexo de proteína-gossipol que não é absorvido pelo seu trato digestivo (REISER; FU, 1962). No entanto, quando é consumida durante períodos prolongados, em uma quantidade que supera a capacidade de desintoxicação do rúmen, ou por animais jovens, com um rúmen funcionalmente subdesenvolvido o gossipol pode causar um efeito tóxico mesmo em ruminantes, apresentando os mesmos sintomas que em não-ruminantes (RANDEL; CHASE JR; WYSE, 1992).

1.3.2 Amendoim

A torta de amendoim, os seus grãos e os resíduos de sua colheita, com a parte aérea do amendoim, constituída por folhas e talos, podem ser utilizados na alimentação de ovinos (RODRIGUES, 2014).

O farelo de amendoim é o coproduto do biodiesel de melhor composição centesimal, no entanto, o que chama a atenção deste alimento é a concentração de proteína bruta que chega a 53% (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009), além de ter baixo teor de fibra, (OLIVEIRA et al., 2012b).

Uma questão que deve ser levada em consideração é a possibilidade de contaminação do amendoim com micotoxinas, especialmente as aflatoxinas, que podem contaminar o farelo/torta, pois a ingestão desses fungos pode levar o animal à morte, em casos mais extremos, e no mínimo, pode causar redução no consumo e desempenho, dependendo da dose e da frequência de ingestão, além da idade, peso vivo, sexo e estado nutricional do animal (OLIVEIRA et al., 2012b).

1.3.3 Dendê

O dendezeiro (*Elaeis guineenses Jacq.*), dentre as plantas usadas para a produção do Biodiesel, merece destaque pelo fato de ser perene e com colheita durante todo o ano, apresentando ainda bom teor de óleo e bom rendimento na indústria (VISIONÁ-OLIVEIRA et al., 2013).

A torta de dendê é um alimento pobre em proteína (13,87% PB), com alta concentração de fibra (> 79% FDN), cuja composição é compatível com aquela apresentada por forrageiras como o capim-tifton (*Cynodon spp.*) e, portanto, pode ser usado como alimento alternativo ao volumoso da dieta animal.

A torta de dendê possui alta digestibilidade da sua fibra e alta concentração de óleo (8,54%) apresentando bom conteúdo de energia (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009), por isso, este coproduto tem sido empregado como substituto satisfatório de alimentos de alta energia, como o milho (WALLACE; ADU; RULLE, 2010).

1.3.4 Girassol

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma planta anual da família *Asteraceae* que tem como centro de origem provável a América do Norte. É uma cultura que apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, como ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo (FERRARI; SOUZA, 2009).

Em função de suas características, o resíduo do processamento para extração de óleo é boa opção para melhorar a dieta de ruminantes, pois pesquisas indicam que a utilização de coprodutos do girassol é uma opção nutricional válida para obtenção de carne de cordeiro enriquecido com ácido linoleico conjugado (CLA). Fato que pôde ser observado na pesquisa de Ivan et al. (2001), o qual usando óleo de girassol na dieta de cordeiros, observaram que o teor de CLA promoveu aumento nas amostras de tecido do músculo do diafragma (55%), perna (35%), costelas (33%) e na gordura subcutânea (33%).

A torta de girassol é uma fonte excelente de nutrientes para cordeiros porque é composto por óleo rico em ácidos graxos poliinsaturados (65.3%), e seu teor de proteína bruta variam entre 22-33% (NAGALAKSHMI; DHANALAKSHMI; HIMABINDU, 2011). Porcentagens crescentes de semente de girassol na ração de cordeiros resultam em menores porcentagens de ácidos graxos saturados e maiores de insaturados na carne, o que é desejável, já que minimiza os riscos de doenças cardiovasculares (MACEDO et al., 2008).

De maneira geral, ela pode ser considerada uma fonte alternativa de proteína (> 200 g/kg de MS de proteína bruta), apresentando em torno de 800 g/kg de MS de nutrientes digestíveis totais e lipídios superiores a 150 g/kg de MS (BERAN et al., 2007).

A ausência de uniformidade na composição da torta, principalmente quanto aos teores de extrato etéreo, como de fibra em detergente neutro e ácido, exige atenção no momento da formulação das rações, a fim de evitar influência negativa sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, podendo vir a prejudicar o desempenho dos animais (OLIVEIRA et al., 2007).

O farelo de girassol apresenta um valor nutricional semelhante ao farelo de soja e ao farelo de algodão, cuja proteína é extensivamente degradada no rúmen (PAVAN; SANTINI, 2002), e o perfil de aminoácidos é caracterizado por baixos teores de lisina, mas rico em metionina. Dado que a metionina é o primeiro aminoácido limitante na proteína microbiana para cordeiros (VISAGIE, 2010), é esperado que um aumento de torta de girassol na dieta, melhore o seu desempenho (NKOSI et al., 2011).

Uma das grandes vantagens de utilizar o girassol como fonte alternativa na dieta é que ele não apresenta fatores antinutricionais, o que favorece a boa aceitabilidade pelos animais e também facilita sua introdução na dieta de forma prática e viável.

1.3.5 Glicerina

O interesse do uso da glicerina bruta na nutrição animal é pelo fato da mesma ter o potencial para substituir parcialmente os ingredientes à base de amido na dieta, como o milho, pois o glicerol, que compõe em média 85% na matéria seca da glicerina bruta, é convertido em propionato no rúmen e atua como um precursor para a síntese hepática de glicose (GUNN et al., 2010), promovendo melhor aporte energético aos animais (PAIVA et al., 2015).

Em função do aumento na oferta de glicerina e do seu potencial como macroingrediente na dieta de animais, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) regularizou em outubro de 2010 o uso da glicerina bruta. A partir desse momento o produto deve atender um padrão mínimo de qualidade para utilização na alimentação animal: com no mínimo 80% de glicerol, máximo de 13% de umidade, máximo de 150 mg/kg de metanol, sódio e matéria mineral com valor máximo garantido pelo fabricante, o que pode variar em função do processo produtivo.

Destaca-se ainda, a proibição do uso de glicerina proveniente da gordura animal na alimentação de ruminantes devido ao risco de ocorrência de doenças priônicas. As glicerinas oriundas de óleos de mamona e de pinhão manso também estão desautorizadas em função do risco da presença de contaminantes (OLIVEIRA et al., 2011).

O glicerol, de diferentes graus de pureza, podem ser incluídas em rações para ruminantes, até 10% da matéria seca, como um substituto para as fontes de amido rapidamente fermentáveis, sem afetar negativamente o ambiente ruminal a digestibilidade de todo o trato digestivo (SCHRODER; SUDEKUN, 2015).

1.3.6 Mamona

A mamoneira é uma planta que possui excelente potencial para a produção de biodiesel. O baixo custo de implantação e produção dessa cultura, bem como a sua relativa resistência ao estresse hídrico, permite que a mamoneira se desenvolva em condições adversas de clima e solo (CÉSAR; BATALHA, 2010).

Entre os coprodutos do beneficiamento, a casca de mamona representa, em média, 25% do peso do fruto, sendo os 75% restantes correspondente ao peso total das sementes (baga) (POMPEU et al., 2013).

O farelo de mamona é um dos coprodutos do biodiesel com maior teor de proteína, ficando atrás apenas do farelo de amendoim, com cerca de 40% de proteína bruta. Apesar disto o seu teor de fibra é alto o suficiente para classificá-lo como alimento volumoso o que compromete o seu potencial de fornecimento de energia. No caso da torta, o teor de óleo aumenta a energia, mas pode limitar seu uso, especialmente porque 89% dos seus ácidos graxos são de um tipo particular, chamado ricinoléico (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009).

A torta de mamona é obtida por prensagem a quente da amêndoa, sem a utilização de produtos químicos, e tem rendimento de 50%, que uma vez passada pelo processo de destoxificação pode ser usada na alimentação animal (POMPEU et al., 2012). Isso, porque, o principal fator limitante do uso de coprodutos de sementes de mamona é a presença de ricina (OLIVEIRA et al., 2010b).

A ricina se classifica como uma lectina, componente do grupo das “proteínas inativadoras de ribossomos”, compostas por duas sub-unidades de funções biológicas distintas. A subunidade A inativa especificamente e irreversivelmente os ribossomos eucarióticos, impedindo a síntese protéica. Já a subunidade B encontra-se ligada à membrana celular e à sub-unidade A, e permite a entrada desta por endocitose para o citosol. Assim, se quebradas as ligações entre as duas sub-unidades, as partes resultantes não são tóxicas em células eucarióticas (OLIVEIRA et al., 2010a)

Diferentes métodos físicos (descasque, de imersão, aquecimento, vapor, fervura, esterilização em autoclave e extrusão) e químicos (amônia, formaldeído, cal, cloreto de sódio, ácido tânico, hidróxido de sódio e compostos de cálcio) de destoxificação da ricina foram testados por Anandan et al. (2005), cuja eficácia foi avaliada com base nas mudanças quantitativas e qualitativas no teor da ricina. Eles concluíram que, de todos os métodos utilizados, o de autoclave (15 psi., 60 min) e o tratamento com cal (40 g/kg) obtiveram melhores respostas pois destruiu completamente a toxina.

1.3.7 Pinhão Manso

As sementes de *Jatropha curcas*, conhecida popularmente como pinhão manso, contêm de 30- 40% de óleo e, quando cultivada sem condições adequadas, apresentam maior rendimento de óleo por hectare que outras culturas, tais como: girassol, soja, milho e algodão (MAKKAR; BECKER, 2009).

A composição em aminoácidos essenciais do farelo de pinhão manso assemelha-se ao farelo de soja, exceto nos níveis de lisina e aminoácidos sulfurosos, menor e maior, respectivamente (OLIVEIRA et al., 2011). A casca da semente de pinhão manso, por apresentar alto teor de lignina não se adequa à alimentação de ruminantes, sendo mais conveniente utilizá-la como insumo calorífico (SATURNINO et al., 2005).

A torta de pinhão manso com casca, obtida após extração do óleo de sementes por prensa hidráulica (extração à frio), contém elevado teor de extrato etéreo e de fibra indigestível (OLIVEIRA et al., 2010a).

Um dos fatores limitantes para sua utilização na alimentação animal é a presença de componentes tóxicos, principalmente ésteres de forbol, pois provoca alterações caracterizadas por distúrbios digestivos, pulmonares, renais e hepáticos (FERREIRA et al., 2012). Em geral, as intoxicações não são graves (não levam a óbito), e os sintomas são relacionados com a irritação gastrointestinal devido à inflamação aguda, cujos primeiros sinais são diarreia, dispneia, desidratação e perda de condição geral, associados com alguns achados patológicos (MENDONÇA; LAVIOLA, 2009).

A toxidez da torta do pinhão manso se deve principalmente à presença de substâncias como: inibidores de tripsina, lecitinas (curcina), terpenos, saponinas e ácido fítico (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009). Segundo eles os inibidores de tripsina são substâncias antinutricionais que interfere no processo fisiológico de digestão através da interferência das enzimas pancreáticas proteolíticas, levando à redução da digestibilidade da proteína da dieta causando diminuição severa no crescimento em animais ruminantes jovens.

2. ASPECTOS RELACIONADOS À QUALIDADE DA CARNE

O consumo de carne é parte importante na dieta humana e possui fortes implicações na saúde, na economia e na cultura mundial (PAREDI et al., 2013), por ser considerada uma fonte alimentar de boa qualidade, devido ao seu alto teor de proteína e riqueza de aminoácidos essenciais (YU et al., 2015).

A determinação do valor nutritivo de alimentos destinados à alimentação de animais ruminantes tem sido alvo de contínuos trabalhos de pesquisa. Observa-se constante procura de alimentos com qualidade, cujos objetivos são atender as exigências, principalmente, dos valores proteicos e energéticos para a demanda gerada pelas funções produtivas dos animais em determinado estágio fisiológico (PEREIRA et al., 2005). Como foi visto anteriormente, os coprodutos provenientes da produção do biodiesel, tem surgido como alternativa para substituírem os alimentos normalmente utilizados, como soja e milho.

Vários segmentos da indústria da carne estão se esforçando para aumentar a qualidade do produto, a produtividade e os retornos econômicos (BRITO et al., 2014), e por isso muita atenção tem disso dada à nutrição, pois é um dos principais fatores que afetam a qualidade da carcaça e, principalmente, da carne, pois influencia os perfis de

ácidos graxos, propriedades antioxidantes, taxa de síntese proteica, cor, sabor, sensibilidade e entre outras propriedades (BRITO et al., 2016).

A carcaça é o produto mais importante da terminação de animais de corte, pois suas características quantitativas e qualitativas estão diretamente relacionadas à porção comestível da carne (OLIVEIRA et al, 2014). As carcaças devem apresentar bom rendimento, com maior quantidade de músculo e com adequado acabamento, de modo que estejam de acordo com as demandas do mercado.

Vários fatores, intrínsecos e extrínsecos, *ante* e *post-mortem*, podem exercer influência significativa, tanto sobre a qualidade como sobre a composição da carne: idade, sexo, nutrição, distribuição da gordura, funcionalidade muscular, estresse, entre outros.

A qualidade da carne tem feito parte de estudos cada vez mais objetivos, fundamentando-se em testes químicos, físicos e sensoriais, que se adequam de acordo com o segmento a ser utilizado, seja ele, para produção, indústria ou o próprio consumidor (SOBRINHO et al., 2005).

Dentre as características químicas, a água por ser o componente mais abundante tem grande influência na qualidade da carne afetando a suculência, a textura, sabor e coloração (GOMIDE et al., 2013), além de influenciar, diretamente, as etapas de armazenamento e processamento, por atuar em várias reações biológicas do organismo.

Na composição química da carne, o teor de extrato etéreo é o que mais apresenta variação, uma vez que aumentada sua concentração, ocorre diminuição nas proporções de umidade, proteínas e minerais. O teor de gordura está intimamente relacionado com a qualidade da carne, pois apresentando uma adequada distribuição, influência na textura, na suculência e no sabor (MONTE et al., 2012).

Dentre os diversos minerais presentes na carne, destacam-se o ferro e o zinco (CAMARGO et al., 2008). O ferro é importante na formação da hemoglobina sendo fundamental para o transporte de oxigênio para as células; e o zinco, por sua vez, é primordial na síntese de DNA e age como co-fator nos processos metabólicos (LUCHIARI FILHO, 2000).

As proteínas da carne são originárias, principalmente, do tecido muscular e conjuntivo (MONTE et al., 2012). Elas possuem um alto valor biológico, devido a sua composição aminoacídica, e devido às suas características favoráveis de digestibilidade.

Dentre as proteínas, as miofibrilares estão associadas diretamente às moléculas de água da carne, influenciando assim nas características de capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção (PPC), dureza e coloração. No tecido conjuntivo, a proteína que está presente em maior quantidade é o colágeno (ORDÓÑEZ, 2005), e na posição intracelular apresenta uma função importante na determinação da textura e, conseqüentemente, na qualidade da carne, pois a sua estabilidade mecânica aumenta com o crescimento do animal, devido o colágeno torna-se progressivamente mais rígido e mais resistente pelo aumento das suas ligações cruzadas. Assim, pode-se esperar uma redução na qualidade sensorial com o aumento do teor de colágeno, pois a carne com elevada proporção de tecido conjuntivo é considerada de baixa qualidade devido à redução da sua maciez e valor nutricional (DELLA TORRE; BERAQUET, 2005).

A maciez agrupa propriedades sensoriais associadas à ingestão da carne, tais como textura, sabor, odor, mastigação e suculência. Essas propriedades juntamente com as características físicas da carne (teor de gordura, organização espacial da gordura, conteúdo de colágeno, organização miofibrilar, tipo de miofibrilas, tamanho, forma e densidade, comprimento sarcômero, etc.), estão relacionadas com a qualidade final do produto (DAMEZ; CLERJON, 2008).

Dentre as formas de avaliação física, o pH é um fator dominante que determina a reação química do processo e a qualidade do produto, particularmente nos processos alimentares e bioquímicos. Na carne, o controle do pH é muito importante para evitar perda de cor e textura (ANDRÉS-BELLO et al., 2013). Durante o processamento de alimentos, o valor do pH afeta fenômenos e processos, por exemplo, propriedades proteicas como desnaturalização, gelificação, atividades enzimáticas, crescimento e mortalidade de microrganismos, a germinação ou inativação de esporos bacterianos e reações químicas, tais como a reação de Maillard (STIPPL; DELGADO; BECKER, 2004).

Variações consideráveis na cor, na textura e na retenção de água da carne são importantes traços na avaliação de qualidade, uma vez que determinam o apelo visual e aceitabilidade pelo consumidor e pelas indústrias (HUGUES et al., 2014).

A cor é a característica mais importante para o consumidor no momento da compra e reflete o estado químico e o teor de mioglobina no músculo (BONAGURIO et al., 2003).

A capacidade de retenção de água não é apenas importante para a aceitabilidade visual e sensorial, mas também por razões econômicas, devido ao seu papel na moldagem da estrutura muscular e seus consequentes efeitos sobre a qualidade do produto (HUGUES et al., 2014).

A força de cisalhamento, por sua vez, que mede a força necessária para cortar a carne, também exerce influência sobre a qualidade, pois quanto maior a força necessária, menor é a maciez deste pedaço. Variações nos valores de força de cisalhamento dentro da mesma espécie podem ser encontradas, pois existem diferenças entre as raças, idade e maturação do animal, além da ação enzimática, como a das calpastatinas (RUBENSAN et al., 1998).

Estudos proteômicos comparativos têm revelado caminhos bioquímicos envolvidos na qualidade sensorial da carne, incluindo maciez, suculência e capacidade de retenção de água. Essas vias estão relacionadas à estrutura das miofibrilas, proteólise, calor, estresse, resistência ao estresse oxidativo, apoptose ou metabolismo energético; onde pelo menos parte dessas vias podem, também, estar relacionadas com o desenvolvimento e estabilidade da cor da carne, particularmente as relacionadas ao estado oxidativo, metabolismo energético e consequentemente, ao status do NADH pelo declínio do pH e apoptose (GAGAOUA et al., 2015).

Dentre as diversas e variadas justificativas para se estudar proteínas, em especial a relação entre os aspectos estruturais e funcionais, salienta-se que elas são os frutos da expressão genética dos organismos (herança biológica), que é variável com o tempo e a condição fisiológica e ambiental do sistema em estudo, além de estarem envolvidas com eventos biológicos vitais (BARACAT-PEREIRA, 2014).

Uma série de trabalhos tem relatado as mudanças proteômicas no processo *post mortem* da carne suína (MORZEL et al., 2004; LAMETSCH et al., 2003; LAMETSCH; ROEPSTORFF; BENDIXEN, 2002; LAMETSCH; BENDIXEN, 2001) e bovina (BJARNADÓTTIR et al., 2010; JIA et al., 2007; JIA et al., 2006a; JIA et al., 2006b).

Além de ser usado para estudo dos processos *post mortem* e efeito de alterações genéticas, ambos sobre a qualidade da carne, muitos estudos proteômicos tem sido realizados com o objetivo de descrever as diferentes proteínas que estão presentes em uma amostra de músculo. Essa abordagem pode ser descrita como perfil ou mapeamento proteômico (JIA et al., 2006b).

Mapas 2-D de algumas espécies e tecidos tem sido publicados nas últimas décadas, incluindo os mapas de músculo suíno (LAMETSCH; ROEPSTORFF; BENDIXEN, 2002; MORZEL et al., 2004), bovino (BOULEY; CHAMBON; PICARD, 2004) e de frangos (DOHERTY et al., 2004). Alguns desses mapas têm sido utilizados para a busca de marcadores moleculares relacionados com características de qualidade da carne. De acordo com Bendixen et al. (2005), conhecer biomarcadores para o crescimento muscular e características de qualidade de carne permitirá aos cientistas construir e testar hipóteses melhores sobre a produção e industrialização da carne e os consumidores se beneficiarão com produtos de melhor qualidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os coprodutos oriundos da produção de biodiesel apresentam, em sua maioria, características nutricionais adequadas para inclusão na dieta de pequenos ruminantes conforme tem comprovado os trabalhos presentes na literatura. Entretanto, alguns entraves ainda precisam ser minuciosamente estudados para que a alimentação animal seja, de fato, um elo consistente entre a indústria do biodiesel e a pecuária, como por exemplo, custos agrícolas e de logística.

Vários fatores podem alterar as respostas fisiológicas dos animais diante de um novo alimento e esses, conseqüentemente, promovem mudanças na composição do produto final, no caso, a carne. Por isso, avaliações físico-químicas e sensoriais faz-se necessário para avaliar a influência desses alimentos no produto final, visando garantir sua qualidade.

A torta de girassol tem se destacado dos demais coprodutos por ser uma cultura de alta adaptabilidade às condições edafoclimáticas; por ser um bom substituto, principalmente, ao farelo de soja; por não possuir fator antinutricional que limite seu uso na dieta; e, principalmente, por apresentar bons resultados quando utilizados na alimentação de ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANP. Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Boletim mensal do biodiesel**, fev. 2016. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 20 de mar. 2016.
- ANP. Agencia Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Anuário estatístico brasileiro do petróleo, gás natural e biocombustíveis**, 2015. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em: 13 de jan. 2016.
- ABDALLA, A.L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, p.260-258. 2008.
- ABUBAKR, A.R. et al. Effect of feeding palm oil by-products based diets on muscle fatty acid composition in goats. **PLoS ONE**. 2015.
- ABUBAKR, A.R. et al. Growth, nitrogen metabolism and carcass composition of goats fed palm oil by-products. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v.112, n.1-3, p.91-96. 2013.
- ALVES, F.J.L. et al. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 45, p.145-150, 2016.
- ANANDAN, S. et al. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v.120, n.1, p.159-168. 2005.
- ANDRADE, R.P.X. et al. Castor beans hulls as a replacement for Tifton 85 hay in lamb diets. **Tropical Animal Health and Production**. DOI 10.1007/s11250-012-0345-4. 2013.
- ANDRÉS-BELLO, A. et al. Effect of pH on color and texture of food products. **Food Engineering Reviews**. v.5, p.158–170. 2013.
- APROBIO. Associação dos Produtores de Biodiesel do Brasil. Disponível em: <<http://aprobio.com.br/>>. 2017.
- ARAÚJO, M.L.G.M.L. et al. Assessment of the metabolic, protein, energy, and liver profiles of lambs finished in a feedlot and receiving diets containing groundnut cake. **Tropical Animal Health Production**. v.46, p.433–437. 2014.
- ARAÚJO, V.L. et al. Inclusão de casca de pinhão-mansão em dietas de ovinos: consumo voluntário e caracterização de quadro toxicológico. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.62, n.5, p.1255-1258. 2010.

- BARACAT-PEREIRA, M.C. **Bioquímica de proteínas: fundamentos estruturais e funcionais**. Viçosa, MG: Ed.UFV. 298p. 2014.
- BENDIXEN, E. The use of proteomics in meat science. **Meat Science**. v.71, p.138-149. 2005.
- BARROS, M.C.C. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo, digestibilidade, desempenho, medidas morfométrica da carcaça e características da carne. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.36, n.1, p.453-466. 2015.
- BERAN, F.H.B. et al. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica de três estádios. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, p.130-137. 2007.
- BEZERRA, L.S. et al. Composição Centesimal da Carne de Ovinos Terminados com Dietas Contendo Torta de Amendoim. **Revista Científica de Produção Animal**. v.14, n.1, p.110-113. 2012.
- BJARNADÓTTIR, S.G. Proteome Changes in Bovine Longissimus Thoracis Muscle during the First 48 h Postmortem: Shifts in Energy Status and Myofibrillar Stability. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.58, p.7408–7414. 2010.
- 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 e Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.4, p.15-26. 2009.
- BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991. 2003.
- BOULEY, J.; CHAMBON, C.; PICARD, B. Mapping of bovine skeletal muscle proteins using two-dimensional gel electrophoresis and mass spectrometry. **Proteomics**, v.4, p.1811–1824. 2004.
- BRASIL. **Lei nº. 11.097, de 13 de janeiro de 2005**. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira; altera as Leis nos 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e dá outras providências.
- BRITO, G.F. et al. The effect of forage type on lamb carcass traits, meat quality and sensory traits. **Meat Science**. v.119, p.95–101. 2016.

- BRITO, G. et al. Growth, carcass traits and palatability: Can the influence of the feeding regimes explain the variability found on those attributes in diferente Uruguayan genotypes? **Meat Science**. v.98, p.533–538. 2014.
- CAMARGO, A.M. et al. Composição mineral da carne de bovinos de diferentes grupos genéticos com idades distintas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 578-584. 2008.
- CARVALHO, E.M. **Torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp*) na alimentação de ovinos**. Dissertação. Itapetinga, BA: UESB, 40p. 2006.
- CÉSAR, A.S.; BATALHA, M.O. Biodiesel production from castor oil in Brazil: A difficult reality. **Energy Policy**, Amsterdam, v.38, n.8, p.4031-4039. 2010.
- CORREIA, B.R. et al. Ingestive behavior and physiological parameters of steers fed with biodiesel cakes. **Archivos de Zootecnia**. v.61, n.233, p.79-89, 2012.
- DAMEZ, J-L.; CLERJON, S. Meat quality assessment using biophysical methods related to meat structure. **Meat Science**. v.80, p.132–149. 2008
- DELLA TORRE, J.C.M; BERAQUET, N.J. Composição centesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.64, n.2, p. 223-231. 2005.
- DIAS, J.C. et al. Crude glycerin in meat goat diets: intake, performance and carcass traits. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.46, n.4, p.719-724. 2016.
- DOHERTY, M.K. et al. The proteome of chicken skeletal muscle: changes in soluble protein expression during growth in a layer strain. **Proteomics**, v.4, p.2082–2093. 2004.
- DUARTE, R.A.B. et al. Torta de amendoim em substituição ao farelo de soja na alimentação de cordeiros ½ sangue Dorper. **Arquivo de Zootecnia**, v.64, p.317-322. 2015.
- DUTTA, T.K. et al. Effect of supplemental palm oil on nutrient utilization, feeding economics and carcass characteristics in post-weaned Muzafarnagari lambs under feedlot condition. **Small Ruminant Research**. v.78, p.66–73. 2008.
- FAOSTAT - Food na Agriculture Organization of the United Nations. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. 2014.
- FERNANDES, F.M. et al. Biodiesel no mundo e no Brasil: situação atual e cenários futuros. **AGRENER GD 2015**. 2015.

- FERNANDES JÚNIOR, F. et al. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 34, n. 6, suplemento 2, p.3999-4014. 2013.
- FERRARI, R.A.; SOUZA, W.L. Avaliação da estabilidade oxidativa de biodiesel de óleo de girassol com antioxidantes. **Química Nova**. v.32, n.1, p.106-111. 2009.
- FERREIRA, O.R. et al. Toxicidade do pericarpo da *Jatropha curcas* em ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.3, p.559-567. 2012.
- GAGAOUA, M. et al. Understanding Early Post-Mortem Biochemical Processes Underlying meat color and pH decline in the *Longissimus thoracis* muscle of young blond d'Aquitaine bulls using protein biomarkers. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.63, p.6799–6809. 2015.
- GOMES, M.A.B. et al. Performance and carcass characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.40, n.10, p.2211-2219. 2011.
- GOMIDE, L.A.M. et al. Ciência e qualidade da carne, Fundamentos. Viçosa: Editora UFV, 197p, 2013.
- GUNN, P.J. et al. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing whether lambs. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.88, n.5, p.1771-1776. 2010.
- HAMELINCK, C.N.; FAAIJ, A.P.C. Outlook for advanced biofuels. **Energy Policy**. v.34, n.17, p.3268-3283. 2006.
- HOOGERWERF, M. China – The Next Major Producer. **China Europe BioEnergy Consortium**. 2012. Disponível em: < <http://chinawaterrisk.org/opinions/biofuels-china-next-major-producer/>>.
- HUGHES, J.M. et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**. v.98, p.520–532. 2014.
- IVAN, M. et al. Effects of dietary sunflower seed oil on rumen protozoa population and tissue concentration of conjugated linoleic acid in sheep. **Small Ruminant Research**. v.41, p.215-227. 2001.
- JIA, X. et al. Proteome Changes in Bovine Longissimus Thoracis Muscle During the Early Postmortem Storage Period. **Journal of Proteome Research**, v.6, p.2720-2731. 2007.

- JIA, X. et al. Changes in Enzymes Associated with Energy Metabolism during the Early Post Mortem Period in Longissimus Thoracis Bovine Muscle Analyzed by Proteomics. **Journal of Proteome Research**, v.5, p.1763-1769. 2006a.
- JIA, X. et al. Proteome analysis of early post-mortem changes in two bovine muscle types: M. longissimus dorsi and M. semitendinosus. **Proteomics**, v.6, p.936–944.2006b.
- KATOLE, S. et al. Nutrient intake, digestibility, and blood metabolites of goats fed diets containing processed jatropha meal. **Tropical Animal and Health Production**. v.45, p.1563–1569. 2013.
- KATOLE, S. et al. Intake, blood metabolites and hormonal profile in sheep fed processed Jatropha (*Jatropha curcas*) meal. **Animal Feed Science and Technology**. v.170, p. 21– 26. 2011.
- KESKIN, S.; KOR, A.; KARACA, S. Evaluation of sensory characteristics of sheep and goat meat by Procrustes Analysis. **Czech Journal of Animal Science**. v.57, p.516–521. 2012.
- LAMETSCH, R. et al. Postmortem proteome changes of porcine muscle related to tenderness. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.51, p.6992–6997. 2003.
- LAMETSCH, R.; ROEPSTORFF, P.; BENDIXEN, E. Identification of protein degradation during postmortem storage of pig meat. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.20, p.5508–5512. 2002.
- LAMETSCH, R.; BENDIXEN, E. Proteome analysis applied to meat science: characterizing postmortem changes in porcine muscle. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.49, p.4531–4537. 2001.
- LEÃO, A.G. et al. Peso e rendimento dos não-componentes da carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis crescentes de farelo de amendoim. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44, Jaboticabal. **Anais...**Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. CD ROM. 2007.
- LEITE, J.G.D.B. et al. Biodiesel policy for family farms in Brazil: One-size-fits-all? **Environmental Science & Policy**. v.27, p.195-205. 2013.
- LIMA, A.M. Estudos recentes e perspectivas da viabilidade técnico-econômica da produção de biodiesel. **Documentos 08**. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 23 p. 2011.

- LOUVADINI, H. et al. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609. 2007.
- LUCHIARI FILHO, A. **A pecuária da carne bovina**. São Paulo: LinBife, 135 p. 2000.
- MACEDO, V.P. et al. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MACEDO, V.P. et al. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868. 2008.
- MADRUGA, M.S. et al. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.
- MAKKAR, H.P.S.; BECKER. K. *Jatropha curcas*, a promising crop for the generation of biodisel and value-added coproducts. **European Journal of Lipid Science and Technology**. v.111, p. 773-787. 2009.
- MENDONCA, S.; LAVIOLA, B.G. **Uso Potencial E Toxidez Da Torta De Pinhão-Manso**. In: Proccedings Of the Congresso Brasileiro de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel, Montes Claros, pp. 91–97. 2009.
- MIZUBUTI, I.Y. et al. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns co-produtos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**., v.32, suplemento 1, p.2021-2028. 2011.
- MONTE, A.L.S. et al. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p11-17. 2012.
- MORZEL, M. et al. Proteome changes during pork meat ageing following use of two different pre-slaughter handling procedures. **Meat Science**. v.67, p.689–696. 2004.
- MOURA, E.S. et al. Sunflower cake in diets for lambs: intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v.36, n.3, suplemento 1, p.2247-2258. 2015.
- NAGALAKSHMI, D.; DHANALAKSHMI, K. Effect of feeding castor seed cake based diets on growth, nutrient utilization, immune response and carcass traits in lambs. **Asian Journal of Animal Sciences**. v.9, p.293-305. 2015.

- NAGALAKSHMI, D.; DHANALAKSHMI, K.; HIMABINDU, D. Replacement of groundnut cake with sunflower and karanj seed cakes on performance, nutriente utilisation, immune response and carcass characteristics in Nellore lambs. **Small Ruminant Research**, Amsterdam v.97, n.2, p.12-20. 2011.
- NICORY, I.M.C. et al. Productive and metabolic parameters in lambs fed diets with castor seed meal. **Livestock Science**. p.1871-1413. 2015.
- NKOSI, B.D. et al. Effects of different dietary inclusion levels of sunflower oil cake on the growth performance of South African mutton Merino lambs. **Research Opinions In Animal & Veterinary Sciences**. v.1, p.330-333. 2011.
- NUNES, A.S. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos de cordeiros submetidos a dietas com torta de dendê. **Archivos de Zootecnia**. v.60, p.903-912. 2011.
- NUNES, A.S. et al. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1825-1831. 2010.
- ORDÓÑEZ, J.A. Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 294p. 2005.
- OLIVEIRA, D.S. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros SPRD cruzados com as raças Santa Inês e Somalis Brasileira terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.15, n.4, p.937-946. 2014.
- OLIVEIRA, C.H.A. et al. Anatomic and tissue characteristics in goats fed for extended periods with residue of castor biodiesel production. **Semina: Ciências Agrárias**. v.34, n.6, p.2865-2878. 2013a.
- OLIVEIRA, P.B. et al. Growth and carcass characteristics of Santa Inês lambs fed diet supplemented with physic nut meal free of phorbol ester. **Small Ruminant Research**. v.114, p.20– 25. 2013b.
- OLIVEIRA, R.L. et al. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**. v.25, n.4, p.625-638, 2012a.
- OLIVEIRA, R.L. et al. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias** (Colombian journal of animal science and veterinary medicine). v. 25, n.4. 2012b.

- OLIVEIRA, A.S. et al. Perspectivas na utilização de coprodutos do biodiesel na produção de bovinos de corte. (2011). In: SIMPÓSIO MATOGROSSENSE DE BOVINOCULTURA DE CORTE, 1, Cuiabá. **Anais**. Cuiabá, p.131-150. 2011.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castorseed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**. v.158, p.15–28. 2010a.
- OLIVEIRA, A.S. et al. In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**. v.15, p.741–754. 2010b.
- OLIVEIRA, M.D.S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal in vitro de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**. v.8, p.629-683, 2007.
- PAIM, T.P. et al. Uso de subprodutos do algodão na nutrição de ruminantes. **Ciência veterinária nos trópicos**. v.13, n.1/2/3, p.24 – 37. 2010.
- PAIVA, P.G. et al. Glicerina na alimentação de bovinos. **Science and Animal Health**, v.3, n.1, p. 31-55. 2015.
- PALMIERE, A.D. et al. Feeding behavior of finishing goats fed diets containing detoxified castor meal, co-product of the biodiesel industry. **Tropical Animal and Health Production**. v.49. 2016.
- PALMIERE, A.D. et al. Effects of substituting soybean meal for sunflower cake in the diet on the growth and carcass traits of crossbred boer goat kids. **Journal Animal Science**. v.25, p.59-65. 2012.
- PAREDI, G. et al. Muscle and meat: New horizons and applications for proteomics on a farm to fork perspective. **Journal of proteomics**. v.88, p.58–82. 2013.
- PAVAN, E.; SANTINI, F.J. Use of sunflower meal or fish meal as protein supplement for high quality fresh forage diets: ruminal fermentation, microbial protein synthesis and sites of digestion. **Animal Feed Science and Technology**. v.101, n.1-4, p.61-72, 2002.
- PEREIRA, E.S. et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina: Ciências Agrárias**. v.26, n.1, p.125-134.2005.
- PIONA, M.N.M. et al. Níveis de caroço de algodão na dieta de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.13, n.1, p.110-122. 2012.

- PINHEIRO, B.F.S.; BALDEZ, I.S.; MAIA, S.G. Biodiesel: uma nova fonte de energia obtida pela reciclagem de óleos residuais. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobrás e IF Fluminense**. v.1, p.417-426. 2010.
- POMPEU, R.C.F.F. Características da carcaça e dos componentes não carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.14, n.3, p.490-507. 2013.
- POMPEU, R.C.F.F. et al. Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona detoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.3, p.726-733. 2012.
- QUINTELLA, C.M. et al. Cadeia do biodiesel da bancada à indústria: uma visão geral com prospecção de tarefas e oportunidades para P&D&I. **Química Nova**. v.32, n.3, p.793-808. 2009.
- RANDEL, R.D.; CHASE JR, C.C.; WYSE, S.J. Effects of gossypol and cottonseed products on reproduction of mammals. **Journal of Animal Science**. v.70, p.1628–1638. 1992.
- REISER, R.; FU, H.C. The mechanism of gossypol detoxification by ruminant animals. **The Journal of Nutrition**. v.76, p.215–218. 1962.
- RIBEIRO, R.D.X. et al. Meat quality of lambs fed on palm kernel meal, a by-product of biodiesel production. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v.24, n.10, p.1399-1406. 2011.
- RODRIGUES, M.M.F.C. Coprodutos na alimentação de ovinos. **Pesquisa & Tecnologia**. v.11, n.1. 2014.
- RODRIGUES, F.V.; RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.7, n.2, p.91-99. 2013.
- RODRIGUES, D.N. et al. Desempenho de cordeiros confinados, alimentados com dietas à base de torta de girassol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.48, n.4, p.426-432. 2013.
- ROY, A. et al. Evaluating the performance, carcass traits and conjugated linoleic acid content in muscle and adipose tissues of Black Bengal goats fed soybean oil and sunflower oil. **Animal Feed Science and Technology**. v.185, p.43– 52. 2013.

- RUBENSAM, J.M. et al. Influência do genótipo *Bos indicus* na atividade de calpastatina e na textura da carne de novilhos abatidos no sul do Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.18, n.4. 1998.
- SANDERS, D.M. et al. Histomorfometria do epitélio ruminal de cabritos ½ sangue Boer submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, n.2, p.433-440. 2015.
- SANTOS, R.F. et al. Evolução e perspectiva da cultura do amendoim para biocombustível no Brasil. **Acta Iguazu**. v.1, n.2, p. 20-35. 2012.
- SATURNINO, H.M. et al. Cultura do pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) **Informativo Agropecuário**. v.6, p.44-78. 2005.
- SCHRODER, A.; SUDEKUM, K. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **The regional institute**. Online publishing. v.241. 2015.
- SILVA, R.V.M.M. et al. Cottonseed cake in substitution of soybean meal in diets for finishing lambs. **Small Ruminant Research**. v.137, p.183–188. 2016a.
- SILVA, T.M. et al. Ingestive behavior and physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. **Tropical Animal and Health Production**. v.48, p.59–66. 2016b.
- SILVA, D.L.S. et al. Efeitos de inclusões crescentes de torta de girassol em dietas de cordeiros em confinamentos: desempenho e características de carcaça. **Acta Veterinaria Brasilica**. v.10, n.3, p.216-223. 2016c.
- SOBRINHO, A.G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.
- SOUZA, L.L. Glicerina bruta em dietas para cordeiros Santa Inês e ½ Dorper X Santa Inês. Dissertação. Itapetinga-BA: UESB, 65p. 2013.
- SUAREZ, P.A.Z.; MENEGHETTI, S.M.P. 70º aniversário do biodiesel em 2007: evolução histórica e situação atual no Brasil. **Química Nova**, v. 30, p. 2068-2071. 2007.
- STIPPL, V.M.; DELGADO, A.; BECKER, T.M. Development of a method for the optical in situ determination of pH value during high-pressure treatment of fluid food. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**. v.5, p.285–292. 2004.
- TROY, D.J.; KERRY, J.P. Consumer perception and the role of science in the meat industry. **Meat Science**. v.86, p.214–226. 2010.

- TRZECIAK, M.B. et al. Utilização de sementes de espécies oleaginosas para produção de biodiesel. **Informativo Abrates**. v. 18, n.1/3, p.30-38. 2008.
- VIEIRA, M.M.M. et al. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça em ovinos alimentados com rações à base de farelo de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.11, p.140–149. 2010.
- VISAGIE, W. **The digestibility and degradability of feeds and protein sources in Dohne Merino sheep and Boer goats**. Dissertação, Universidade de Stellenbosch, África do Sul. 2010.
- VISONÁ-OLIVEIRA, M. et al. Torta de dendê na alimentação de ruminantes. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.9, n.16. 2013.
- XAZELA, N.M. et al. Effect of sunflower cake supplementation on meat quality of indigenous goat genotypes of South Africa. **Meat Science**. v.90, p.204–208. 2012.
- YU, T. et al. Data forin-depth characterisation of the lamb meat proteome from longissimus lumborum. **Data in Brief**. v.3, p.143–148. 2015.
- WALLACE, P.A.; ADU, E.K.; RHULE, S.W.A. Optimal storage conditions for cocoa cake with shell, palm kernel cake and copra cake as poultry and livestock feed in Ghana. **Livestock Research for Rural Development**. v.22, n.2. 2010.

CAPÍTULO 2

Características da carcaça e não constituintes da carcaça de ovinos mestiços confinados alimentados com diferentes níveis de torta de girassol

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar as características quantitativas da carcaça, composição tecidual da perna e os não constituintes da carcaça de cordeiros mestiços, submetidos a dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de girassol. Foram utilizados 24 cordeiros Santa Inês x Dorper, castrados, com peso vivo inicial de $18,9 \pm 2,17$ kg, os quais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. As dietas experimentais foram constituídas por feno de capim tifton 85, milho em grão moído, farelo de soja, sal mineral e os seguintes níveis de inclusão da torta de girassol que correspondiam aos tratamentos: 0, 5, 10 e 15% na ração completa. Os animais foram mantidos em confinamento até atingirem, em média, $32,1 \pm 2,6$ kg de peso vivo. Os rendimentos de carcaça (quente, fria e biológico), decresceram linearmente ($p < 0,05$) de acordo com o aumento dos níveis de inclusão da torta, cujas médias foram, 47,48%, 46,95% e 56,76%, respectivamente. Dentre as características que avaliaram a musculabilidade da carcaça, apenas o índice de musculabilidade da perna, circunferência da garupa e o peso da meia carcaça esquerda variaram de acordo com a crescente inclusão da torta de girassol na dieta, tendo o primeiro efeito quadrático e os demais, lineares decrescentes. Os pesos e rendimentos dos cortes, a composição tecidual da perna, assim como os não constituintes da carcaça, não foram influenciados ($p > 0,05$) pela dieta. A torta de girassol pode ser incluída em dietas à base de milho e soja até o nível de 15% sem provocar alteração na maioria das características dos constituintes e não constituintes de carcaça.

Palavras-chave: biodiesel, buchada, cordeiro, coproduto, *Helianthus annuus L*

ABSTRACT

The objective of the present study was to evaluate the quantitative characteristics of the carcass, tissue composition of the leg and the constituents not carcass of crossbred lambs, fed diets with increasing levels of sunflower cake inclusion. Twenty-four male castrated, Santa Inês x Dorper lambs, with initial weight of 18.9 ± 2.17 kg, which were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. Experimental diets were composed of corn hay, ground corn, soybean meal, mineral salt and the following inclusion levels of sunflower cake, which corresponded to the treatments: 0, 5, 10 and 15% in the whole ration. The animals were kept in confinement until they reach an average of 32.1 ± 2.6 kg body weight. Carcass yield (hot, cold and biological), decreased linearly ($p < 0.05$) according to the increase of the inclusion levels of the pie, whose averages were 47.48%, 46.95% and 56.76%, respectively. Among the characteristics that evaluate the carcass muscling, the muscularity leg, croup circumference and the weight of the left half varied according to the increasing inclusion of sunflower cake in the diet, taking the first quadratic effect and the other, decreasing linear. The weights and yields of cuts, tissue composition of the leg, as well as non carcass were not influenced constituents ($p > 0.05$) by diet. The sunflower cake can be included in corn and soybean based diets until the level of 15% without causing any change in most of the characteristics of the constituents and not carcass constituents.

Keywords: biodiesel, buchada, lamb, coproduct, *Hellianthus annuus L*

INTRODUÇÃO

A ovinocultura de corte é uma atividade importante para a pecuária mundial, e atualmente está direcionada para a produção de cordeiros, cuja categoria animal apresenta maior eficiência produtiva, melhores carcaças e carne de melhor qualidade. Nesta atividade, a intensificação do sistema de produção, através do confinamento, tem propiciado aos criadores retornos mais acelerados sobre o capital empregado, pois encurta o ciclo de produção e, conseqüentemente, permite ofertar produtos em quantidade e, principalmente, em qualidade que atendam às exigências do mercado.

No entanto, os gastos com alimentação de animais produzidos em confinamento, representam um dos principais componentes do custo de produção, podendo representar cerca de 70% do custo total, especialmente quando se faz uso de alimentos convencionais, como milho e farelo de soja (CARDOSO et al., 2016). Deste modo, fica evidente o aumento de interesse, principalmente por parte dos produtores, pela busca de alimentos alternativos, que visem minimizar esses custos, sem prejudicar o consumo e o desempenho dos animais (LAGE et al., 2010).

A utilização de coprodutos gerados a partir da cadeia do biodiesel é uma alternativa exequível para alcançar esses objetivos e ao mesmo tempo, solucionar possíveis problemas ambientais. Nesse sentido, a cultura do girassol vem se destacando, pois apresenta fácil adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, podendo ser cultivada em praticamente todo o território nacional (PEREIRA et al., 2016).

Dentre os coprodutos, a torta de girassol, que é obtida pelo esmagamento do grão para extração parcial do óleo na produção do biodiesel, caracteriza-se por ser uma excelente fonte de nutrientes e possuir uma boa aceitabilidade pelos animais, cuja qualidade nutricional é afetada pelas operações específicas de processamento.

Um dos aspectos inerentes à torta de girassol, como potencial de inclusão em rações de ruminantes, consiste no seu significativo teor lipídico, proteico (PEREIRA et al., 2011), e de fibra, visto que o óleo é extraído sem o descascamento dos grãos (OLIVEIRA et al., 2007). Estas características, podem interferir no consumo, na digestibilidade de nutrientes, na atividade da microbiota ruminal (CORREIA et al., 2011), e conseqüentemente, nos aspectos referentes aos constituintes e não constituintes de carcaça.

No sistema de produção de carne, as características quantitativas da carcaça são fundamentais no processo produtivo, pois estão diretamente relacionadas com a qualidade do produto final (HASHIMOTO et al., 2007). Essas características são fortemente influenciadas, por fatores como: genética, idade, sexo, aspectos nutricionais e efeitos ambientais (IRSHAD et al., 2013).

Estudos referentes aos não constituintes da carcaça, que são órgãos e vísceras comestíveis, como é o caso da “buchada”, prato típico da culinária nordestina (AMORIM et al., 2008), também, são de extrema importância pois, são considerados como boas fontes de proteína para alimentação humana (CAMILO et al., 2012), o que contribui para aumentar a valorização, no que diz respeito ao seu consumo (LIMA et al., 2013).

Apesar de a literatura reportar o uso da torta de girassol na alimentação de outros ruminantes (PALMIERE et al., 2012; AGY et al., 2012; OLIVEIRA et al., 2007), há poucas informações sobre a sua inclusão como ingrediente alternativo na alimentação de ovinos em confinamento e sua influência sob os constituintes e não constituintes de carcaça .

Assim, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar as características quantitativas da carcaça, composição tecidual da perna e componentes não constituintes da carcaça de cordeiros mestiços, submetidos a dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Parque de Exposição Aristóфанes Fernandes, localizado na cidade de Parnamirim (latitude: -5.904740; longitude: -35.260256), região metropolitana de Natal, Rio Grande do Norte.

Vinte e quatro cordeiros mestiços, Santa Inês x Dorper, castrados, com peso vivo inicial (PI) de $18,9 \pm 2,17$ kg, foram confinados em baias individuais cobertas, providas de comedouro, bebedouro e saleiro. Os animais foram pesados e identificados, submetidos aos controles de endo e ectoparasitas e vacinados contra clostridioses.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007), visando um ganho de peso médio diário de 200 g/dia/animal. Na Tabela 1 consta a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta. A relação

volumoso:concentrado foi de 40:60, sendo utilizado como volumoso, o feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon*) picado, e os concentrados foram compostos por farelo de soja, milho triturado, suplemento mineral e níveis crescentes de inclusão da torta de acordo com o tratamento.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (g/kg MS).

Nutrientes	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de Soja	Torta de Girassol*	Feno de Tifton
Matéria seca	876,4	886,1	924,9	899,4
Matéria orgânica	984,5	936,8	952,5	933,6
Matéria mineral	15,5	63,2	47,5	66,4
Proteína Bruta	91,1	487,5	345,1	96,5
Extrato Etéreo	40,7	17,1	63,1	16,5
Fibra em detergente neutro	139,8	146,2	374,8	798,9
Fibra em detergente ácido	40,8	98,6	278,6	390,3
Lignina	11,6	13,3	10,7	53,5
CHOT	852,7	432,2	544,4	820,6
CNF	712,9	286,0	169,6	21,7
NDT	872,4	815,4	776,6	512,0

Conforme Valadares Filho (2006). *Análises reais do material utilizado.

Os animais passaram por um período de adaptação ao manejo e às instalações de 15 dias e foram distribuídos em quatro tratamentos constituídos por níveis crescentes de inclusão de torta de girassol, contendo 0, 5, 10 e 15% com base na matéria seca (MS) (Tabela 2) da dieta total. Os cordeiros foram alimentados com dietas isoproteicas (15% PB), oferecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 08h (60% do total ofertado ao dia) e às 16h (40% do total ofertado ao dia), na forma de mistura completa, com controle diário da quantidade fornecida, permitindo 15% de sobras.

No final do período experimental, quando os animais atingiram a média de 32,1 $\pm$ 2,6 kg de peso vivo, estes tiveram seu peso final registrado antes (PF) e depois de serem submetidos a jejum da dieta sólida por 16 horas para determinação do peso de abate (PA).

O abate foi realizado na Companhia Frigorífica Potengy, também localizada em Parnamirim/RN, cujo abate seguiu a legislação prevista no regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA) (BRASIL, 2000).

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de girassol			
	0%	5%	10%	15%
Farelo de milho	40,40	38,95	38,40	36,60
Farelo de soja	16,60	13,05	8,60	5,40
Torta de girassol	0,00	5,00	10,00	15,00
Suplemento mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Feno Tifton-85 (<i>Cynodon</i> sp)	41,00	41,00	41,00	41,00
Composição química das dietas				
Matéria seca (%)	86,99	87,20	87,39	87,61
Matéria orgânica	93,60	93,61	93,66	93,65
Matéria mineral	6,40	6,39	6,33	6,34
Proteína Bruta	15,73	15,59	15,10	15,10
Extrato etéreo	2,60	2,80	3,01	3,20
FDN	40,82	41,98	43,12	44,28
FDA	19,28	20,27	21,20	22,20
Lignina	2,88	2,87	2,86	2,85
CHOT	75,26	75,21	75,54	75,37
CNF	34,43	33,23	32,42	31,07
NDT	69,77	69,49	69,27	68,97

FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; CHOT = Carboidratos Totais; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais

O processo de abate foi iniciado com atordoamento por concussão cerebral, seguido de sangria, pela seção da artéria carótida e veia jugular, esfolagem e evisceração. Após esses processos, foram retiradas a cabeça (seção na articulação atlanto-occipital) e as patas (seção nas articulações metacarpianas e metatarsianas) e registrado o peso de carcaça quente (PCQ), possibilitando, assim, calcular o rendimento de carcaça quente ou verdadeiro $[RCQ = \frac{PCQ}{PA} \times 100]$.

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado e, após a retirada de seu conteúdo, realizada nova pesagem para a determinação do trato gastrointestinal vazio (TGIV). Foi determinado o peso de corpo vazio (PCV), através da seguinte fórmula: $PCV = PA - [(TGIC - TGIV) + urina + suco biliar]$. Todos os não constituintes da carcaça, comestíveis ou não, foram pesados sendo as vísceras esvaziadas, lavadas e novamente pesadas, para determinação do rendimento de buchada e panelada. Como constituintes da buchada foram considerados: sangue, fígado, rins, pulmões, baço, língua, coração, omento, rúmen, retículo, omaso e intestino delgado (MEDEIROS et al., 2008). Para

panelada foram considerados os constituintes da buchada acrescidos da cabeça e das patas (CLEMENTINO et al., 2007).

As carcaças foram resfriadas por 24 horas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ em câmara frigorífica, penduradas pelo tendão calcâneo comum por meio de ganchos, e assim permaneceram para serem realizadas as avaliações objetivas e subjetivas da carcaça, seguindo as metodologias descritas por Cezar e Sousa (2007).

As avaliações objetivas consistiam nas medições morfométricas (comprimento externo da carcaça, comprimento externo da carcaça pelo método neozelândes, circunferência do tórax e da garupa) utilizando hipômetro e fita métrica; enquanto as subjetivas (conformação, acabamento e gordura pélvica-renal), consistiam na avaliação visual e comparativa entre as carcaças.

Em seguida, as carcaças foram pesadas, para obtenção do peso de carcaça fria (PCF) e cálculo da perda de peso por resfriamento $[\text{PPR} (\%) = \frac{(\text{PCQ} - \text{PCF})}{\text{PCQ}} \times 100]$. Foram calculados, conseqüentemente, os rendimentos de carcaça fria ou comercial $[\text{RCF} = \frac{\text{PCF}}{\text{PA}} \times 100]$ e o rendimento biológico $[\text{RB} = \frac{\text{PCQ}}{\text{PCV}} \times 100]$, de acordo com a metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

Nas carcaças foram realizadas uma secção na sínfise ísquio-pubiana, seguindo o corpo e apófise espinhosa do sacro, das vértebras lombares e dorsais. Então, submeteu-se a carcaça a corte longitudinal. Fez-se a pesagem da meia-carcaça esquerda e em seguida foram realizadas as seguintes mensurações: comprimento interno da carcaça e da perna, comprimento da perna, circunferência da perna e profundidade do tórax. A partir daí foi calculado o índice de compacidade da carcaça (ICC) pela razão do PCF pelo comprimento interno da meia carcaça.

Em seguida, ainda na meia carcaça esquerda foram seccionadas cinco regiões anatômicas segundo a metodologia adaptada de Cezar e Sousa (2007), que compreenderam: pescoço, costelas, lombo, paleta e perna. Estes foram individualmente pesados para obtenção do rendimento de cada corte em relação à meia carcaça esquerda.

No lombo houve a mensuração da área de olho-de-lombo (AOL) no músculo *Longissimus dorsi*, através do traçado do contorno do músculo em folha plástica de transparência, e assim, foram obtidas, por meio de régua, a largura máxima (A) e a

profundidade máxima (B), e inseridos na fórmula: $[AOL = \left(\frac{A}{2} \times \frac{B}{2}\right)\pi]$. Foi medido também, com o auxílio de paquímetro, a espessura de gordura subcutânea (EGS).

Após a obtenção dos cortes comerciais, as pernas foram identificadas, envolvidas em papel alumínio, armazenadas em sacos plásticos e congeladas em *freezer* a -18° C. Para a determinação da composição tecidual da perna, o corte foi descongelado em geladeira a 10° C, por 24 horas, e foram dissecados, para separação e quantificação de seus diferentes tecidos: músculos, ossos e gorduras, e suas relações músculo:osso e músculo:gordura, segundo metodologia descrita por Cezar e Sousa (2007).

O índice de musculosidade da perna (IMP) foi calculado segundo Purchas et al., (1991): $IMP = \frac{\sqrt{\frac{PM5}{CF}}}{CF}$, em que IMP = índice de musculosidade da perna, PM 5 = peso (g) dos cinco músculos que recobrem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus* e *Quadriceps femoris*) e CF = comprimento do fêmur(cm).

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (PROC GLM) e análise de regressão (PROC REG) no programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, e foi utilizado o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + E_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valor da variável avaliada no tratamento i na repetição j (j= 1, 2, 3, ... e 6)

μ = média geral do experimento

D_i = efeito da dieta i (i=1, 2, 3 e 4)

E_{ij} = erro aleatório associado a cada observação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nível crescente da torta de girassol na dieta de cordeiros não afetou as características de peso e PPR, porém, apresentou efeito linear decrescente para as avaliações de rendimentos de carcaça (Tabela 3).

Os valores médios dos pesos de carcaça quente e fria foram, respectivamente, 14,71 e 14,55 kg, os quais corroboram com os intervalos propostos por Zapata et al. (2001), para carcaças ovinas, cujos valores devem estar, aproximadamente, em torno de 15 kg. A similaridade nesses pesos entre os tratamentos é atribuída à uniformidade do peso de abate ao qual os animais foram submetidos.

Tabela 3. Características de carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Consumo médio (g MS/kg PV)*	44,82	42,76	42,30	41,76	0,67	0,0400 ¹
Ganho de Peso Total (kg)*	14,60	12,98	12,10	11,00	0,76	0,0481 ²
Peso ao abate (kg)	31,53	31,20	30,50	30,80	2,57	0,9051
Peso de corpo vazio (kg)	26,24	26,26	25,73	25,38	1,99	0,8434
Peso de Carcaça Quente (kg)	15,22	15,12	14,48	14,03	1,32	0,3807
Peso de Carcaça Fria (kg)	15,07	14,93	14,29	13,90	1,23	0,3385
RCQ (%)	48,27	48,56	47,49	45,55	2,26	0,0360 ³
RB (%)	57,96	57,58	56,28	55,31	2,31	0,0392 ⁴
RCF (%)	47,80	47,99	46,91	45,12	2,26	0,0378 ⁵
PPR (%)	0,98	1,19	1,22	0,91	1,13	0,9548

*Resultados retirados da dissertação de Monteiro (2015), cujos dados foram obtidos do mesmo experimento.

¹ $\hat{Y} = 44,194 - 0,1712X$ ($R^2 = 0,68$)/ ² $\hat{Y} = 14,092 - 0,1896X$ ($R^2 = 0,65$)/ ³ $\hat{Y} = 48,850 - 0,184X$ ($R^2 = 0,77$)/ ⁴ $\hat{Y} = 58,172 - 0,185X$ ($R^2 = 0,98$)/ ⁵ $\hat{Y} = 48,322 - 0,182X$ ($R^2 = 0,81$)

RCQ = rendimento de carcaça quente; RB = Rendimento Biológico; RCF = Rendimento de carcaça fria; PPR = Perda por resfriamento; EPM: Erro Padrão da Média

Os valores médios de RCQ, RCF e RB foram, nesta ordem, 47,48%, 46,95% e 56,76%. As diferenças encontradas nessas variáveis podem estar associadas ao conteúdo alimentar do trato digestório, cuja somatória podem ter proporcionado divergências nos rendimentos de carcaça, possivelmente, devido a uma ação física da fibra sobre o rúmen que reduziu o consumo nos níveis de 10 e 15%, cujo acréscimo nos teores de FDN entre o menor e o maior nível de inclusão foi de 7,81%; e/ou, devido a crescente concentração

lipídica da dieta que variou em 18,75%, ao aumentar os níveis, que também é uma variável que influencia diretamente o consumo e, conseqüentemente, ganho de peso.

No presente estudo, foi observado que quanto maior o nível de FDN, menor foi o CMS, possivelmente pelo efeito de enchimento do rúmen-retículo da dieta, reduzindo a capacidade para processar a fibra, fazendo com que essa permaneça por mais tempo no trato digestivo. A redução na taxa de passagem da digesta influencia tanto no peso do animal ao abate (PA) quanto no peso de corpo vazio (PCV), variáveis que estão relacionadas aos cálculos de rendimentos de carcaça.

Fora a distensão do rúmen-retículo, os efeitos metabólicos dos lipídeos também funcionam como fator de saciedade em ruminantes. A gordura é um estimulador potente da liberação de colecistoquinina (CCK), a qual é um hormônio que pode contribuir para a saciedade, uma vez que reduz a ingestão de alimento pela inibição do esvaziamento gástrico (BERCHIELLE et al., 2011). Além disso, dietas com alto teor de EE podem inibir a digestão da fibra no rúmen uma vez que o óleo é tóxico aos microrganismos e envolve a fibra impedindo sua digestão, reduzindo a taxa de passagem e ocasionando efeito de repleção, levando a diminuição do consumo (ALLEN, 2000). Assim, quando se inicia o acúmulo de gordura no animal significa que os teores de metabólitos energéticos no sangue do animal estão elevados, o que ativa o centro da saciedade e inibe o da fome, ambos localizados no hipotálamo, reduzindo o consumo da dieta.

Atualmente se busca maior rendimento de carcaça dos animais destinados ao abate, porém, de acordo com o descrito por Mendonça et al. (2007), nem sempre carcaças com maior rendimento são as melhores, pois podem apresentar maiores depósitos de tecido adiposo. Fato que pode ser observado nesse trabalho, uma vez que, os maiores resultados de rendimento de carcaça estão associados aos animais que apresentaram maiores teores de gordura visceral, os quais estão incluídos no tratamento sem inclusão de torta de girassol (ver Tabela 5).

Fernandes Júnior et al. (2013), avaliando os efeitos da torta de girassol em substituição ao farelo de algodão observaram comportamento quadrático nos rendimentos de carcaça quente e fria, cujos valores médios encontrados foram de 45,33 e 44,03 kg/100 kg de carcaça. Louvadini et al. (2007), avaliaram a utilização do farelo de girassol em substituição total e parcial (50%) ao farelo de soja e encontraram valores

de 45,0 e 45,7% respectivamente, quanto maior foi a substituição do farelo de girassol na dieta.

A PPR apresentou valor médio de 1,08%, o qual se encontra dentro da amplitude de 1 e 7% recomendado na literatura (MARTINS et al., 2000). Menores PPR indicam um adequado grau de acabamento dos animais, o que leva a uma adequada cobertura e distribuição de gordura nas carcaças, proporcionando a essas uma maior proteção no momento do resfriamento (CARVALHO et al., 2015). Assim, pode-se inferir, que as carcaças dos animais pertencentes a essa pesquisa apresentaram similaridade no grau de acabamento quando foram abatidos, não influenciando, desta forma, na expressão da variável de PPR.

Dentre as características que avaliam a musculosidade da carcaça (Tabela 4), apenas o IMP, circunferência da garupa e o peso da meia carcaça esquerda variaram de acordo com os níveis de inclusão, tendo o IMP, efeito quadrático e os demais, lineares decrescentes.

Tabela 4. Musculosidade e morfometria da carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Conformação (1-5)	2,58	2,92	2,42	2,17	0,61	0,2227
<i>Morfometria externa (cm)</i>						
Comp. externo da carcaça	55,33	55,67	56,80	56,17	2,47	0,7545
Comp. neozelandês	65,00	64,00	64,60	64,33	3,04	0,9495
Circunferência torácica	67,50	68,33	66,00	66,50	1,95	0,1985
Circunferência da garupa	58,50	58,50	56,33	55,80	2,41	0,0486 ¹
Circunferência da perna	39,83	40,00	40,00	40,33	2,70	0,9905
Comprimento de perna	23,67	23,00	21,33	22,83	1,86	0,2044
<i>Morfometria interna (cm)</i>						
½ carcaça esquerda (kg)	7,41	7,11	7,00	6,69	0,58	0,0468 ²
Comp. interno da carcaça	56,83	58,33	59,67	57,83	2,87	0,4072
Profundidade do toráx	19,83	19,33	18,67	19,17	1,90	0,7656
Comp. interno da perna	20,83	20,00	19,33	20,33	1,86	0,5725
ICC (kg/cm)	0,26	0,26	0,24	0,24	0,01	0,0613
IMP	0,42ab	0,44a	0,41ab	0,39b	0,03	0,0167 ³
AOL (cm ²)	13,37	12,85	11,64	11,57	2,65	0,5798

¹ $\hat{Y} = 58,663 - 0,184X$ ($R^2=0,70$) / ² $\hat{Y} = 7,388 - 0,0452X$ ($R^2=0,97$) / ³ $\hat{Y} = 0,420 + 0,005X - 0,0005X^2$ ($R^2= 0,86$)

ICC = Índice de Compacidade da Carcaça / IMP = Índice de Musculosidade da Perna /

AOL = Área de Olho de Lombo; EPM: Erro Padrão da Média

As demais variáveis não foram influenciadas pelas dietas experimentais e, portanto, os níveis crescentes de inclusão da torta de girassol proporcionaram características quantitativas de carcaça similares aos do tratamento controle, provavelmente pelo fato de terem seus valores nutricionais similares. O que corrobora com a afirmação de Osório et al. (2002), que quando as carcaças apresentam pesos semelhantes, quase todas as regiões do corpo apresentam proporções similares. No trabalho de Palmiere et al. (2012), foi avaliado a substituição do farelo de soja pela torta de girassol (0, 33, 66 e 100%) em caprinos Boer, e não encontraram diferença significativa em nenhuma variável de mensuração biométrica de carcaça.

O IMP reflete bem a relação músculo/osso da carcaça, de modo que quanto maior o valor do índice, maior é a proporção de carne (Cezar e Sousa, 2007). Nessa pesquisa, o IMP dos animais que receberam dieta contendo 15% de torta de girassol, apresentou média inferior em relação aos demais ($p < 0,05$). A diferença dessa variável, do maior resultado para o menor, foi de 11,36%; o que indica, provavelmente, que o maior nível de inclusão da torta de girassol proporcionou menor deposição de tecido devido à redução de consumo e ganho de peso. A média do IMP encontrada foi de 0,42, o qual corrobora com os valores observados por Nóbrega et al. (2013), Cartaxo et al. (2009) e Silva Sobrinho et al. (2005).

Apesar de não ter apresentado diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos, a AOL é utilizada como uma boa estimativa da musculosidade de carcaças, pois está diretamente correlacionada com a relação músculo/osso (CEZAR e SOUSA, 2007). O valor médio obtido no trabalho foi de $12,4 \text{ cm}^2$, o qual está próximo aos encontrados por Urano et al. (2006), Marques et al. (2007) e Costa et al. (2010): 14,8, 10,9 e $11,9 \text{ cm}^2$, respectivamente.

Em relação ao estado de adiposidade da carcaça, apenas a gordura omental apresentou significância ($p < 0,05$) com efeito quadrático entre os animais das diferentes dietas (Tabela 5). Os valores médios das gorduras omental, mesentérica, renal e pélvica foram de 0,576, 0,352, 0,388 e 0,076 kg, respectivamente.

Os cordeiros do tratamento com 15% de inclusão de torta de girassol acumularam menor quantidade de gordura interna, total de 1,130 kg, o qual pode ser justificado, também, pela redução de consumo e de ganho de peso, quando comparado, principalmente, com a dieta sem o coproduto. De acordo com Du et al. (2010), é

detectada na carcaça, primeiramente, a deposição de gordura visceral, seguido pela deposição de tecido adiposo subcutâneo, intermuscular e intramuscular, respectivamente.

Tabela 5. Adiposidade da carcaça de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Acabamento (1-5)	2,33	2,42	2,50	2,67	0,54	0,7450
EGS (mm)	0,12	0,17	0,19	0,19	0,08	0,4041
Escore Renal (1-3)	2,17	2,67	2,00	2,08	0,54	0,1738
Gorduras (kg)						
Omental	0,77a	0,56ab	0,56ab	0,42b	198,81	0,0392 ¹
Mesentérica	0,39	0,34	0,36	0,32	62,12	0,2581
Renal	0,48	0,39	0,37	0,32	115,48	0,1623
Pélvica	0,09	0,09	0,05	0,07	22,63	0,0852

¹ $\bar{Y} = 0,749 - 0,030 + 0,0006X^2$ ($R^2 = 0,90$)

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si ($p < 0,05$) pelo teste de Tukey.

EGS = Espessura de Gordura Subcutânea / GAOL = Gordura de Área de Olho de Lombo; EPM: Erro Padrão da Média

O acúmulo de grandes quantidades de gordura visceral não é desejado, pois há aumento das exigências de energia para manutenção, devido a maior taxa metabólica do tecido adiposo e há desperdício da energia fornecida pela dieta, já que esta gordura não é aproveitada para consumo humano (TOLDRÁ et al. 2012). Então, quanto menor a quantidade de gordura visceral tende-se a ter melhores rendimentos de carcaça.

Animais mais velhos tendem a possuir maior quantidade de gordura em relação ao seu peso total (ROSA et al., 2011), principalmente quando relacionado aos depósitos de gordura internas que não possuem maturação precoce (ALDAI et al., 2007). Fato que pode ser observado no trabalho de Carvalho et al. (2015), cujo valor médio de gordura omental foi bem superior ao do presente estudo, 0,913 kg, os quais avaliaram características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês, com peso de 38 kg, alimentados com níveis crescentes de glicerina bruta em dietas de baixo teor de amido.

Na Tabela 6, observa-se que a inclusão crescente de torta de girassol não proporcionou diferença estatística sobre o peso e rendimentos dos cortes ($p > 0,05$), evidenciando que o coproduto em estudo pode ser utilizado sem comprometer a composição regional da carcaça.

Tabela 6. Peso e rendimento dos cortes comerciais de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
<i>Peso (kg)</i>						
Pescoço	0,70	0,71	0,63	0,66	0,09	0,4783
Paleta	1,28	1,22	1,24	1,19	0,12	0,6216
Costela	2,42	2,39	2,30	2,13	0,27	0,3213
Lombo	1,02	0,98	1,02	0,90	0,13	0,3384
Perna	1,80	1,71	1,74	1,70	0,14	0,6061
<i>Rendimento(%)</i>						
Pescoço	9,62	10,09	9,10	10,05	1,15	0,4240
Paleta	17,75	17,34	17,94	18,04	0,92	0,5739
Costela	33,47	34,00	33,18	32,60	1,97	0,6656
Lombo	14,15	14,09	14,58	13,52	1,13	0,4666
Perna	25,00	24,47	25,20	25,78	1,12	0,2710

EPM: Erro Padrão da Média

Como o abate dos animais foi realizado em frigorífico comercial, os cortes da carcaça foram feitos de acordo com os parâmetros utilizados por eles para atender a demanda de mercado local, não seguindo a metodologia preconizada na literatura de Cezar e Sousa (2007), principalmente para a perna (parte obtida pela secção entre a última vértebra lombar e a primeira sacra, sendo considerada a base óssea do tarso, tíbia, fêmur, ísquio, ílio, púbis, vértebras sacras e as duas primeiras vértebras coccídeas) e o lombo (região entre a 1ª e 6ª vértebras lombares; costelas verdadeiras – seção entre a 1ª e 5ª vértebras torácicas). Dessa forma, a perna teve seu peso subestimado porque parte da porção sacral que geralmente pertence a esse corte, ficou acoplado com a região lombar.

Dentre os cortes, a costela foi o que apresentou maior peso e, conseqüentemente, maior rendimento, com médias de 2,31 kg e 33,31%, respectivamente, não havendo separação do serrote e do costilhar.

Para os demais cortes, os resultados corroboram com os apresentados por Marques et al. (2007), Clementino et al. (2007), Araújo Filho et al. (2010), Moreno et al. (2010) e Moreno et al. (2014), tendo a perna o maior peso em todos os trabalhos, com valores médios que variaram entre 1,65 a 2,78 kg, estando o valor encontrado no presente estudo dentro desse intervalo (1,74 kg). Esse resultado é o mais desejável, já

que a perna é a parte mais valorizada da carcaça, pois é onde se encontram as maiores massas musculares e, conseqüentemente, a maior porção comestível.

A composição tecidual da perna esquerda não apresentou diferença estatística com a inclusão da torta de girassol na dieta de cordeiros ($p>0,05$) (Tabela 7).

Tabela 7. Composição tecidual da perna esquerdo de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Perna antes da dissecação (kg)	1,78	1,69	1,71	1,68	0,14	0,5472
Perna depois da dissecação (kg)	1,65	1,58	1,60	1,58	0,14	0,7258
Perda de peso (%)	2,44	2,53	2,29	1,78	0,66	0,2368
Músculos (kg)	1,21	1,17	1,16	1,15	0,10	0,7076
Ossos (kg)	0,33	0,29	0,33	0,33	0,04	0,3078
Gorduras (kg)	0,11	0,12	0,11	0,10	0,03	0,8419
Outros tecidos (kg)	0,08	0,07	0,08	0,07	0,02	0,4985
Músculo:Osso	3,72	4,08	3,59	3,52	0,38	0,0870
Músculo:Gordura	11,26	11,10	10,35	11,30	2,56	0,9082

EPM: Erro Padrão da Média

Os valores médios dos músculos, ossos e gorduras foram de 1,17, 0,32 e 0,11 kg, cujos rendimentos correspondem a 73,10; 20,00 e 6,90%, respectivamente, em relação ao peso médio da perna reconstituída (1,6 kg). Esses valores corroboram com os valores encontrados por Costa et al. (2010), para ovinos mestiços Santa Inês x Dorper alimentados com diferentes níveis energéticos (68,18; 21,10 e 8,40%, na mesma ordem).

A média da perda de peso (2,26%) está dentro do intervalo preconizado por Cezar e Sousa (2007), os quais afirmam que entre 2 e 3% são considerados normais.

Os valores médios encontrados nesse trabalho, respectivamente, para as relações músculo:osso e músculo:gordura foram de, 3,73 e 11,00. Relações como músculo:osso:gordura devem ser consideradas pois nem sempre os aumentos obtidos em peso vivo e de carcaça, vêm acompanhados de carne de qualidade superior (SILVA SOBRINHO et al., 2005). O músculo é o componente mais importante dentro dessas relações, de modo que quanto maior o seu percentual, maior é o rendimento muscular e, portanto, maior é a proporção de tecidos comestíveis na carcaça.

Cunha et al. (2008), avaliaram ovinos Santa Inês, confinados, alimentados com dietas contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral, e encontraram médias de 5,49 e 9,64 para estado de musculosidade e adiposidade. Clementino et al. (2007), estudaram a influência dos níveis de concentrado sobre a composição tecidual da perna de cordeiros mestiços de Dorper x Santa Inês, e obtiveram os valores médios de 5,26 e 5,48, na mesma ordem. O baixo valor encontrado para a relação músculo:osso, quando comparado aos trabalhos citados, pode não estar associado apenas com a quantidade de músculo, pois de acordo com Silva Sobrinho et al. (2005), teoricamente, maior relação músculo:osso pode decorrer de ossos mais leves, ao invés de músculos mais pesados.

De acordo com Rosa et al. (2002), a gordura da perna, independentemente de sexo e método de alimentação, cresce tardiamente, enquanto o crescimento muscular é isométrico, indicando que a maior relação músculo/gordura, nesse corte, é obtida em carcaças de animais jovens.

Os pesos dos não constituintes da carcaça utilizados como ingredientes para a preparação da “buchada” não foram influenciados ($p>0,05$) pelas inclusões crescentes da torta de girassol na dieta dos cordeiros (Tabela 8). Resposta similar pôde ser observada no trabalho de Silva et al. (2016a), que também avaliaram inclusões crescentes de torta de girassol (0, 15, 30 e 45%) em dietas de cordeiros mestiços Santa Inês. O rendimento total de “buchada” em relação ao PCV foi de 16,00; 16,27; 17,66 e 16,53% para os níveis de inclusão de 0; 5; 10 e 15%, respectivamente.

O sangue e o TGI foram os órgãos que apresentaram maiores rendimentos em relação ao peso vivo ao abate, com médias de 3,80 e 7,34%, respectivamente. Esses resultados, estão em concordância com os apresentados por Silva et al. (2016b), que avaliaram os não constituintes da carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com níveis crescentes de subproduto agroindustrial da goiaba e apresentaram os resultados de 3,88 e 7,21%, para as mesmas variáveis, nessa ordem.

Órgãos como o fígado, rins e baço apresentam elevada taxa metabólica, sendo que essa atividade é intensificada quando há aumento considerável do nível de energia na dieta (CAMILO et al., 2012).

Os rendimentos do aparelho respiratório, cérebro e coração, não são influenciados pela composição da dieta, já que o organismo prioriza esses órgãos vitais para a utilização dos nutrientes, mantendo seu funcionamento independentemente do

estado nutricional dos animais (ALVES et al., 2003); eles crescem mais rápido em idade precoce e amadurecem relativamente mais cedo do que outras partes do corpo (MUSHI et al., 2009).

Tabela 8. Pesos e rendimentos dos não constituintes da carcaça utilizados para a produção de “buchada” e “panelada”.

Características (kg)	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Língua	0,13	0,12	0,13	0,12	0,48	0,1470
Fígado	0,56	0,55	0,51	0,53	0,06	0,2513
Coração	0,15	0,15	0,15	0,15	0,03	0,9741
Baço	0,05	0,05	0,06	0,05	0,02	0,7629
Sangue	1,18	1,16	1,20	1,13	0,22	0,5574
Rins	0,10	0,09	0,11	0,11	0,02	0,2119
Pulmão	0,35	0,35	0,34	0,35	0,03	0,7890
TGI	2,11	2,19	2,35	2,34	0,26	0,0970
Cabeça	1,14	1,13	1,13	1,12	0,13	0,8180
Patas	0,73	0,69	0,76	0,75	0,08	0,3662
Rendimento “buchada”:PCV (%)	22,85	22,16	22,72	23,93	1,96	0,3220
Rendimento “Panelada”:PCV (%)	25,70	24,78	25,63	26,98	2,15	0,0903

TGI = Trato Gastrointestinal; PCV= Peso de Corpo Vazio; EPM: Erro Padrão da Média

A maioria dos não constituintes da carcaça em ovinos com peso médio de 30 kg tem crescimentos isométrico com o PCV, dessa forma, pode-se associar a ausência de diferenças nessas variáveis a similitude do PCV entre os tratamentos (SANTOS-CRUZ et al., 2009).

CONCLUSÕES

A inclusão da torta de girassol em até 15% na dieta de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper pode ser utilizada sem comprometer as características de carcaça e constituintes não carcaça, compondo-se como uma possível alternativa nas formulações das dietas para animais nessa categoria e genótipo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDAI, N. et al. Characterisation of intramuscular, intermuscular and subcutaneous adipose tissues in yearling bulls of different genetic groups. **Meat Science**, v.76, n.4, 682–691, 2007.

- ALVES, K.S. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: Características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1927-1936, 2003.
- AGY, M.S.F.A. et al.. 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, 2000.
- AMORIM, G.L. et al. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimento e características de carcaça e rendimento da buchada de caprinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, Maringá, v. 30, n. 1, p. 41-49, 2008.
- ARAÚJO FILHO, J.T. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.
- BERCHIELLI, T.T.; VEGAGARCIA, A.; OLIVEIRA, S.G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, p.565-600. 2011.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa no3, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. S.D.A./M.A.A. Diário Oficial da União, Brasília, p.14-16, 24 de janeiro de 2000, Seção I, 2000.
- CAMILO, D.A. et al. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.6, p.2429-2440, 2012.
- CARDOSO, D.B. et al. Carcass and non-carcass component characteristics of lambs fed with cassava wastewater dregs in replacement of corn. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.37, n.4, p.2711-2724, 2016.
- CARTAXO, F.Q. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.697-704, 2009.

- CARVALHO, V.B. et al. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed high concentrations of crude glycerin in low-starch diets. **Meat Science**, v.110, p.285-292, 2015.
- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcaças ovinas e caprinas: Obtenção, avaliação, classificação**. Uberaba: Agropecuária Tropical, 232p. 2007.
- CLEMENTINO, R.H. et al. Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os componentes não carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.681-688, 2007.
- CORREIA, B.R. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.
- COSTA, R.G. et al. Effect of diet and genotype on carcass characteristics of feedlot hair sheep. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, n.12, p.2763-2768, 2010.
- CUNHA, M.G.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008.
- DU, M. et al. Fetal programming of skeletal muscle development in ruminant animals. **Journal of Animal Science**, v.88, n.13, p.51-60, 2010.
- FERNANDES JÚNIOR, F. et al. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n. 6, p. 3999-4014, 2013.
- HASHIMOTO, J.H. et al. Características de carcaça e da carne de caprinos Boer x Saanen confinados recebendo rações com casca do grão de soja em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.165-173, 2007.
- IRSHAD, A. et al. Factores influencing carcass composition of livestock: a review. **Journal Animal Production**, v.3, n.5, p.177-186, 2013.
- LAGE, J.F. et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45, n. 9, p.1012-1020, 2010.
- LIMA, N.L.L. et al. Quantitative and qualitative characteristics of the non-carcass components and the meat of lambs fed sunflower seeds and vitamin E. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.1, p.51-60, 2013.

- LOUVADINI, H. et al. Desempenho, características de carcaça e constituintes corporais de ovinos Santa Inês alimentados com farelo de girassol em substituição ao farelo de soja na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.603-609, 2007.
- MARQUES, A.V.M.S. et al. Rendimento, composição tecidual e musculabilidade da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis de feno de flor-de-seda na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.610-617, 2007.
- MARTINS, R.R.C. et al. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 29p. (Boletim de Pesquisa, 21). 2000.
- MEDEIROS, G.R. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre os componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1063-1071, 2008.
- MENDONÇA, G. et al. Avaliação da época de nascimento sobre o desenvolvimento corporal e os rendimentos pós-abate de cordeiros da raça Texel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1119-1125, 2007.
- MORENO, G.M.B. et al. Rendimento de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.192-205, 2014.
- MORENO, G.M.B. et al. Rendimento de carcaça, composição tecidual e musculabilidade da perna de cordeiros alimentados com silagem de milho ou cana-de-açúcar em dois níveis de concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.3, p.686-695, 2010.
- MUSHI, D.E. et al. Growth and distribution of non-carcass components of Small East African and F1 Norwegian crossbred goats under concentrate diets. **Livestock Science**, v.126, n.1, p.80-86, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - **NRC**. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Washington, D.C.: The National Academies Press, 362 p. 2007.
- NÓBREGA, G.H. et al. Regime alimentar para ganho compensatório de ovinos em confinamento: composição regional e tecidual da carcaça. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.2, p.469-476, 2013.

- OLIVEIRA, M.D.S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.629-638, 2007.
- OSÓRIO, J.C.S. et al. Produção de carne em cordeiros cruza Border Leicester com ovelhas Corriedale e Ideal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1469-1480, 2002.
- PALMIERE, A.D. et al. Effects of Substituting Soybean Meal for Sunflower Cake in the Diet on the Growth and Carcass Traits of Crossbred Boer Goat Kids. **Journal Animal Science**, v.25, n.1, p.59-65, 2012.
- PEREIRA, D.R.M. et al. Uso do girassol (*Helianthus annuus*) na alimentação animal: aspectos produtivos e nutricionais. **Veterinária e Zootecnia**, v.23, n.2, p.174-183, 2016.
- PEREIRA, E.S. et al. 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.
- PURCHAS, R.W. et al. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.
- ROSA, F. et al. Estimação pelo método Bayesiano de parâmetros genéticos de peso vivo e características de carcaça em avestruzes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1686-1690, 2011.
- ROSA, G. T. et al. Fat, muscle and bone growth of carcass cuts of male and female lambs in different feeding methods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2283-2289, 2002.
- SANTOS-CRUZ, C.L. et al. Desenvolvimento dos componentes do peso vivo de cordeiros Santa Inês e Bergamácia abatidos em diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.923-932, 2009.
- SILVA, D.L.S. et al. Efeito de inclusões crescentes de torta de girassol em dietas de cordeiros em confinamento: desempenho e características de carcaça. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.10, n.3, p.216-223, 2016a.

- SILVA, N.V. et al. Medidas *in vivo* e da carcaça e constituintes não carcaça de ovinos alimentados com diferentes níveis do subproduto agroindustrial da goiaba. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.17, n.1, p.101-115, 2016b.
- SILVA SOBRINHO. et al. Musculosidade e composição da perna de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.11, p.1129-1134, 2005.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. system for windows. Cary: SAS Institute. 2002.
- TOLDRÁ, F. et al. Innovations in value-addition of edible meat by-products. **Meat Science**, v.92, n.2, p.290–296, 2012.
- URANO, F.S. et al. Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.10, p.1525-1530, 2006.
- ZAPATA, J.F.F. et al. Características de carcaça de pequenos ruminantes do Nordeste do Brasil. **Ciência Animal**, v.11, n.2, p.79-86, 2001.

CAPÍTULO 3

**Qualidade da carne de ovinos Santa Inês x Dorper submetidos a
diferentes níveis de inclusão de torta de girassol**

RESUMO

O objetivo dessa pesquisa foi avaliar a qualidade físico-química e sensorial da carne de cordeiros mestiços submetidos a dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de girassol. Foram utilizados 24 cordeiros, Santa Inês x Dorper, castrados, com peso vivo inicial de $18,9 \pm 2,17$ kg, os quais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições. As dietas experimentais foram constituídas por feno de capim tifton 85, milho em grão moído, farelo de soja, sal mineral e os seguintes níveis de inclusão da torta de girassol que correspondiam aos tratamentos: 0, 5, 10 e 15% na ração completa. Os animais foram mantidos em confinamento até atingirem, em média, $32,1 \pm 2,6$ kg de peso vivo. No músculo *Longissimus dorsi* foi mensurado a cor, e também foram feitas as análises físico-químicas; e no músculo *Semimembranosus*, foi tomado o pH da carne, ainda na carcaça, 24 horas após o abate, e também foi feita a avaliação sensorial, quantificando, por intermédio de notas, os atributos de aroma, cor, dureza, suculência, sabor e avaliação global. Os parâmetros físico-químicos e sensoriais da carne de cordeiro não foram influenciados ($p > 0,05$) pelos níveis de inclusão da torta de girassol. Na análise de componentes principais, dois componentes explicaram 95,11% da variabilidade total das características de qualidade da carne nas amostras processadas, em que as variáveis, proteína e lipídio foram as mais relevantes para a formação dos componentes 1 e 2, respectivamente. A utilização de torta de girassol em dietas para ovinos mestiços Santa Inês x Dorper, até 15% de inclusão ao farelo de soja e milho, não afeta as características físico-químicas e sensoriais da carne.

Palavras-chaves: análise sensorial, biodiesel, composição centesimal, coproduto

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the physico-chemical and sensory quality of meat from crossbred lambs fed diets with increasing levels of sunflower cake inclusion. They were used 24 lambs Santa Inês x Dorper, castrated, with initial weight of 18.9 ± 2.17 kg, which were distributed in a completely randomized design with four treatments and six repetitions. Experimental diets were composed of corn hay, ground corn, soybean meal, mineral salt and the following inclusion levels of sunflower cake, which corresponded to the treatments: 0, 5, 10 and 15% in the whole ration. The animals were kept in confinement until they reach an average of 32.1 ± 2.6 kg body weight. *Longissimus dorsi* muscle was measured color, and were also the physical-chemical analyzes; and the *Semimembranosus* muscle, was taken the pH of the meat, especially the carcass, 24 hours after slaughter, and it was also made sensory evaluation, quantifying, by notes, the attributes flavor, color, hardness, juiciness, flavor and overall assessment. The physico-chemical and sensorial parameters of lamb meat were not influenced ($p>0.05$) by the inclusion levels of the sunflower cake. In principal component analysis, two components explained 95.11% of the total variability of meat quality characteristics in the processed samples, in which the variables, protein and lipid were the most relevant for the formation of the components 1 and 2, respectively. The use of sunflower cake in diets for crossbred sheep Dorper x Santa Inês, up to 15% inclusion of soybean meal and corn, does not affect the physico-chemical and sensory characteristics of the meat.

Key Words: sensory analysis, biodiesel, centesimal composition, coproduct

INTRODUÇÃO

A carne ovina tem importante função socioeconômica no Brasil e no mundo, como fonte de proteína de alto valor biológico (BARROS et al., 2015), e por isso vários estudos relacionados a sua produção tem ganhado ênfase ao longo dos anos, visando principalmente, obter um produto de melhor qualidade que assegure uma agregação de valor mais adequada pelo consumidor .

Diversos fatores que estão relacionados à exploração agrícola possuem impacto significativo na produção de carne ovina, dentre os quais se destacam: raça do animal, sistema de alimentação e fatores de estresse a que o animal é submetido antes do abate, os quais, sozinhos ou em conjunto, podem provocar interferência na qualidade do produto final (PAREDI et al., 2013).

A alimentação, em meio aos fatores, corresponde à maior parcela dos custos variáveis de uma propriedade, tornando-se um fator limitante nos sistemas de produção, especialmente, em criações intensivas que utilizam como principais ingredientes o milho e a soja nas dietas. À vista disso, alternativas alimentares visando à redução dos custos vêm ganhando força diante dos produtores, e como possibilidade surge à utilização de coprodutos agroindustriais em substituição a esses alimentos que são considerados nobres (PEREIRA et al., 2007).

O uso desses coprodutos tem proporcionado excelentes respostas em ganho de peso e também tem provocado interferências na qualidade da carne (COSTA et al., 2011a). Por isso, esse tipo de estudo tem despertado o interesse também de pesquisadores na busca de oportunizar alternativas alimentares mais racionais (POMPEU et al., 2013).

Dentre os coprodutos a torta de girassol, obtida por prensagem a frio, apresenta possibilidades de aplicação na alimentação animal, por sua fácil obtenção na propriedade, no processo de produção do óleo bruto combustível (FERNANDES JÚNIOR et al., 2015). Além disso, é considerada um dos alimentos mais ricos em constituintes nutricionais para ração animal, pois apresenta altos teores de proteína, extrato etéreo e fibra (OLIVEIRA et al., 2007). De maneira geral, a torta de girassol pode ser considerada uma fonte alternativa de proteína (>200g/kg de MS de proteína bruta), podendo apresentar em torno de 800 g/kg de MS de nutrientes digestíveis totais e lipídios superiores a 150 g/kg de MS (BERAN et al., 2007).

O alto valor energético das tortas residuais, que resultam, principalmente, em extrato etéreo residual, pode proporcionar incrementos na qualidade de carne (SOARES et al., 2012), provocando alterações que podem refletir no aroma, no sabor, na coloração e na sua vida útil, as quais são características qualitativas importantes para a aceitação do consumidor (WOOD et al., 2003).

Deste modo, a dieta deve ser considerada um dos principais fatores ao avaliar a qualidade da carne, pois interfere nas características físicas, químicas e sensoriais (PELLEGRIN et al., 2014), cujas avaliações fornecem informações do seu valor biológico, através da análise de composição centesimal (BONAGURIO et al., 2004); fornecem parâmetros referentes à qualidade do produto final, pela análise instrumental da carne, que mensura as características físicas que são avaliadas pelo consumidor ao adquirir o produto (PITOMBO et al., 2013) e também a sensorial, que se refere às sensações percebidas pelos órgãos dos sentidos (ALVES et al., 2014).

Como os trabalhos com torta de girassol para produção de carne ovina no Brasil ainda são incipientes (RODRIGUES et al., 2013; FERNANDES JÚNIOR et al., 2013; MOURA et al., 2015), estudos relacionados à influência do seu uso sobre os parâmetros qualitativos da carne ovina se tornam oportunos.

Assim, este estudo foi realizado com o objetivo avaliar a qualidade da carne de cordeiros mestiços (Santa Inês x Dorper), submetidos a dietas com níveis crescentes de inclusão de torta de girassol.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Parque de Exposição Aristófares Fernandes, localizado na cidade de Parnamirim (latitude: -5.904740; longitude: -35.260256), região metropolitana de Natal, Rio Grande do Norte.

Foram utilizados 24 cordeiros mestiços, Santa Inês x Dorper, castrados, com peso vivo inicial (PI) de $18,9 \pm 2,17$ kg, confinados em baias individuais cobertas, providas de comedouro, bebedouro e saleiro. Os animais foram pesados e identificados, submetidos aos controles de endo e ectoparasitas e vacinados contra clostridioses.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007), visando um ganho de peso médio diário de 200 g/dia/animal. Na Tabela 1 consta a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta. A relação

volumoso:concentrado foi de 40:60, sendo utilizado como volumoso, o feno de capim Tifton (*Cynodon dactylon*) picado, e os concentrados foram compostos por farelo de soja, milho triturado, suplemento mineral e níveis crescentes de inclusão da torta de acordo com o tratamento.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (g/kg MS).

Nutrientes	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de Soja	Torta de Girassol*	Feno de Tifton
Matéria seca	876,4	886,1	924,9	899,4
Matéria orgânica	984,5	936,8	952,5	933,6
Matéria mineral	15,5	63,2	47,5	66,4
Proteína Bruta	91,1	487,5	345,1	96,5
Extrato Etéreo	40,7	17,1	63,1	16,5
Fibra em detergente neutro	139,8	146,2	374,8	798,9
Fibra em detergente ácido	40,8	98,6	278,6	390,3
Lignina	11,6	13,3	10,7	53,5
CHOT	852,7	432,2	544,4	820,6
CNF	712,9	286,0	169,6	21,7
NDT	872,4	815,4	776,6	512,0

Conforme Valadares Filho (2006). *Análises reais do material utilizado.

Os animais passaram por um período de adaptação ao manejo e às instalações de 15 dias e foram distribuídos em quatro tratamentos constituídos por níveis crescentes de inclusão de torta de girassol, contendo 0, 5, 10 e 15% com base na matéria seca (MS) (Tabela 2). Os cordeiros foram alimentados com dietas isoproteicas (15% PB), oferecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 08h (60% do total ofertado ao dia) e às 16h (40% do total ofertado ao dia), na forma de mistura completa, com controle diário da quantidade fornecida, permitindo 15% de sobras.

Os animais foram abatidos, após um jejum sólido de 16 h, quando atingiram a média de $32,1 \pm 2,6$ kg de peso vivo. O abate foi realizado na Companhia Frigorífica Potengy, também localizada em Parnamirim/RN, cujo abate seguiu a legislação prevista no regulamento de inspeção industrial e sanitária de produtos de origem animal (RIISPOA) (BRASIL, 2000).

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de girassol			
	0%	5%	10%	15%
Farelo de milho	40,40	38,95	38,40	36,60
Farelo de soja	16,60	13,05	8,60	5,40
Torta de girassol	0,00	5,00	10,00	15,00
Suplemento mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Feno Tifton-85 (<i>Cynodon</i> sp)	41,00	41,00	41,00	41,00
Composição química das dietas				
Matéria seca (%)	86,99	87,20	87,39	87,61
Matéria orgânica	93,60	93,61	93,66	93,65
Matéria mineral	6,40	6,39	6,33	6,34
Proteína Bruta	15,73	15,59	15,10	15,10
Extrato etéreo	2,60	2,80	3,01	3,20
FDN	40,82	41,98	43,12	44,28
FDA	19,28	20,27	21,20	22,20
Lignina	2,88	2,87	2,86	2,85
CHOT	75,26	75,21	75,54	75,37
CNF	34,43	33,23	32,42	31,07
NDT	69,77	69,49	69,27	68,97

FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; CHOT = Carboidratos Totais; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais

O método de abate adotado foi o do atordoamento com concussão cerebral, seguido por sangria, esfolagem e evisceração. As carcaças foram lavadas, pesadas e refrigeradas em câmara frigorífica a 4 °C, por 24 horas. Após esse período, ainda na carcaça o pH da carne foi tomado no músculo *Semimembranosus*, utilizando um pHmetro digital portátil (Testo 205®).

Em seguida as carcaças foram seccionadas em dois antímeros, por corte longitudinal ao longo da coluna vertebral, obtendo-se o peso da meia carcaça esquerda, que foi dividida em cinco cortes comerciais. Destes, apenas dois (lombo e perna) foram identificados, embalados, congelados e armazenados a -18 °C, para posteriores análises laboratoriais.

No músculo *Longissimus dorsi* foi mensurado a cor, através do colorímetro digital (Konica Minolta CR-14), para obtenção das coordenadas tricromáticas: a* (componente vermelho-verde), b* (componente amarelo-azul) e L* (luminosidade). O aparelho foi configurado para o uso de fonte de luz (iluminante) D65 e ângulo de

observação de segundos, no padrão descrito pela Commission Internationale de L'éclairage (CIE-L*a*b*).

O músculo *Longissimus dorsi* foi utilizado para as análises químicas e físicas, enquanto o músculo *Semimembranosus*, que foi obtido através da dissecação do pernil, foi utilizado para a análise sensorial.

Os teores de umidade, cinzas e proteína foram determinados conforme metodologia descrita pela AOAC (2000), nos protocolos 985.41; 920.153 e 928.08, respectivamente.

Os lipídios totais foram dosados de acordo com a metodologia descrita por Folch et al. (1957), a qual caracteriza-se por usar uma mistura de clorofórmio e metanol, seguida pela adição de solução sulfato de sódio a 1,5%, garantindo uma melhor separação das fases. Todas as análises químicas foram realizadas em duplicatas.

A capacidade de retenção de água (CRA) e a perda de peso no cozimento (PPC) foram determinadas pelas metodologias descritas por Hamm (1960) e Honikel (1998), respectivamente.

A CRA foi determinada pela porcentagem de água exsudada obtida pela diferença de peso (aproximadamente 2 g) registrada antes, e depois da prensagem com um peso de 5 kg pelo período de 5 minutos, a qual foi realizada em triplicata.

Para a PPC a carne foi descongelada a 5 °C, durante 18 horas, e depois fatiada em pedaços com 2,0 cm de espessura. Foram utilizadas seis repetições para cada amostra, as quais depois de pesadas foram transferidas para uma bolsa plástica termorresistente que foi colocada em banho-maria com água fervente (> 100 °C), e assim permaneceu até que a temperatura do seu ponto frio atingisse 75 °C (monitorada através de um termômetro digital). Ao atingir essa temperatura, a bolsa plástica foi retirada do banho-maria e resfriada imediatamente em banho de gelo (1 a 5 °C) até atingir o equilíbrio. Depois, cada amostra foi secada com papel absorvente e pesada novamente. A perda de peso foi expressa como uma porcentagem da diferença entre o peso inicial e final.

A textura foi avaliada pela força de cisalhamento (FC), e para tanto foram utilizadas as mesmas amostras da PPC, cujas fibras foram orientadas perpendicularmente à lâmina *Warner Blatzer* do texturômetro (TA.TX. Plus), e a

velocidade de descida foi de 5 mm/s. O pico da força de cisalhamento foi registrado, sendo o resultado expresso em Kgf/cm² (BRATZLER, 1949).

Para a avaliação sensorial da carne de cordeiro foi utilizado a técnica de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), cujos testes sensoriais foram efetuados por uma equipe de 11 julgadores treinados, composta por nove mulheres e dois homens, com idade variando entre 20 e 26 anos. A equipe foi previamente selecionada e treinada segundo metodologia detalhada por Stone et al. (1974). A intensidade de cada atributo foi avaliada em uma escala não-estruturada de nove centímetros, ancorada nas extremidades com termos que expressam intensidade e as análises foram realizadas com três repetições (APÊNDICE A). Os atributos escolhidos foram os mais importantes para descrever a qualidade da carne cozida: aroma, cor, dureza, sabor, suculência e avaliação global, os quais estão definidos no Quadro 1.

Atributo	Definição
Aroma	Intensidade de odor associado à espécie ovina.
Cor	Cor observada em amostras de carne cozida.
Dureza	Força necessária para comprimir um pedaço de carne entre os dentes molares, avaliada na primeira mordida.
Sabor	Intensidade de sabor associado à espécie ovina.
Suculência	Percepção da quantidade de líquido liberado da amostra de carne na boca, após a 5ª mastigação.
Avaliação global	Avalia o quanto o julgador apreciou o produto levando em consideração todos os atributos analisados.

Quadro 1 – Descrição e definição de parâmetros da análise sensorial quantitativa descritiva.

Para a avaliação das amostras, procedeu-se o cozimento em *grill* elétrico até que a temperatura no centro geométrico dos cubos de carne, com 2,0 cm de aresta, atingisse 71 °C (monitorada através de um termômetro digital), sendo, em seguida, embaladas em papel alumínio e acondicionadas em banho-maria para que a temperatura se mantivesse constante até a avaliação sensorial, em nível de 55 °C. Não houve adição de condimentos ou sal.

Cada avaliador submeteu-se a três sessões, recebendo, a cada uma delas, um cubo de carne cozida de cada tratamento em copos descartáveis, codificados com

números aleatórios de três dígitos. Os testes foram realizados em cabines individuais, sob condições de temperatura e iluminação controladas.

O delineamento experimental adotado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (PROC GLM), análise de regressão (PROC REG) e à análise multivariada de componentes principais (PROC PRINCOMP) no programa Statistical Analysis System (SAS, 2002). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância. O modelo matemático utilizado para as análises químicas e físicas foi:

$$Y_{ij} = \mu + D_i + E_{ij}$$

Em que:

Y_{ij} = valor da variável avaliada no tratamento i na repetição j ($j = 1, 2, 3, \dots$ e 6)

μ = média geral do experimento

D_i = efeito da dieta i ($i = 1, 2, 3$ e 4)

E_{ij} = erro aleatório associado a cada observação

Para a análise sensorial, o modelo matemático foi:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + P_j + S_k + e_{ijk}$$

Em que:

Y_{ijk} = variável dependente;

μ = média da população;

T_i = efeito fixo da dieta i ($i = 1, 2, 3$ e 4)

P_j = efeito fixo do painelista;

S_k = efeito de sessão fixa;

e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas experimentais não tiveram influência sobre a composição centesimal do músculo, indicando que a inclusão da torta de girassol, até o nível de 15%, nas dietas de cordeiros não afetou as variáveis de avaliação química da carne (Tabela 3).

Os valores médios de umidade, proteína, lipídios e cinzas foram: 72,93; 22,02; 2,83 e 1,02%, respectivamente. Estes resultados estão em conformidade com os encontrados na literatura, cujos valores percentuais variaram para umidade entre 72 e 76%; para proteína, entre 20 e 23%; lipídios entre 2 e 4%; e para cinzas entre 0,98 e 1,2% (MADRUGA et al., 2006; JARDIM et al., 2007; RODRIGUES et al., 2010).

Tabela 3. Valores médios dos constituintes químicos da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características (g/100g)	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Umidade	73,78	73,63	72,25	72,06	0,94	0,0640
Proteína	22,67	22,00	21,98	21,41	0,99	0,2129
Lipídio	2,62	2,83	2,88	2,98	0,45	0,5776
Cinzas	1,04	1,01	1,01	1,02	0,04	0,6900

EPM: Erro Padrão da Média

Esses resultados podem ser explicados pelo fato dos animais utilizados no presente trabalho terem sido abatidos com pesos e idades semelhantes, pois a maturidade do animal influencia a composição centesimal da carne (BONAGURIO et al., 2004).

Dentre as características químicas analisadas, a gordura é o tecido de maior variabilidade no animal, tanto quantitativamente quanto em distribuição (ROSA et al., 2005), e, uma vez aumentada sua concentração na carne, ocorre diminuição nas proporções de umidade, proteína e minerais (LAWRIE, 2005).

Fato que pôde ser observado no presente trabalho, onde os níveis de lipídios da carne foram crescentes, com o aumento do nível de inclusão da torta de girassol, provavelmente, devido ao aumento gradual de extrato etéreo presente na dieta, ocasionando a redução, apesar de não ter tido diferença ($p > 0,05$), nos componentes de umidade e proteína.

Fernandes Júnior et al. (2013), avaliaram as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com torta de girassol em substituição a proteína do farelo de algodão e encontraram resultados semelhantes ao presente trabalho, onde os animais que apresentaram maiores teores de gordura na carne, também tiveram menores teores de água e proteína.

Macedo et al. (2008), avaliaram a composição tecidual e química do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros Suffolk alimentados com níveis crescentes de semente de girassol e não encontraram diferença ($p>0,05$) para a umidade, proteína, lipídios e cinzas, cujos valores médios foram de 74,68; 21,0; 2,68 e 1,09%, respectivamente.

Em relação aos parâmetros físicos da carne, não foi constatada influência ($p>0,05$) da inclusão da torta de girassol sob nenhuma variável estudada (Tabela 4).

Tabela 4. Parâmetros físicos da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
pH24 horas	5,87	5,84	5,84	5,79	0,17	0,7827
Cor						
L*	42,13	42,61	42,84	43,09	1,45	0,7083
a*	11,74	10,93	10,83	9,97	1,50	0,2651
b*	7,82	7,62	7,12	7,03	0,71	0,1887
Força de cisalhamento (kg/cm ²)	6,43	6,02	5,71	5,22	2,20	0,8101
Perdas por cocção (%)	22,97	22,86	23,02	23,14	1,85	0,9947
CRA (%)	64,35	63,71	62,94	61,39	4,33	0,6704

L*: Luminosidade; a*: intensidade de vermelho-verde; b*: intensidade de amarelo-azul;

CRA: Capacidade de retenção de água; EPM: Erro Padrão da Média

Segundo Gomide et al. (2013), 24 horas pós-abate, em uma acidificação adequada, os valores de pH da carne situam-se entre 5,5 e 5,8. Neste experimento, o músculo apresentou valor médio próximo a esse intervalo (5,83), o qual corrobora com os valores encontrados por Almeida et al. (2015), Leão et al. (2012) e Oliveira et al. (2004). De acordo com Leão et al. (2012), é importante ressaltar que a constatação de valores normais de queda do pH sugere que outros parâmetros indicadores da qualidade da carne, como CRA, cor e maciez, apresentarão bons resultados, pois estes são influenciados pelo pH.

A carne ovina, segundo Gonçalves et al. (2004), raramente apresenta problemas relacionados com pH, como a ocorrência de carne DFD (Dry, Firm e Dark – Seca,

Firme e Escura) ou PSE (Pale, Soft e Exsudative – Pálida, Mole e Exudativa), que representam sérios problemas para a indústria da carne. De acordo com Sañudo et al. (1998), os ovinos parecem dispor de melhores mecanismos de adaptação que outras espécies para condições de estresse que ocorrem no período *ante mortem*.

Para o parâmetro cor, as médias das coordenadas L^* , a^* e b^* foram, respectivamente, 42,67; 10,87 e 7,40, e estão em concordância com as variações citadas por Sañudo et al. (2000), cujas médias, em ovinos, podem variar 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^* .

Para os consumidores, o valor inferior a 34, para luminosidade e abaixo de 9,5 para o tom de vermelho é considerado escuro e inaceitável (HOPKINS et al., 2010).

A FC tem sido utilizada como uma forma de avaliação da maciez da carne (RAMOS e GOMIDE, 2009). O valor médio encontrado para a FC nesse trabalho foi de 5,84 kg/cm², podendo assim, ser considerada como macia, pois de acordo com a classificação de Monte et al. (2012), a carne com a FC acima de 11 kgf é classificada como dura, entre 8 e 11 kgf é aceitável e abaixo de 8 kgf como macia.

Vieira et al. (2010), analisando a carne de cordeiros Santa Inês alimentados com dietas com diferentes concentrações de caroço de algodão, encontraram valores de FC variando de 4,6 a 5,3 kgf/cm², e também observaram que não houve efeito ($p>0,05$) das dietas sobre a maciez da carne.

Para os resultados de PPC e CRA foram encontrados valores médios de 23,25 e 63,10%, respectivamente. A CRA está diretamente ligada à qualidade final da carne, pois quanto maior a capacidade de reter água, melhor a suculência e menor a PPC e peso durante a sua estocagem (SANFELICE et al., 2010); a qual pode ser associada ao rendimento no preparo para o consumo (COSTA et al., 2011b), cujos fatores são relevantes para compra pelo consumidor. A CRA também favorece a retenção de nutrientes hidrossolúveis na carne, uma vez que estes poderiam ser lixiviados no exsudato. Assim, valores altos de CRA são indicativos de proteínas intactas e solúveis, de modo que o pigmento de mioglobina apresenta alta potência e há pouca dispersão da luz pela carne, conferindo uma cor vermelha mais escura (GOMIDE et al., 2013).

A relação da CRA com o teor de proteína e a coloração pôde ser observada nesse estudo, onde o tratamento que não teve inclusão da torta de girassol foi o que apresentou, em termos absolutos, maior CRA, maior teor de proteína e de valor na

coordenada a^* , e que está associada ao tratamento que teve menor porcentagem de extrato etéreo na dieta, e, conseqüentemente, menores teores de gordura.

A PPC da carne dos cordeiros deste trabalho foi análogo ao encontrado por Vieira et al. (2010), 23,58%, que avaliaram o efeito de diferentes níveis (0, 20, 30 e 40%) de caroço de algodão integral sobre os parâmetros físicos e sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês; e o valor de CRA foi equivalente ao encontrado por Sales et al. (2013), 62,21%, que avaliaram a qualidade da carne de cordeiros Ile de france alimentados com dietas contendo grãos de girassol e vitamina E.

A avaliação realizada pelos avaliadores do painel sensorial demonstrou que não houve efeito da dieta ($p>0,05$) para nenhum dos atributos estudados (Tabela 5). Essa avaliação foi realizada em uma escala de 0 a 9 cm, em que, quanto mais próximo de zero fosse o valor encontrado, menos intenso seria o atributo avaliado.

Tabela 5. Valores médios dos atributos da análise sensorial de amostras da carne de cordeiros confinados submetidos a diferentes níveis de inclusão de torta de girassol na dieta.

Características	Níveis de inclusão da torta de girassol (%)				EPM	Valor de p
	0	5	10	15		
Aroma	3,71	4,15	4,41	4,16	1,99	0,5249
Cor	3,73	3,89	3,97	4,25	2,04	0,8282
Dureza	2,86	2,34	2,12	2,34	1,75	0,3966
Sabor	4,09	4,23	4,55	4,25	1,98	0,8493
Suculência	3,41	3,97	4,13	4,10	1,91	0,4268
Avaliação global	4,51	4,95	5,10	5,13	1,74	0,5215

EPM: Erro Padrão da Média

As médias encontradas para dureza, suculência, sabor, aroma, cor e aceitação global foram 2,42; 3,90; 4,28; 4,11; 3,96 e 4,92, respectivamente. A partir da escala utilizada, foi possível classificar a carne como macia; com suculência, sabor, aroma e cor medianos, e com avaliação global satisfatória, uma vez que, todos os tratamentos obtiveram notas acima da média da escala.

No presente estudo, apesar de não ter tido diferença ($p>0,05$) entre os tratamentos, foi observado que os maiores resultados para intensidade de aroma e sabor, assim como maior maciez e suculência, estão associados aos níveis com maiores teores de lipídios da carne. Esses resultados aquiescem com os encontrados por Madruga et al. (2005), que estudaram a qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com

diferentes dietas e também verificaram que a carne com maior conteúdo de gordura possui odor da carne ovina mais intenso, bem como maior maciez e suculência. Sañudo et al. (2000), também constataram carnes mais macias e com maior intensidade de sabor em decorrência dos maiores teores de gordura. De acordo com Lawrie (2005), a gordura tende a diluir o tecido conjuntivo dos elementos da fibra muscular na qual está depositada, proporcionando maior maciez.

Dentre as qualidades organolépticas procuradas pelo consumidor, a maciez e a textura estão como as mais importantes, em detrimento à cor, odor e sabor (LAWRIE, 2005); as quais, as duas últimas, segundo Osório et al. (2009), são difíceis de separar no momento do consumo. Segundo Gomide et al. (2013), entre o aroma e o sabor há uma nítida interação favorável, pois uma vez que se elimine a sensação odorífera, fica muito difícil distinguir o sabor da carne.

Fernandes Júnior et al. (2013), avaliaram as características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros alimentados com torta de girassol em substituição a proteína do farelo de algodão (0, 40 e 80%) e encontraram valores médios de 3,17; 5,60; 3,6 e 6,67 para os atributos de aroma, maciez, suculência e aceitabilidade global, respectivamente; e assim classificaram a carne com intensidade de odor moderado, boa maciez, pouca à moderada suculência e aceitabilidade mediana.

Para avaliar o grau de associação entre a composição físico-química e os atributos sensoriais da carne de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper alimentados com diferentes níveis de inclusão da torta de girassol, procedeu-se a análise de componentes principais.

Como resultado, observa-se que os dois primeiros componentes explicaram 95,11% da variabilidade total das características de qualidade da carne, sendo 69,03% explicada pelo primeiro componente e 25,88% pelo segundo (Figura 1).

No componente um (CP1), a variável que se mostrou mais relevante para a formação do grupo foi a proteína (0,330777); e no componente dois (CP2), teve o lipídio como o fator com maior importância (0,497826).

De acordo, com Torrezan et al. (2004), quanto mais longo o vetor, melhor ele explica a variabilidade entre as amostras. Então, embora os atributos avaliados não tenham apresentado diferença entre os tratamentos ($p > 0,05$), observa-se que o vetor que representa os lipídios é maior (0,497826) quando comparado com os demais,

destacando sua importância no perfil químico das amostras; enquanto o vetor que representa o aroma foi o menor (-0,331367), sendo assim definido como o que menos contribuiu para a formação do perfil físico-químico-sensorial estudado.

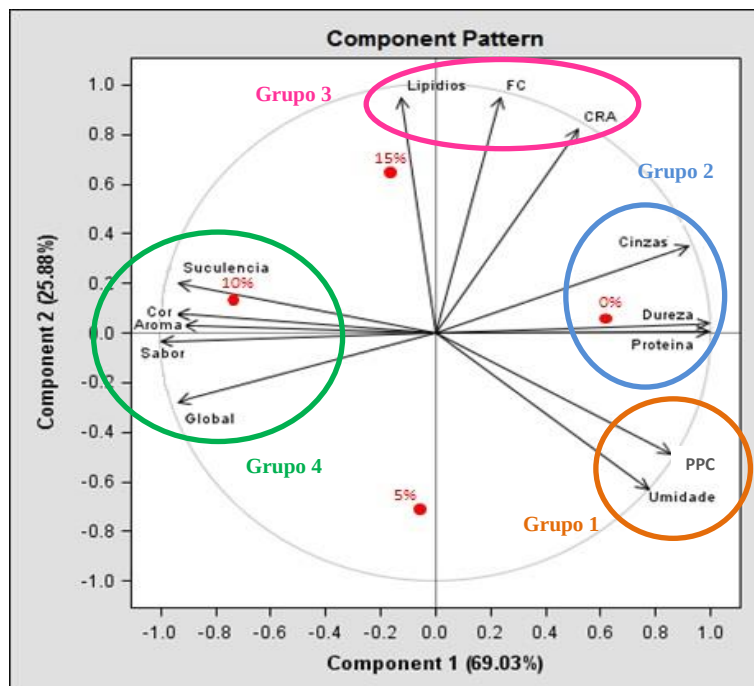


Figura 1. Matriz de análise de componentes principais dos atributos físico-químico e sensoriais das amostras de carne de ovinos mestiços alimentados com diferentes níveis de inclusão de torta de girassol.

A distribuição das variáveis no gráfico de ACP evidenciou a formação de quatro grupos distintos, os quais se formaram de acordo com a proximidade dos dados e a correlação entre eles.

No grupo 1, a umidade e a PPC apresentaram-se em proximidade, uma vez que ambas estão relacionadas com o teor de água da carne. Durante o cozimento, é corrente que ocorre diminuição significativa do peso dos alimentos, que é atribuído, geralmente, à perda de água, por encolhimento e evaporação (GOÑI e SALVADORI, 2010), a qual acontece no intervalo entre 15 e 35% (PEARSE et al., 2011).

De acordo com Lawrie (2005), a liberação gradual de água pela carne mediante aplicação de diferentes temperaturas indicou que a água é ligada pelas proteínas em várias camadas. Huff-Lonergan e Lonergan (2005), constataram que as moléculas de água presentes na carne podem ser classificadas em três frações: água ligada à proteína

(se prende firmemente aos tecidos da carne, permanecendo fortemente ligada mesmo durante aplicação de severas forças mecânicas ou físicas, tais como congelamento e aquecimento); água imobilizada (devido à distância do grupo reativo das proteínas, torna-se sucessivamente mais fraca e é removida por processos de desidratação); e água livre (mais fracamente ligada, segura apenas pela força de superfície, sendo o local onde se processam as reações bioquímicas, permitindo o desenvolvimento de micro-organismos e sendo facilmente removível da carne).

No grupo dois, as variáveis que se relacionaram foram proteína, dureza e cinzas. A maciez da carne está diretamente relacionada com as estruturas proteicas e os tecidos conjuntivos e musculares existindo maior sensibilidade-importância para o conjuntivo do que para a fibra muscular (OSÓRIO et al., 2009). De acordo com Ramos e Gomide (2009), o colágeno é a principal proteína estrutural do tecido conectivo e, embora a sua concentração afete negativamente a maciez, a sua principal contribuição à dureza da carne diz respeito à quantidade e estabilidade das ligações cruzadas inter e intramuscular, entre suas fibras, as quais são responsáveis pela relativa insolubilidade e resistência do tecido conectivo.

O colágeno é uma das poucas proteínas que contém elevadas quantidades de hidroxiprolina (13-14%); e por isso este aminoácido tem sido utilizado para quantificar o conteúdo de colágeno no músculo, que pode ser utilizada para prover uma estimativa à qualidade proteica (DELLA TORRE e BERAQUET, 2005), uma vez que, um aumento na taxa específica de colágeno em carnes e produtos cárneos reduz o número absoluto de aminoácidos essenciais e desequilibra seu balanço, diminuindo a qualidade do sistema proteico (NGUYEN e ZARKADAS, 1989).

De acordo com Gomide et al. (2013), durante o cozimento, ocorre um amolecimento da estrutura de colágeno, devido a redução da força de coesão do tecido conectivo da camada de perimísio, ocasionada pela desnaturação parcial das ligações cruzadas das fibras de colágeno; se o cozimento persistir, o colágeno geleifica (intumesce). Por isso, que carnes mais estruturadas devem ser cozidas sob pressão por longos períodos, para que ocorra a gelatinização do colágeno e consequente aumento da maciez da carne.

A dureza da carne se deve, em parte, à perda de água durante o cozimento, pois à temperatura de 60 a 70 °C a rede do tecido conectivo e fibras musculares conjuntamente

encolhem de modo longitudinal, e a extensão deste encolhimento aumenta com a temperatura (OFFER, 1984). Em consequência, tem-se uma grande perda de água que é obtida no cozimento, o qual presume-se que a água é expelida pela pressão exercida por este encolhimento no tecido conectivo, exercendo influência na percepção sensorial de suculência nas amostras de carne (SILVA et al., 2007).

No grupo três, observa-se que os lipídios, FC e CRA estão diretamente relacionados. Segundo Gomide et al. (2013), a CRA e a maciez se correlacionam muito bem, pois quanto maior a CRA da carne, maior sua firmeza e mais uniforme é sua textura, pela maior turgescência da fibra. Segundo Pacheco et al. (2005), existe correlação entre a quantidade de gordura intramuscular e a maciez da carne. O marmoreio, também pode evitar a perda de água e desnaturação das fibras, fazendo com que a carne permaneça suculenta, mesmo quando excessivamente preparada, pois o calor se propaga de maneira mais lenta na gordura que na proteína.

No grupo quatro, estão presentes a maioria das características sensoriais, evidenciando a ligação e importância de uma característica como complemento da outra, as quais apresentam leve proximidade com o lipídio, confirmando que a gordura é um componente que tem papel relevante nas características organolépticas da carne.

Quando se coloca o gráfico do comportamento dos tratamentos sobreposto sobre as correlações das variáveis estudadas (representado na Figura 1 pelos pontos distribuídos em vermelho), observa-se que o tratamento de 0% está mais relacionado às características de dureza, proteína e cinzas, cujos valores foram superiores quando comparado com os demais tratamentos. O nível de 5% de inclusão foi o que apresentou valores medianos para todas as variáveis, e assim, não foi observada nenhuma característica que se evidenciasse dentro desse tratamento. Quando se incluiu 10% de torta de girassol na dieta de cordeiros, observou-se que teve grande influência sobre as características sensoriais da carne, cujos resultados, em sua maioria, foram superiores para esse tratamento. E por fim, no nível de 15%, foi possível constatar que está mais intimamente associado à característica lipídica, visto que foi o tratamento que obteve maior teor de extrato etéreo na dieta e, por consequência, na carne.

CONCLUSÕES

A torta de girassol quando incluída na alimentação de cordeiros confinados em até 15%, não interfere nas características físico-químicas e sensoriais da carne, motivo pelo qual pode ser utilizada como ingrediente alternativo nesta fase de produção.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J.C.S. et al. Desempenho, medidas corporais, rendimentos de carcaça e cortes, e qualidade de carne em cordeiros alimentados com resíduos da agroindústria processadora de frutas. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.541-556, 2015.
- ALVES, L.G.C. et al. Qualidade do lombo de cordeiros submetido a dois tipos de cozimento. **Revista Agrarian**. v.7, n.25, p.598-601, 2014.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis (17th ed.). Washington, DC: AOAC. 2000.
- BARROS, M.C.C. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *Longissimus dorsi*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.431-442, 2015.
- BERAN, F.H.B. et al. Avaliação da digestibilidade de nutrientes, em bovinos, de alguns alimentos concentrados pela técnica de três estádios. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, p.130-137, 2007.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa no3, de 07 de janeiro de 2000. **Regulamento técnico de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue**. S.D.A./M.A.A. Diário Oficial da União, Brasília, p.14-16, 24 de janeiro de 2000, Seção I, 2000.
- BRATZLER, L.J. Determining the tenderness of meat by use of the Warner-Bratzler method. **Proceedings of the Reciprocal Meat Conference**, v.2, p.114, 1949.
- BRIDI, A.M. et al. Indicadores de estresse e qualidade da carne em frangos abatidos pelo método “Halal”. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p. 2451-2460, 2012.
- BRITO, G.F. et al. The effect of forage type on lamb carcass traits, meat quality and sensory traits. **Meat Science**, v.119; p.95–101, 2016.

- BONAGURIO, S. et al. Composição Centesimal da Carne de Cordeiros Santa Inês Puros e de seus Mestiços com Texel Abatidos com Diferentes Pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2387-2393, 2004.
- BONAGURIO, S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.
- CANEQUE, V. et al. Use of whole barley with a protein supplement to fatten lambs under different management systems and its effect on meat and carcass quality. **Animal Research**, v.52, p.271-285, 2003.
- COSTA, R.G. et al. Composição centesimal e análise sensorial da carne de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo melão em substituição ao milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2799-2804, 2011a.
- COSTA, R.G. et al. Qualidade física e sensorial da carne de cordeiros de três genótipos alimentados com rações formuladas com duas relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1781-1787, 2011b.
- DELLA TORRE, J.C.M; BERAQUET, N.J. Composição centesimal e teor de colágeno em carne bovina moída. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v.64, n.2, p. 223-231, 2005.
- FERNANDES JÚNIOR, F. et al. 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.
- FERNANDES JÚNIOR, F. et al. Características de carcaça e qualidade da carne de cordeiros Santa Inês alimentados com torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.3999-4014, 2013.
- FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v. 226, p.497-509, 1957.
- GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e qualidade da carne, Fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 197p, 2013.
- GONÇALVES, L.A.G. et al. Efeitos do sexo e do tempo de maturação sobre a qualidade da carne ovina. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.459-467, 2004.

- GOÑI, S.M.; SALVADORI, V.O. Prediction of cooking times and weight losses during meat roasting. **Journal of Food Engineering**, v.100, p.1–11, 2010.
- HAMM, R. Biochemistry of meat hydration. **Advances in Food Research**, v. 10, p. 355-362, 1960.
- HOFFMAN, L.C.; MULLER, M.; CLOETE, S.W.P. Comparison of six crossbred lamb types: sensory, physical and nutritional meat quality characteristics. **Meat Science**, v.65, p.1265-1274, 2003.
- HONIKEL, K.O. Reference methods for the assessment of physical characteristics of meat. **Meat Science**, v.49, n.4, p.447-457, 1998.
- HOPKINS, D.L. et al. Measuring the shear force of lamb meat cooked from frozen samples: Comparison of two laboratories. **Animal Production Science**, v.50, p.382–385, 2010.
- HUFF-LONERGAN, E.; LONERGAN, S.M. Mechanisms of water-holding capacity of meat: The role of postmortem biochemical and structural changes. **Meat Science**, v.71, p.194–204, 2005.
- JARDIM, R.D. et al. Composição tecidual e química da paleta e da perna em ovinos da raça Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.2, p.231-236, 2007.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 384p. 2005.
- LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; MORENO, G.M.B.; SOUZA, H.B.A.; GIAMPIETRO, A. et al. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1253-1262, 2012.
- MACEDO, V.P. et al. Composições tecidual e química do lombo de cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.
- MADRUGA, M.S. et al. Efeito do genótipo e do sexo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1838-1844, 2006.
- MADRUGA, M.S. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.
- MONTE, A.L.S. et al. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: uma revisão. **ACSA – Agropecuária Científica no Semi-Árido**, v.8, n.3, p11-17, 2012.

- MOURA, E.S. et al. Sunflower cake in diets for lambs: intake, digestibility, nitrogen balance and rumen parameters. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36, n.3, p.2247-2258, 2015.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids. Washington, D.C.: The National Academies Press, 362 p. 2007.
- NGUYEN, Q.; ZARKADAS, C.G.; Comparison of the amino acid composition and connective tissue protein contents of selected bovine skeletal muscles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.37, p.1279-86, 1989.
- OFFER, G. Progress in the biochemistry, physiology and structure of meat. In: **European meeting of meat research workers**, 30th Bristol, 1984. Proceedings... Bristol, Inglaterra: p. 217-234, 1984.
- OLIVEIRA, M.D.S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.629-638, 2007.
- OLIVEIRA, I. et al. Caracterização do processo de rigor mortis em músculos de cordeiros e carneiros da raça Santa Inês e maciez da carne. **Acta Scientia e Veterinariae**, v.32, n.1, p.25-31, 2004.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009.
- PACHECO, P.S. et al. Composição física da carcaça e qualidade da carne de novilhos jovens e superjovens de diferentes grupos genéticos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1691-1703, 2005.
- PAREDI, G. et al. Muscle and meat: New horizons and applications for proteomics on a farm to fork perspective. **Journal of proteomics**. v.88, p.58–82, 2013.
- PEARSE, K.L. et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes — A review. **Meat Science**, v.89, p.111–124, 2011.
- PELLEGRIN, A.C.R.S. et al. Qualidade da carne de cordeiros lactentes suplementados com teores de glicerina bruta em comedouro privativo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.5, p.2685-2696. 2014.

- PEREIRA, M.S. et al. Carcaça e não-componentes da carcaça de cordeiros recebendo polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Acta Scientia Animal Science**. v.29, n.1, p.57-62, 2007.
- PINHEIRO, R.S.P. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.
- PITOMBO, R.S. et al. Qualidade da carne de bovinos super precoces terminados em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4, p.1203-1207, 2013.
- POMPEU, R.C.F.F. et al. Características da carcaça e dos componentes não-carcaça de ovinos alimentados com dietas contendo casca de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.490-507, 2013.
- RAMOS, E.M.; GOMIDE, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: Fundamentos e metodologias**. Viçosa, MG: Ed. UFV, 599p. 2009.
- RODRIGUES, D.N. et al. 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, G.H. et al. Perfil dos ácidos graxos e composição química do músculo *Longissimus dorsi* de cordeiros alimentados com dietas contendo polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1346-1352, 2010.
- ROSA, G.T.; PIRES, C.C.; SILVA, J.H.S. Crescimento alométrico de osso, músculo e gordura em cortes da carcaça de cordeiros Texel segundo os métodos de alimentação e peso de abate. **Ciência Rural**, v.35, n.4, p.870-876, 2005.
- SALES, R.O. et al. Qualidade da carne in natura e maturada de cordeiros alimentados com grãos de girassol e vitamina E. **Ciência Rural**, v.43, n.1, p.151-157, 2013.
- SANFELICE, C. et al. Avaliação do efeito do tempo de desossa sobre a qualidade da carne de peito de matrizes pesadas de descarte. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**. v.32, n.1, p.85-92, 2010.
- SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. Amsterdam. **Meat Science**, v.54, n.4, p.339-346, 2000.

- SAÑUDO, C. et al. Small Ruminant Production System sand Factors Affecting Lamb Meat Quality. **Meat Science**, v.49, p.S29-S64, 1998.
- SAS - Statistical Analysis System. system for windows. Cary: SAS Institute. 2002.
- SILVA, M.L.; CONTRERAS-CASTILHO, C.J.; ORTEGA, E.M.M. Efeito do cozimento na qualidade do músculo *Semitendinosus*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n.3, p.441-445, 2007.
- SILVA SOBRINHO, A.G. et al. Características de qualidade da carne de ovinos de diferentes genótipos e idades ao abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1070-1078, 2005.
- SOARES, B.C. et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros suplementados com diferentes níveis de resíduo do biodiesel. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.64, n.6, p.1747-1754, 2012.
- STONE, H. et al. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28, n.11, p.24-34, 1974.
- TORREZAN, R. et al. Avaliação do perfil sensorial de alimento com soja sabor laranja. **Boletim do CEPPA**, v.22, n.2, 2004.
- VIEIRA, T.R.L. et al. Propriedades físicas e sensoriais da carne de cordeiros Santa Inês terminados em dietas com diferentes níveis de caroço de algodão integral (*Gossypium hirsutum*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.30, n.2, p.372-377, 2010.
- WOOD, J.D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2003.

CAPÍTULO 4

Caracterização proteômica do músculo *Semimembranosus* de cordeiro

RESUMO

A proteômica é a ciência que estuda a expressão das proteínas, a qual pode ajudar a elucidar eventos moleculares complexos que fundamentam o crescimento esquelético muscular, a conversão do músculo à carne, assim como a variação da qualidade da carne. O objetivo do estudo foi avaliar a influência de níveis crescentes de torta de girassol sobre os perfis proteicos do músculo *Semimembranosus* de ovinos Santa Inês x Dorper. 24 géis foram produzidos, referentes ao músculo de cada animal experimental, cuja expressão proteica foi feita através da eletroforese bidimensional e da espectrometria de massa. Foram realizadas análises referentes à ontologia gênica e também de interactoma. Nos géis, foram observados uma média de $117 \pm 16,8$ spots, dos quais apenas 30 foram recortados, sendo 29 identificados, correspondendo a 23 proteínas diferentes. As proteínas constatadas estavam relacionadas, de acordo com a ontologia gênica, às funções biológicas de: contração muscular (isoformas de miosina, actina, tropomiosina e troponina), metabolismo energético com atividade glicolítica (creatina quinase, beta-enolase, glicogênio fosforilase e malato desidrogenase), metabolismo energético com atividade oxidativa (ATPase, citocromo b e ATP sintase), chaperonas (proteína de choque térmico 70), transporte (precursor da albumina sérica); e de desintoxicação (aldeído desidrogenase e retinal desidrogenase). Destas, apenas a actina citoplasmática e ATP sintase foram diferencialmente expressas ($p < 0,05$) entre os tratamentos. O interactoma dessas duas proteínas não mostrou nenhuma relação direta, porém, indiretamente elas se encontram associadas através do processo de contração muscular.

Palavras-chave: bioinformática, carne, interactôma, genética

ABSTRACT

Proteomics is the science that studies the expression of proteins, which can help elucidate complex molecular events that support skeletal muscle growth, muscle to meat conversion, as well as variation in meat quality. The objective of this study was to evaluate the influence of increasing levels of sunflower cake on the protein profiles of the *Semimembranosus* muscle of Santa Inês x Dorper sheep. 24 gels were produced, referring to the muscle of each experimental animal, whose protein expression was done through two-dimensional electrophoresis and mass spectrometry. Gene ontology and interactome analyzes were performed. In the gels, an average of 117 ± 16.8 spots were observed, of which only 30 were cut out, 29 of which were identified, corresponding to 23 different proteins. The proteins found were related, according to the genetic ontology, to the biological functions of: muscle contraction (isoforms of myosin, actin, tropomyosin and troponin), energetic metabolism with glycolytic activity (creatine kinase, beta-enolase, glycogen phosphorylase and malate dehydrogenase), energetic metabolism with oxidative activity (ATPase, cytochrome b and ATP synthase), chaperones (heat shock protein 70), transport (precursor of serum albumin); and detoxification (aldehyde dehydrogenase and retinal dehydrogenase). Of these, only cytoplasmic actin and ATP synthase were differentially expressed ($p < 0.05$) between treatments. The interactome of these two proteins did not show any direct relation, however, indirectly they are associated through the process of muscular contraction.

Keywords: bioinformatics, meat, interactome, genetics

INTRODUÇÃO

No Brasil, devido à sua diversidade de clima e ecossistemas, existem várias espécies de oleaginosas com potencial para produção de biodiesel (PALMIERE et al., 2012), cujos coprodutos atuam como alimentos alternativos na substituição de componentes presentes no concentrado, sendo testados como opção na redução dos custos com alimentação (CORREIA et al., 2011), sem afetar a produtividade e a qualidade do produto final (OLIVEIRA et al., 2012).

A torta de girassol, obtida por prensagem a frio, é um coproduto que apresenta características nutricionais intermediárias entre o grão e o farelo (COSTA et al., 2005). É considerada uma boa alternativa para uso em ração animal (OLIVEIRA et al., 2007), por apresentar altos teores de proteína, extrato etéreo e fibra (CORREIA et al., 2011), podendo assim, interferir no consumo, na digestibilidade de nutrientes, na atividade microbiota e na qualidade da carne (OLIVEIRA et al., 2015).

Características de qualidade da carne estão intimamente relacionados com as características biológicas do animal vivo. Estudos têm sido realizados para caracterizar os mecanismos biológicos que geram grande variabilidade de características na qualidade da carne, em especial atenção ao crescimento muscular, desenvolvimento e composição da carcaça dos animais (BENDIXEN, 2005).

O proteoma é expresso a partir do genoma e é influenciado pelas condições ambientais e também de processamento do produto (HOLLUNG et al., 2007). A proteômica executa a análise de proteínas em larga escala, descrevendo as cadeias peptídicas de uma célula, tecido, organismo ou fluido biológico e fornece informações sobre a expressão da proteína, localização, funções e interações (CHIARADIA et al., 2012).

As informações obtidas pela proteômica podem ajudar a elucidar eventos moleculares complexos que fundamentam o crescimento esquelético muscular, a conversão do músculo à carne, a variação da qualidade da carne e os efeitos do seu processamento (YU et al., 2015).

A ferramenta mais comumente utilizada para auxiliar o estudo proteômico é baseada na separação de proteínas em pelo menos duas dimensões (eletroforese

bidimensional – 2D), seguida, geralmente, pela utilização de espectrometria de massa (MS); as quais tem demonstrado uma grande força para o estudo das proteínas da carne, proteólise *post mortem* e condições de processamento (HOLLUNG et al., 2007).

A literatura fornece numerosos estudos proteômicos que discutem as alterações das proteínas musculares após o abate, durante o envelhecimento da carne, geralmente em combinação aos processos de proteólise relacionados à sua maciez, assim como em produtos processados (LAMETSCH et al., 2003; MORZEL et al., 2004; HWANG, et al., 2005; JIA et al., 2006; LAVILLE et al., 2009; MONTOWSKA e POSPIECH, 2012), porém, pesquisas voltadas para avaliação dos efeitos da nutrição sobre o perfil de proteínas no músculo, ainda são incipientes.

Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar a influência de níveis crescentes de torta de girassol sobre o perfil proteico do músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

Animais e coleta

O experimento foi realizado no Parque de Exposições Aristófanês Fernandes, em Parnamirim, localizado a 5° 54'S e 35° 15'O, na região metropolitana de Natal/RN, de dezembro a fevereiro. Vinte e quatro cordeiros mestiços (Santa Inês x Dorper), com peso vivo médio inicial de $19,5 \pm 2,19$ kg, foram distribuídos aleatoriamente em quatro tratamentos (n=6), constituídos por níveis crescentes de inclusão de torta de girassol, contendo 0, 5, 10 e 15%, com base na matéria seca (MS). Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas com acesso *ad libitum* à água e sal, e passaram por um período de adaptação, às instalações e às dietas, de 15 dias. Durante este período, foram submetidos aos controles de endo e ectoparasitas e vacinados contra clostridioses.

Os cordeiros foram alimentados com rações completas isoproteicas (15% PB), oferecidas *ad libitum*, duas vezes ao dia, às 08 h (60% do total ofertado ao dia) e às 16 h (40% do total ofertado ao dia), permitindo 15% de sobras.

As dietas experimentais foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2007), visando um ganho de 200 g/dia/animal. A relação volumoso:concentrado foi de 40:60, sendo utilizado como volumoso, o feno de Tifton (*Cynodon dactylon*)

picado, e as rações concentradas tinham como ingredientes farelo de soja, milho triturado, suplemento mineral e níveis crescentes de inclusão da torta de acordo com o tratamento.

A Tabela 1 apresenta a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na dieta; e na Tabela 2, podem ser visualizadas as composições percentuais e bromatológicas das dietas expressas na MS.

Os animais foram abatidos ao atingirem o peso vivo médio $32,1 \pm 2,6$ kg, e o método de abate adotado foi o do atordoamento com concussão cerebral, seguido por sangria, esfolagem e evisceração. Os pernis esquerdos de cada animal foram dissecados e para obtenção dos músculos *Semimembranosus*, em seguida foram identificados, envolvido usando papel filme e armazenado em freezer para posterior análise proteômica.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes da dieta experimental com base na Matéria Seca (g/kg MS).

Nutrientes	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de Soja	Torta de Girassol*	Feno de Tifton
Matéria seca	876,4	886,1	924,9	899,4
Matéria orgânica	984,5	936,8	952,5	933,6
Matéria mineral	15,5	63,2	47,5	66,4
Proteína Bruta	91,1	487,5	345,1	96,5
Extrato Etéreo	40,7	17,1	63,1	16,5
Fibra em detergente neutro	139,8	146,2	374,8	798,9
Fibra em detergente ácido	40,8	98,6	278,6	390,3
Lignina	11,6	13,3	10,7	53,5
CHOT	852,7	432,2	544,4	820,6
CNF	712,9	286,0	169,6	21,7
NDT	872,4	815,4	776,6	512,0

Conforme Valadares Filho (2006). *Análises reais do material utilizado.

Extração de proteínas de músculos

Foram pesados cinco gramas de cada amostra e liofilizadas (Liofilizador Labconco FreeZone 6) por 24 h. Após a liofilização as amostras foram pesadas e maceradas com o auxílio de um almoxariz e pistilo e então, o tecido em pó, foi armazenados em tubo estéril e mantidas a -20 °C até o momento da extração das proteínas, adaptado de Sanchez et al. (2001).

Tabela 2. Composição percentual e bromatológica das dietas experimentais com base na Matéria Seca (%MS).

FDN = Fibra em Detergente Neutro; FDA = Fibra em Detergente Ácido; CHOT = Carboidratos Totais; CNF = Carboidratos Não Fibrosos; NDT = Nutrientes Digestíveis Totais

Cinco miligramas de cada amostra do músculo processado foram reidratadas em

Ingredientes	Níveis de inclusão da torta de girassol			
	0%	5%	10%	15%
Farelo de milho	40,40	38,95	38,40	36,60
Farelo de soja	16,60	13,05	8,60	5,40
Torta de girassol	0,00	5,00	10,00	15,00
Suplemento mineral	2,00	2,00	2,00	2,00
Feno Tifton-85 (<i>Cynodon</i> sp)	41,00	41,00	41,00	41,00
Composição química das dietas				
Matéria seca (%)	86,99	87,20	87,39	87,61
Matéria orgânica	93,60	93,61	93,66	93,65
Matéria mineral	6,40	6,39	6,33	6,34
Proteína Bruta	15,73	15,59	15,10	15,10
Extrato etéreo	2,60	2,80	3,01	3,20
FDN	40,82	41,98	43,12	44,28
FDA	19,28	20,27	21,20	22,20
Lignina	2,88	2,87	2,86	2,85
CHOT	75,26	75,21	75,54	75,37
CNF	34,43	33,23	32,42	31,07
NDT	69,77	69,49	69,27	68,97

100 µL de água ultrapurificada (Direct-Q, Millipore®) com 1% de TRITON-X 100, e incubados a 5 °C por 1 hora. Em seguida, foi adicionado 400 µL de tampão de amostra (Uréia 7 M, Tiouréia 2 M, 4% CHAPS, 2% tampão IPG pH 4 – 7 [anfólitos livres], 40 mM DTT [ditiotreitól] - GE Healthcare). O extrato obtido foi sonificado em banho de gelo e posteriormente centrifugado por 30 minutos a 5000 *g* a 4 °C. O sobrenadante foi reservado e a quantificação de proteínas foi realizada utilizando o método de Bradford (1976).

Quantificação da concentração da proteína total no fluido do músculo Semimembranosus

Foi feita uma curva analítica de calibração obtida a partir de soluções padrões, com concentrações de proteínas conhecidas, como a BSA (Albumina Sérica Bovina). A concentração de proteínas nas amostras do músculo foi determinada pelo método de Bradford (1976), onde a cada 20 µL padrão acrescentou-se 1,0 mL do reagente e as

leituras de absorbância foram feitas a 595 nm (Nanodrop 2000c Spectrophotometer, Thermo Scientific). A curva de calibração foi estabelecida pelas médias das duplicatas das absorbâncias obtidas, originando uma equação linear de absorbância versus concentração ($R^2 = 0,997$).

O sobrenadante obtido da extração de proteínas do músculo, que foi reservado para quantificar os teores de proteína, foram diluídos na proporção de 1:30 em água ultrapura (Direct-Q/ Millipore, Billerica, MA, USA), o qual foi feito também em duplicata. Para 1,0 mL do reagente de Bradford foi adicionado 20 µL da amostra. As leituras foram realizadas no espectrofotômetro e a média das duplicatas usadas para o cálculo da concentração total de proteína de cada amostra.

Eletroforese bidimensional das proteínas do músculo *Semimembranosus*

Para a primeira dimensão (focalização isoeletrica), as proteínas foram solubilizadas em solução de reidratação (7 M uréia, 2 M tiouréia, 2% CHAPS, 2% tampão IPG pH 4 – 7, 0,002% azul de bromofenol - GE Healthcare). As tiras de IPG, *Immobiline Drystrip*, 13 cm, com uma faixa de pH 4 – 7 linear (GE Healthcare, USA), foram reidratadas, por aproximadamente 17 h em bandeja de reidratação (*Reswell tray*, *IPGbox*, GE Healthcare, USA), em 250 µL da solução de reidratação contendo 400 µg de proteínas do músculo *Semimembranosus*. Após este período, as tiras de IPG foram focalizadas no equipamento IPGphor IIITM (GE Healthcare, USA), com a seguinte programação: 100V (1h), 250V (1h), 500V (1h), 8000V (12750 Vh), 8000 (48000 Vh) e 100V (24h 640), totalizando 00 Vh, onde as proteínas foram separadas, horizontalmente, de acordo com o seu potencial isoeletrico.

Após a focalização, foram mantidas por 20 minutos sob leve agitação em tubos de ensaio com um tampão de equilíbrio I (6 M de ureia, 50 mM Tris-HCl pH 8,8, 29,3% de glicerol, 2% de SDS, DTT a 1%) e reequilibradas durante mais 20 minutos em um segundo tampão (com os reagentes do tampão de equilíbrio I, substituindo iodoacetamida 2,5% por DTT). Após estarem equilibradas, as proteínas foram separadas na segunda dimensão em gel de poliacrilamida 12,5% (SDS) usando o aparelho SE 600 RubyTM (Amersham Biosciences, USA) com uma corrente de 25 mA/gel e uma tensão máxima de 500 V (Hoefer SE 600, GE LifeSciences), até a finalização da corrida. A corrida dos géis foi realizada com o sistema refrigerado à 15°C (Multitemp II –

Amersham). Foi adicionado padrão proteico com pesos de 12 a 225 kDa, (GE Healthcare).

Após a separação das proteínas na segunda dimensão, os géis permaneceram em contato com uma solução de fixação contendo etanol (30%), ácido fosfórico (2%) e água destilada, por um período de 15 h (VAN TILBURG et al., 2013).

Os géis passaram por três lavagens em solução contendo ácido fosfórico (2%) e água destilada, permanecendo em contato com a solução de lavagem por 20 minutos, cada lavagem. Após a última lavagem, os géis permaneceram em contato com uma solução contendo ácido fosfórico (2%), etanol (18%), sulfato de amônio (15%) e água destilada. Ao passar 30 minutos em contato com essa solução, foi adicionado o corante Coomassie Blue G-250 (Blue silver). O corante permaneceu em contato com os géis por 72 h. Após este período, os géis foram descorados, até ficarem evidentes os *spots* proteicos.

Digitalização e análises dos géis de músculo *Semimembranosus*

Foram confeccionados 24 géis 2-D (seis de cada tratamento) das proteínas do músculo *Semimembranosus*. Estes foram digitalizadas utilizando o scanner ImageScanner III (GE Healthcare, USA) na resolução de 300 dpi modo transparente e filtro verde. As imagens foram salvas como arquivos TIFF (tif) e analisadas utilizando o aplicativo PDQuest versão 8.0.1 (Bio-Rad Laboratories, USA). Um gel representativo foi criado com base nos géis de todos os indivíduos. A quantificação dos *spots* foi dada em partes por milhão (ppm) da densidade óptica integrada total de cada gel, fornecida pelo aplicativo (MOURA et al., 2006).

Digestão das proteínas

Os *spots* proteicos separados por eletroforese bidimensional foram digeridos com tripsina segundo metodologia descrita por Moura et al. (2006), e Van Tilburg et al. (2013). Foram recortados 30 *spots* que estavam presentes em todos os géis e que apresentaram maior intensidade. Os *spots* recortados foram descorados por três lavagens de 15 minutos com solução contendo 400 µL de solução de acetonitrila 50%/bicarbonato de amônio (25 mM, pH 8,0). Os *spots* foram desidratados com 200 µL de acetonitrila por 5 minutos e, em seguida, secos completamente no Speed Vac

(Concentrator plus, Eppendorf). Foi acrescentada aos *spots* uma solução de tripsina (20 µg de tripsina (Promega, cat. # V5111, Madison, WI, USA) dissolvidas em 100 µL de ácido acético 50 mM e 900 µL de bicarbonato de amônio 50 mM), após 5 minutos essa solução foi retirada e acrescentou-se 20 µL de bicarbonato de amônio 50 mM às amostras. Estas, por sua vez, foram, então, mantidas em Banho-Maria a 37 °C por 18 h. Posteriormente, os peptídeos foram extraídos por meio de duas lavagens com solução de ácido fórmico 5%/ acetonitrila 50% por 30 minutos. Os peptídeos foram acondicionados em microtubos e secos no Speed Vac.

Espectrometria de massa – (ESI-Q-TOF) (Eletrospray ionization-quadrupole-time of flight)

Os peptídeos oriundos da digestão trípica foram analisados em ESI-Q-TOF, conforme a metodologia descrita por Van Tilburg et al. (2013). Os peptídeos (5 µL) foram injetados com solvente A (acetonitrila:água:ácido fórmico, correspondendo a 5:94,9:0,1, respectivamente) em uma coluna Waters Symmetry 300 TM(C-18, filme de 5 µm, 0,3 mm×5 mm) para dessalinização e pré-concentração. Depois da lavagem durante 3 minutos com solvente A com 5 mL/min, os peptídeos foram então eluídos num gradiente de concentração para a coluna analítica nano ACQUITY HSS T3 (C-18, 0,075 mm x 150 mm). A coluna analítica foi corrida num gradiente (5 a 42% de solvente B, acetonitrila:água:ácido fórmico, correspondendo a 95:5:0,2, durante 40 min). O espectrômetro de massa foi calibrado utilizando fragmentos de íons do peptídeo Glu-1-fibrinopeptídeo B (Glu-Fib), para manter a precisão em 10 partes por milhão. O espectrômetro de massas foi operado para obter espectros MS/MS dos peptídeos trípticos em modo dependente de dados (data-dependent acquisition, DDA) para o íon precursor usando o reconhecimento de estado de carga e limite de intensidade como critérios de seleção, utilizando o aplicativo MassLynx 4.1. Para obter os dados MS/MS, uma varredura (2 seg.) foi executada nos dados de relação massa/carga (m/z) entre 400-1500. A partir de cada varredura, baseando-se nos critérios de seleção foram escolhidos até quatro íons mais intensos, para obtenção da produção dos espectros resultantes da dissociação induzida por colisão (CID) na presença de argônio. Os espectros iônicos resultantes (6-8 seg.) foram processados utilizando o aplicativo Protein Lynx Global

Server 2.4 e convertidos em arquivos de lista de picos (peak list files, PKL) para posteriormente ser feita a pesquisa em banco de dados.

Pesquisa em banco de dados e classificação das proteínas

Para a identificação das proteínas foram feitas buscas utilizando os arquivos pkl contra os bancos de dados do NCBIInr, utilizando a ferramenta de busca MASCOT (Matrix Science Inc., Boston, MA, EUA). As buscas foram feitas de acordo com os seguintes critérios: máximo de uma clivagem perdida da tripsina, peptídeos monoisotópicos com carga +1, +2 e +3, com modificação variável de oxidação da metionina e variação fixa de carbamidometilação das cisteínas. Os limites selecionados de tolerância para variação da massa dos peptídeos e dos fragmentos foram de ± 1.2 Da e ± 0.6 Da, respectivamente. A identificação foi considerada não ambígua quando o escore da proteína for significativo ($p < 0.05$), e pela coincidência próxima da massa molecular e pI teóricos e experimentais da proteína.

Ontologia gênica

A informação sobre a proteína adquirida pela busca no MASCOT foi analisada através da utilização do programa para anotações de proteínas (STRAP), um aplicativo de código-fonte aberto (BATHIA et al., 2009; REGO et al., 2014). Os termos da ontologia gênica para os processos biológicos, componentes celulares e funções moleculares foram adquiridos do banco de dados UniProtKB.

Análise das redes de interação das proteínas

As interações interproteicas foram analisadas por meio do banco de dados STRING 9.0 (<http://string-db.org>) a partir de predições coletadas baseando-se em associações diretas (físicas) ou indiretas (funcionais), integrando evidências de várias fontes, bem como contexto genômico, experimentos em larga escala, co-expressão e dados obtidos a partir de publicações de pesquisa (SZKLARCZYK et al., 2011; REGO et al., 2014). A análise das redes de interação só foi realizada para as proteínas que apresentaram diferença estatística no músculo *Semimembranosus*.

Análise estatística

As intensidades dos *spots* do músculo foram analisadas através do Programa SAS 9.0 (2002), utilizando ANOVA e teste de Tukey ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na eletroforese 2D, 23 géis do músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper foram analisados na faixa de pH 4-7, onde foi observado a média de $117 \pm 16,8$ *spots* por gel no *MatchSet*. O *MatchSet* é um mecanismo do PDQuest que compara e analisa os pontos de um determinado experimento, o qual gera uma imagem sintética que contém os dados dos pontos de todos os géis, chamado de gel *Master*.

Da média dos 117 *spots* encontrados por gel, 30 foram recortados e, 29 obtiveram identificação, correspondendo a 23 proteínas diferentes; dentre as quais, apenas duas foram diferencialmente expressas ($p < 0,05$) entre os tratamentos.

A Figura 1 mostra o gel 2D representativo das proteínas solúveis do músculo analisado com a posição específica dos 29 *spots*, sendo os dois em destaque (com coloração azul) os que diferiram estatisticamente. O *spot* 15 (distinguido com a cor preta), não foi identificado, possivelmente, devido à baixa concentração de proteína ou pela falta de dados na base de consulta. A identificação e informação proteica relacionada à validação dos resultados da pesquisa estão expostas na Tabela 3.

A massa e o pI de cada proteína (*spot*) é correspondente a sua posição no gel 2D, as quais foram definidas de acordo com as faixas utilizadas tanto de marcador molecular para proteína como de pH, respectivamente, no programa PDQuest. Em relação ao peso molecular, os *spots* identificados apresentaram-se na faixa de 12,0 kDa (*spot* 3) a 98,4 kDa (*spot* 18), e em relação ao ponto isolétrico (pI), este variou entre 4,03 (*spot* 6) e 6,95 (*spot* 30).

As proteínas mais expressas, de acordo com a intensidade detectada nos géis foram: Tropomiosina beta (32,5 kDa/ pI 4,72 – *spot* 7), miosina de cadeia leve (19,32 kDa/ pI 5,08 – *spot* 5), tropomiosina alfa 1 (29,86 kDa/ pI 4,78 – *spot* 8), Actina alfa (38 kDa/ pI 5,30 – *spot* 10), creatinina quinase tipo M (36,14 kDa/ pI 6,95 – *spot* 30).

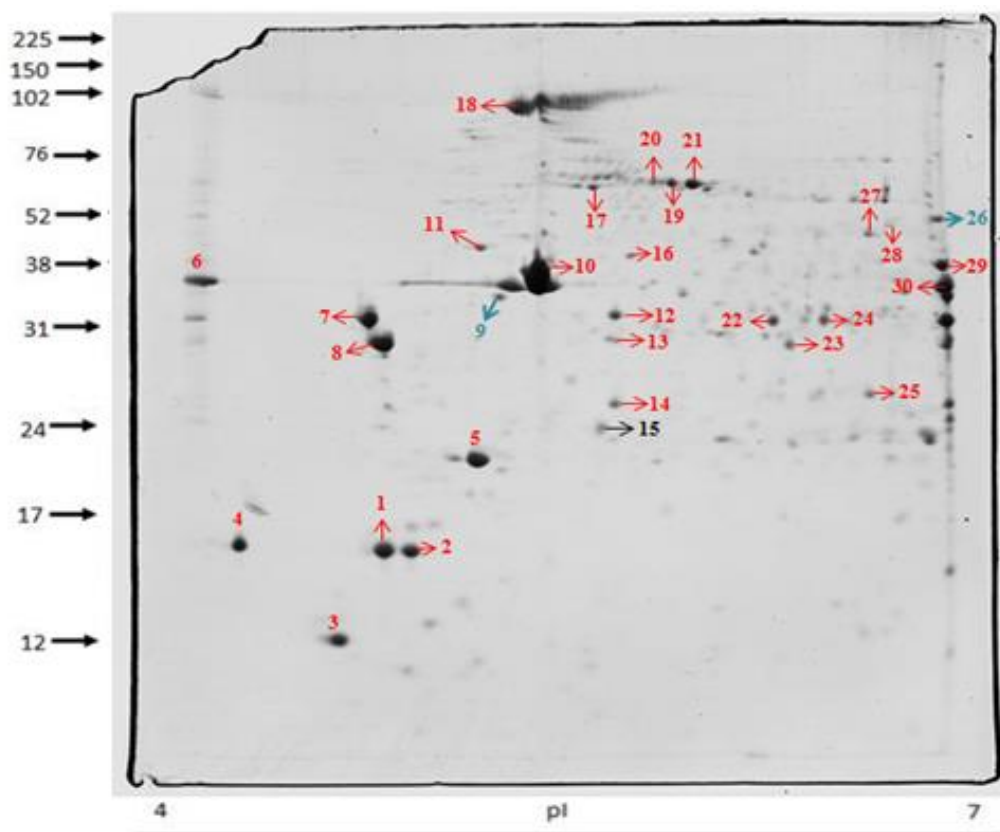


Figura 1. Eletroforese 2D das proteínas do músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper submetidos a níveis crescentes de torta de girassol na dieta. O mapa representa o gel referência utilizado para gerar o master gel através do aplicativo PDQuest software (versão 8.0, Bio-Rad).

As proteínas que apresentaram diferença entre os tratamentos foram: actina citoplasmática – ACTG1 (*spot* 9) e ATP sintase subunidade alfa – ATP5A1 (*spot* 26) (Figura 2)

Tabela 3. Proteínas do músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper identificadas por eletroforese 2D associada à espectrometria de massa (ESI-Q-Tof).

<i>Spot</i>	Número de acesso (NCBI nr)	ID proteína	kDa/pI	Escore de proteínas MS/MS	Cobertura de sequência (%)	Peptídeos combinados
----- Metabolismo Energético: atividade glicolítica -----						
06	gi 426243021	Creatina quina tipo M	37.12/4.03	169	9	3
30			36.14/6.95	963	48	34
22	gi 77736349	Beta-enolase	32.42/6.22	668	35	23
24			32.53/6.43	658	37	24
29			39.98/6.94	837	35	49
25	gi 57163939	Glicogênio fosforilase, forma muscular	25.07/6.62	396	11	12
23	gi 77736203	Malato desidrogenase, citoplasmática	29.88/6.29	548	37	18
----- Metabolismo Energético: atividade oxidativa -----						
11	gi 1827812	F1 ATPase	44.17/5.09	1009	50	35
16	gi 803186314	Citocromo bc1 subunidade 1, mitocondrial	42.16/5.65	722	23	19
26	gi 426253779	ATP synthase subunidade alfa, mitocondrial	46.97/6.88	737	32	18
----- Contração muscular -----						
01	gi 1220346	Miosina de cadeia leve 2	14.81/4.79	537	55	24
02	gi 550821995	Cadeia leve de miosina do músculo esquelético rapidamente fosforilável	14.79/4.87	536	65	21
03	gi 426221486	Miosina de cadeia leve 1/3, músculo esquelético, isoforma X3	12.00/4.60	351	45	10
04	gi 49274641	Troponina C, músculo esquelético	15.02/4.18	472	50	13
05	gi 426221484	Miosina de cadeia leve 1/3, músculo esquelético, isoforma X1	19.32/5.08	796	77	43
07	gi 11875203	Tropomiosina cadeia beta IsoformaTpm2	32.50/4.72	551	31	18
08	gi 61888866	Tropomiosina cadeia alfa 1	29.86/4.78	492	28	13
09	gi 589960312	Actina, citoplasmática 1	35.16/5.16	263	14	5
10	gi 334322342	Actina alfa, músculo esquelético	38.00/5.30	1080	60	61

12	gi 49864	Alfa Actina (aa 40375)	33.06/5.59	576	39	19
13			30.47/5.58	540	48	14
14	gi 2665740	Beta Actina	24.22/5.59	181	22	7
18	gi 803235379	Miosina 1, Isoforma X1	98.45/5.23	1346	16	31
----- Chaperonas e regulatórias -----						
17	gi 309319	Proteína de choque térmico (HSP-70)e	62.49/5.51	879	29	27
----- Transporte -----						
19			64.05/5.81	802	26	20
20	gi 57164373	Precursor da albumina sérica	64.57/5.74	670	31	23
21			63.55/5.89	1138	31	34
----- Desintoxicação -----						
27	gi 115496214	Aldeído desidrogenase, precursor mitocondrial	47.75/6.61	857	34	22
28	gi 57526379	Retinal desidrogenase 1	57.87/6.68	443	28	13

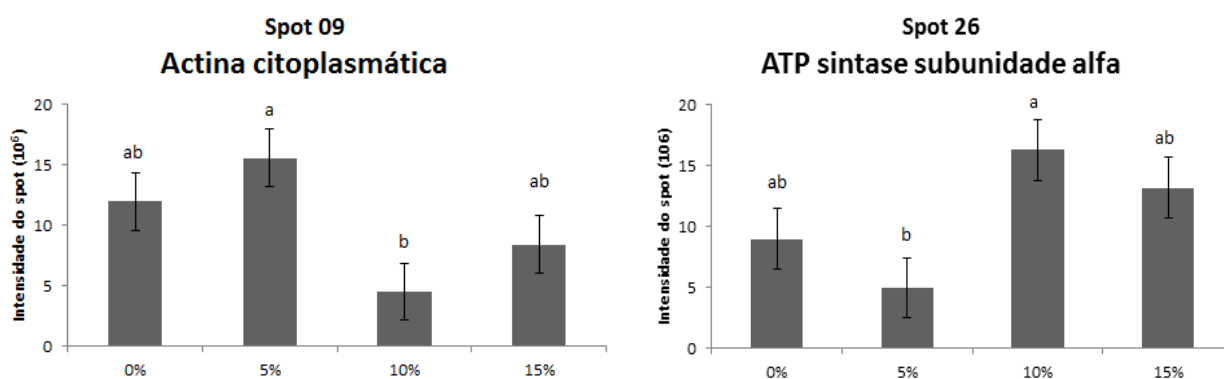


Figura 2. Intensidade dos *spots* do músculo *Semimembranosus* que diferiram significativamente ($p < 0,05$) entre os tratamentos. Para cada grupo de alimentação, as barras representam a densidade óptica integrada de todos os *spots* ($\pm$ Erro Padrão), os quais foram identificados em regiões específicas dos géis 2D.

A actina, consituente formadora dos filamentos finos, é a segunda proteína mais importante do músculo, e é abundante em quase todas as células eucarióticas (NELSON e COX, 2014). Estruturalmente, são constituídas de monômeros de proteína globular (actina G) que se polimerizam, formando o filamento de actina F (GOMIDE et al., 2013). A actina F que se combina com a miosina para formar a actomiosina contrátil do músculo ativo e a actomiosina inextensível do músculo em *rigor mortis* (LAWRIE, 2005). Na presença de cálcio, a actina entra em contato com as cabeças de miosina dos filamentos, dando rápida degradação de ATP e contração muscular (ORDÓÑEZ, 2005).

As ATP-sintases são fundamentais para a produção de ATP na mitocôndria durante a fosforilação oxidativa (NELSON e COX, 2014). É uma proteína formada por várias subunidades e funciona como um dispositivo de acoplamento reversível, podendo aproveitar tanto o fluxo de prótons a favor do seu gradiente eletroquímico para produzir ATP, quanto utilizar a energia da hidrólise do ATP para bombear prótons pela membrana (ALBERTS et al, 2013).

No estabelecimento do *rigor mortis* o fornecimento de nutrientes e de oxigênio são cessados e a única fonte de ATP, após o metabolismo aeróbico ser interrompido, é o metabolismo anaeróbico, cuja ressíntese de ATP é menos eficaz e o gasto não pode ser compensado; o que provoca modificações químicas muito importantes que são: queda na taxa de ATP e de glicogênio e acúmulo de ácido láctico. Com a concentração de ATP diminuindo iniciam-se as interações contínuas de actina-miosina, até que o ATP desapareça totalmente, e essa ligação se torne irreversível (ORDÓÑEZ, 2005).

No presente trabalho, observou-se que os grupos com zero e 15% de inclusão da torta de girassol não apresentaram diferença ($p > 0,05$) para nenhuma das duas proteínas. Porém, para os grupos de cinco e 10% de inclusão, as proteínas mostraram comportamentos opostos, onde no primeiro, a ACTG1 foi maior, enquanto que para o segundo a proteína que mais se destacou foi a ATP5A1.

Assim, subentende-se que os animais do tratamento com 10% de inclusão da torta de girassol chegou ao *rigor mortis* mais rapidamente do que os demais tratamentos, uma vez que, a intensidade da ATP-sintase foi superior para esse grupo. Essa enzima, nas condições de hipóxia, ao invés de produzir ATP, ela tem o seu funcionamento revertido, hidrolisando essa molécula, gastando, desta forma, mais rapidamente as reservas de ATP presentes nas células musculares, fazendo com que

menos sítios de ligação da actina se encontrem disponíveis devido à ligação irreversível da actomiosina. Esta hipótese é consistente com os efeitos da hipóxia crônica descritos por Lopez-Barneo et al. (2001) porque a hipóxia aumenta a regulação da degradação da glicose (HAMELIN et al., 2006).

Oliveira et al. (2015), avaliaram a influência de torta de mamona sobre a expressão proteica do músculo *Longissimus dorsi* de caprinos, e observaram que de, aproximadamente, 356 *spots* encontrados nos géis, apenas 3 *spots* apresentaram diferença entre os dois grupos avaliados – com e sem a torta de mamona. As proteínas identificadas foram: a miosina, desmina e actina, as quais foram mais expressas no grupo que recebia torta de mamona, o que, segundo os autores, potencialmente leva a um *rigor mortis* mais intenso e prolongado, com impacto direto sobre a maciez da carne.

Análise da ontologia gênica

Para melhor verificar as distribuições das proteínas identificadas, os seus registros funcionais foram levantados e apresentados em histograma através da ontologia gênica (Figura 3). Dois tipos básicos de anotações funcionais foram definidos: a função biológica, a qual se refere às atividades realizadas por um determinado grupo proteico; e o componente celular, que se refere à composição e organização das quais as células, e assim os organismos vivos, são compostas. A discussão irá focar no papel das funções biológicas e suas potencialidades no crescimento e desenvolvimento do músculo esquelético.

A maioria das proteínas identificadas no músculo *Semimembranosus* é componente do meio extracelular (22%), citoesqueleto (17%) e citoplasma (11%). Tais proteínas estão relacionadas, principalmente, às funções biológicas de contração muscular (45%) e de processos metabólicos (35%).

Xu et al. (2012), realizaram análise proteômica no músculo *longissimus dorsi* de suínos com 3, 60, 120 dias pós-parto, cujo objetivo foi revelar as diferenças de padrões de expressão de proteína relacionados com o crescimento do músculo esquelético. Observaram que, diferentemente do apresentado nesse trabalho, o componente celular que mais se destacou foi o citoplasma (43%), seguidos do citoesqueleto (26%) e

mitôcondria (11%), e em relação à função biológica, os fatores que mais se destacaram foram: metabolismo (25%), miofilamento (19%) e defesa celular e estresse (14%).

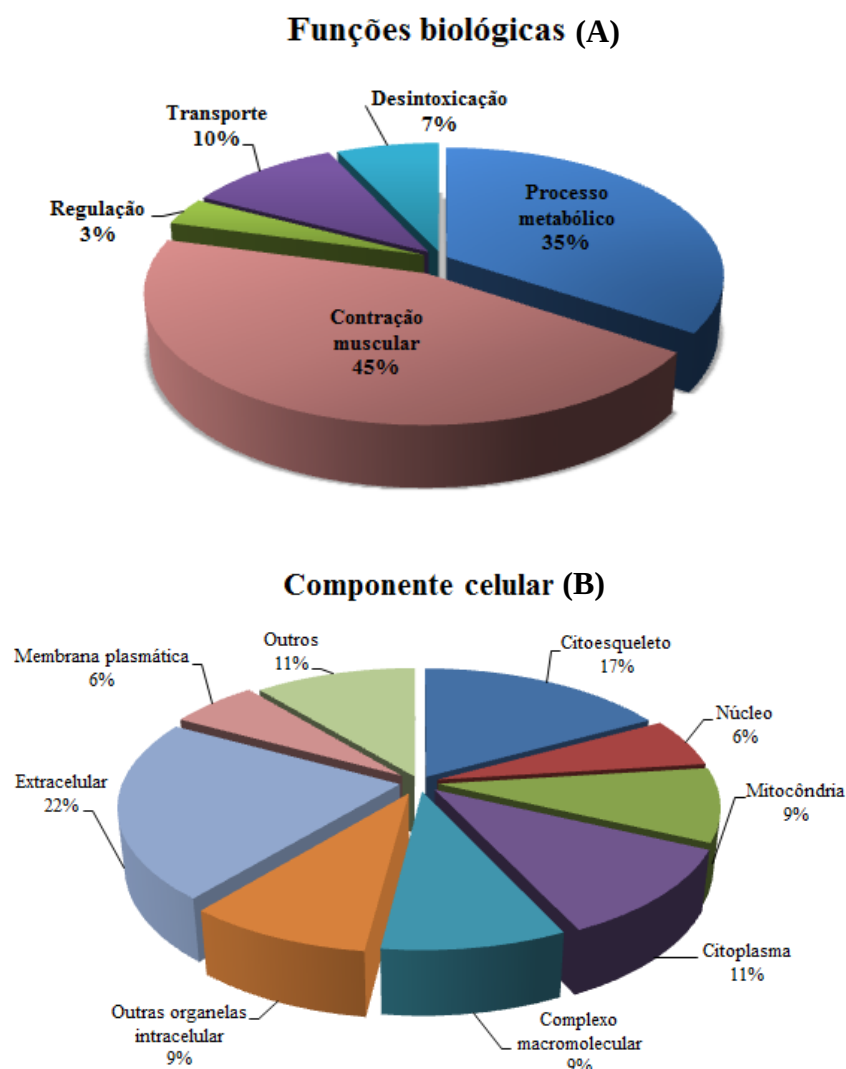


Figura 3. Gráficos das anotações da ontologia gênica das proteínas do músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper com base nas funções biológicas (A) e componente celular (B). As proteínas identificadas por espectrometria de massa foram analisadas pelo STRAP. Os termos da ontologia gênica foram obtidos a partir do banco de dados UniProtKB.

Proteínas de contração muscular

Os filamentos miofibrilares são responsáveis por gerar o movimento físico dos músculos esqueléticos (XU et al., 2012), além de garantir ao músculo a sua rigidez estrutural (GOMIDE et al., 2013). As proteínas que integram as miofibrilas são classificadas em: contráteis (actina e miosina), reguladoras da contração (tropomiosina e

troponinas) e citoesqueléticas (actininas, proteína M, proteína C, nebulina, desmina e titina).

Na presente análise proteômica foi observada que a maioria das proteínas identificadas estavam relacionadas à rede miofibrilar, entre as quais estão as referentes à regulação da contração e, a contração muscular propriamente dita, que são as mais ativas e importantes no processo de *rigor mortis*. Foram encontradas cinco isoformas de miosina, cinco de actina, duas de tropomiosina e uma de troponina.

A miosina e actina são organizadas em filamentos submetidos a interações transitórias que deslizam uns sobre os outros para realizar a contração, juntas elas compõe mais de 80% da massa proteica do músculo (NELSON e COX, 2014).

De acordo com os mesmo autores, a miosina tem seis unidades: duas de cadeias pesadas e quatro de cadeias leves. Geralmente há um par essencial e um par regulador de cadeias leves a cada cadeia pesada, as quais na presença do íon Ca^{+} , são fosforiladas promovendo a contração.

A actina apresenta seis diferentes isoformas que já foram identificadas, as quais juntamente com a miosina constituem a força contrátil do músculo.

A tropomiosina, de acordo com o catálogo de informações de proteínas – UNIPROT, liga-se aos filamentos de actina nas células musculares, desempenhando um papel central, em associação com o complexo de troponina, na regulação dependente do cálcio na contração muscular estriada de vertebrados. A tropomiosina tem como função estabilizar o filamento de actina e posicionar a molécula de troponina, sensível ao cálcio, em relação ao filamento de actina, durante a interação actinmiosina. A dupla hélice da tropomiosina é formada por uma isoforma alfa e uma isoforma beta, e reage com sete moléculas de actina. (DUBOWITZ, 1985). A expressão das isoformas de tropomiosina é diferente nos tipos de fibras musculares: nas fibras musculares de contração lenta, há a isoforma alfa-tropomiosina lenta e a beta-tropomiosina, nas fibras de contração rápida, encontram-se as isoformas alfa-tropomiosina rápida e beta-tropomiosina (TAN et al., 1999).

A troponina (Tn) é a proteína reguladora central da contração muscular estriada, e é formada por três componentes: Tn-I, que é o inibidor da actomiosina ATPase; Tn-T que contém o local de ligação para tropomiosina; e Tn-C. A ligação do cálcio ao Tn-C elimina a ação inibitória do Tn sobre os filamentos de actina (UNIPROT).

Processos metabólicos

O tecido muscular esquelético apresenta uma capacidade única de lidar com um processo muito rápido de mudanças no fornecimento de energia e fluxo de oxigênio durante a contração (GE et al., 2004). Assim, as proteínas metabólicas estão fortemente envolvidas em processos biológicos do músculo esquelético, sejam exercendo funções relacionadas à atividades glicolíticas ou oxidativas. Dez *spots* relacionados ao metabolismo foram identificados, sendo sete do glicolítico (representados por quatro proteínas) e três do oxidativo.

A creatina-quinase, que é uma enzima essencial para uma rápida reposição de estoques celulares de ATP, e ela foi altamente expressa nos músculos semimembranoso e tensor da fáscia lata de cordeiros da raça Texel (HAMELIN et al., 2006). As enzimas de creatina quinase citosólicas consistem em duas subunidades, que podem ser B (tipo de cérebro) ou M (tipo de músculo) (GAO et al., 2016). Durante os primeiros segundos de exercício, a creatina quinase catalisa a transformação da fosfocreatina em creatina, que é o processo principal que ressintetiza ATP a partir da ADP (KORZENIEWSKI e ZOLADZ, 2004). No processo de *rigor mortis*, ela é a fonte mais imediata que pode ser utilizada pelo músculo para a síntese de ATP (GOMIDE et al., 2013).

A beta-enolase também é chamada de enolase muscular-específica. Enolase é uma enzima glicolítica que catalisa a formação de fosfoenolpiruvato a partir de 2-fosfoglicerato, que são dois intermediários que atuam na geração de ATP na glicólise (SUBRAMANIAN e MILLER, 2000). Jia et al. (2007), relataram que a enolase 1 (alfa-enolase) e várias outras enzimas estavam envolvidas nas reações enzimáticas da glicólise e do ciclo TCA. Sayd et al. (2006), indicaram que a enolase pode estar relacionada ao desenvolvimento da cor da carne. Em seu estudo com proteoma, o grupo muscular de cor clara foi caracterizado por superexpressão de algumas proteínas citosólicas envolvidas na glicólise (enolases 1 e 3 e glicerol-3P desidrogenase).

A malato desidrogenase é uma enzima que está envolvida no ciclo do ácido cítrico (TCA - Ciclo de Krebs), convertendo malato em oxaloacetato, produzindo NADH (GAO et al., 2016). Seyfert et al. (2006), considerou que o NADH é um componente da atividade redutora de metamioglobina (MRA), que é um dos principais fatores que aumentam a estabilidade da cor pós-abate. Consequentemente, o ciclo de

Krebs produz NADH, desempenhando assim, um papel-chave na redução da metamioglobina.

O metabolismo do glicogênio é precisamente controlado por múltiplos mecanismos de interbloqueio, e um dos focos deste controle é dado pelo glicogênio fosforilase. A fosforilase é regulada por vários efetores alostéricos que sinalizam o estado energético da célula bem como pela fosforilação reversível. Ela converte o glicogênio em glicose-1-fosfato (SILVA et al., 2007).

As proteínas identificadas relacionadas ao metabolismo energético oxidativo estão associadas às atividades de fosforilação oxidativa e cadeia respiratória, cujo objetivo é sintetizar ou hidrolisar moléculas de ATP.

Transporte

A albumina sérica é a principal proteína do plasma, tem uma boa capacidade de ligação para a água, Ca^{2+} , Na^+ , K^+ , ácidos gordos, hormônios, bilirrubina e drogas, cuja principal função é a regulação da pressão osmótica coloidal do sangue (UNIPROT).

A presença do íon Ca^{2+} é de fundamental importância para que ocorra a contração muscular, uma vez que ela promove alteração na conformação e disposição espacial da troponina, puxando os filamentos de tropomiosina e liberando os sítios ativos dos monômeros de actina para se ligarem à cabeça da molécula de miosina (GOMIDE et al., 2013). A ligação do Ca^{2+} à albumina é dependente do pH, então em caso de acidemia aguda essa ligação é reduzida (OLIVEIRA, 2011).

Desintoxicação

A Aldeído desidrogenase é uma enzima necessária para a remoção de aldeídos potencialmente tóxicos derivados da oxidação lipídica ou degradação de proteínas enfraquecidas (HAMELIN et al., 2007). Ela é uma enzima polimórfica responsável pela oxidação de aldeídos para ácidos carboxílicos, que deixam o fígado e são metabolizados pelo músculo do corpo e do coração.

No músculo esquelético o retinol dehydrogenase possa desempenhar um papel importante na geração de sinais intracelulares que estejam relacionados à liberação de Ca^{2+} no retículo endoplasmático, ou seja, referente a atividade muscular (TREVES et al., 2012).

Regulação

As proteínas de choque térmico 70 (HSP-70: Heat Shock Proteins com 70 kDa), são proteínas chaperonas que promovem a sobrevivência celular durante o estresse fisiológico (THOMPSON et al., 2003). Ela está envolvida no dobramento e montagem da miosina no músculo estriado (SRIKAKULAM e WINKELMANN, 2004); facilita o dobramento adequado de proteínas lábeis, protege as proteínas do desdobramento durante o estresse e impede a polimerização de proteínas já desdobradas (WELCH, 1992).

Quando o stress celular leva à produção de proteínas desdobradas ou mal dobradas, o conteúdo celular de HSPs é aumentado (XU et al., 2012).

A função geral das proteínas chaperonas é oferecer uma proteção contra a desnaturação das proteínas, e não se exclui que seu efeito possa continuar por algum no período *pós-mortem*; atrasando, por conseguinte, o processo de desnaturação, que é um fenômeno comumente descrito, o qual está associado à descoloração, por exemplo, em queda rápida de pH PSE carne (SAYD et al., 2006).

Análise das redes de interação das proteínas

O Interactoma consiste na identificação sistemática de interações dentro de um organismo, facilitando o estudo dos processos biológicos (PARRISH et al., 2006).

As interações proteína-proteína são fundamentais para todos os processos biológicos, e uma determinação abrangente de todas essas interações que podem ocorrer em um organismo fornece uma estrutura para a compreensão da biologia como um sistema integrado (STELZL et al., 2005). Assim, os mapas de interação proteína-proteína fornecem uma melhor compreensão da organização funcional do proteoma.

No presente trabalho, foi feito o interactoma das duas proteínas que diferiram significativamente ($p < 0,05$), actina citoplasmática e ATP sintase subunidade alfa, no músculo *Semimembranosus* de cordeiros mestiços, as quais foram analisadas através do software STRING e estão representadas nas Figuras 4 e 5, respectivamente.

O objetivo de fazer o interactoma com essas duas proteínas foi observar se, de alguma forma, elas se relacionavam diretamente entre si. Deste modo, foi verificado que apesar de uma ter relação com os miofilamentos musculares e a outra estar relacionada com o processo oxidativo do metabolismo energético, elas estão indiretamente

associadas através do processo de contração muscular, como já foi descrito anteriormente.

A ACTG1 participa de ações que estão envolvidas em vários tipos de motilidade celular e são ubiquamente expressas em todas as células eucariotas. Está diretamente relacionada, segundo o resultado do interactoma, principalmente, com as proteínas miosina (MYH1, MYH3 e MYH7) e cofilina (CFL1 e CFL2).

A miosina controla as propriedades funcionais das fibras musculares esqueléticas, por ser, concomitantemente, uma proteína estrutural e ter função enzimática sendo responsável pela atividade ATPase (DUBOWITZ, 1985) e ela existe no músculo estriado como várias isoformas, as quais foram identificadas pela técnica 2-D em cadeias leves e pesadas, exibindo pesos moleculares que variavam entre 16 e 204 kDa (BARANY, BARANY, GIOMETTI, 1995). A cofilina atua como uma proteína de despolimerização da actina que tem atividade de corte liga-se a filamentos de actina (actina F) e promove a sua desmontagem (CHAI et al., 2009).

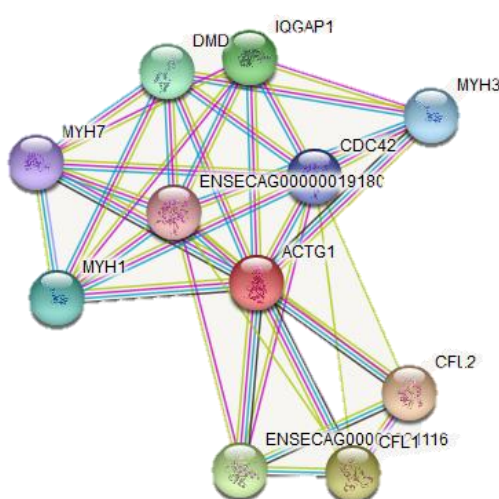


Figura 4. ACTG1: Actina citoplasmática, CFL2: Cofilina 2, CFL1: Cofilina 1, ENSECAG00000021116: Prolifina, IQGAP1: Proteína de ativação GTPase 1, DMD: Proteína não caracterizada, MYH1: Miosina 1, MYH3: Miosina de cadeia pesada 3, CDC 42: ciclo de divisão celular 42 (proteína de ligação de GTP, 25 kDa), MYH7: Miosina 7, ENSECAG00000019180: Proteína não caracterizada.

A ATP sintase mitocondrial é responsável pela geração de ATP acionada por um gradiente eletroquímico de prótons através da membrana interna, a qual é composta de pelo menos de 17 ou 20-21 subunidades (HONG e PEDERSEN, 2004). A relação proteína-proteína mostrou interação da subunidade alfa, com outras dez subunidades diferentes.

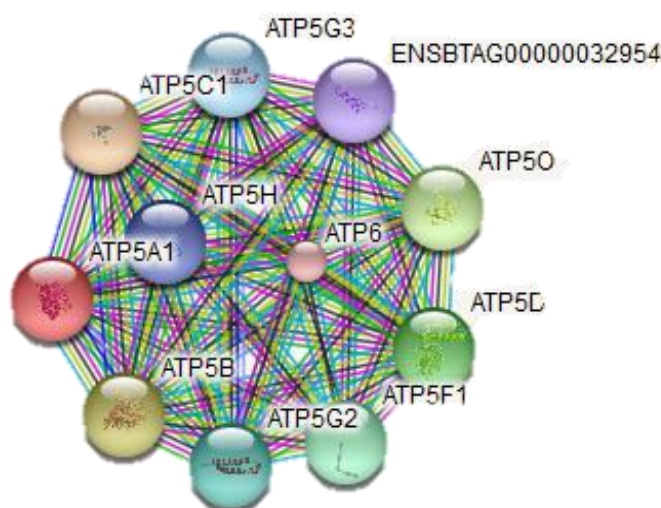


Figura 5. **ATP5A1:** ATP sintase subunidade alfa, **ATP5B:** ATP sintase subunidade beta, **ATP5C1:** ATP sintase subunidade gama, **ATP5O:** ATP sintase subunidade O, **ATP5D:** ATP sintase subunidade delta, **ATP5F1:** ATP sintase subunidade b, **ATP5G2:** Proteína de ligação de lípido ATP sintase, **ATP5G3:** Proteína de ligação de lípido ATP sintase, **ATP5H:** ATP sintase subunidade d, **ENSBTAG00000032954:** ATP sintase subunidade épsilon, **ATP6:** ATP sintase subunidade a.

CONCLUSÃO

A maioria das proteínas identificadas estavam relacionadas à função de contração muscular e processos metabólicos. As duas proteínas influenciadas pelos tratamentos foram a actina citoplasmática e a ATP sintase subunidade alfa, as quais estão diretamente relacionadas com as funções que se evidenciaram. Apesar de estarem envolvidas no processo de contração muscular elas não apresentaram relação no interatoma, provavelmente por fazerem parte de grupos proteicos com atribuições diferentes. Elas podem estar associadas ao aumento da velocidade do processo de *rigor mortis*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BÁRÁNY, K.; BÁRÁNY, M.; GIOMETTI, C.S. Polyacrilamide gel electrophoretic methods in separation of structural muscle proteins. **Journal of Chromatography A**, v.698, p.301-32. 1995.
- BATHIA, V.N. et al. Software tool for researching annotations of proteins: open-source protein annotation software with data visualization. **Analytical Chemistry**, v.81, p.9819-9823. 2009.
- BENDIXEN, E. The use of proteomics in meat Science. **Meat Science**. v.71, p.138-149. 2005.
- BRADFORD, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Analytical Biochemistry**, v.72, p.248-254. 1976.
- CHAI, X. et al. Reelin Stabilizes the Actin Cytoskeleton of Neuronal Processes by Inducing n-Cofilin Phosphorylation at Serine3. **Journal of Neuroscience**, v.29, n.1, p.288–299, 2009.
- CHIARADIA, E. et al. Proteomic evaluation of sheep serum proteins. **BMC Veterinary Research**, p.1746-6148, 2012.
- CORREIA, B.R. et al. Consumo, digestibilidade e pH ruminal de novilhos submetidos a dietas com tortas oriundas da produção do biodiesel em substituição ao farelo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.356-363, 2011.
- COSTA, M.C.R. et al. Utilização da Torta de Girassol na Alimentação de Suínos nas Fases de Crescimento e Terminação: Efeitos no Desempenho e nas Características de Carcaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1581-1588. 2005.
- DUBOWITZ, V. **Muscle Biopsy, A Practical Approach**. 2. ed.. London, Bailliere Tindall. 1985.
- GAO, X. et al. Postmortem changes in sarcoplasmic proteins associated with color stability in lamb muscle analyzed by proteomics. **European Food Research and Technology**, v.242, p.527–535, 2016.
- GE, Y. et al. Differential expression of the skeletal muscle proteome in mdx mice at different ages. **Electrophoresis**, v.25, p.2576–85, 2004.

- GOMIDE, L.A.M.; RAMOS, E.M.; FONTES, P.R. **Ciência e qualidade da carne, Fundamentos**. Viçosa: Editora UFV, 197p, 2013.
- HAMELIN, M. et al. Differential expression of sarcoplasmic proteins in four heterogeneous ovine skeletal muscles. **Proteomics**, 2007.
- HAMELIN, M. et al. Proteomic analysis of ovine muscle hypertrophy. **Journal of Animal Science**, v.84, p.3266–3276, 2006.
- HOLLUNG, K. et al. Application of proteomics to understand the molecular mechanisms behind meat quality. **Meat Science**, v.77, p.97-104, 2007.
- HONG, S.; PEDERSEN, L. Mitochondrial ATP Synthase: A Bioinformatic Approach Reveals New Insights About the Roles of Supernumerary Subunits and A6L. **Journal of Bioenergetics and Biomembranes**, v.36, n.6, 2004.
- HWANG, I.H. et al. Assessment of postmortem proteolysis by gel-based proteome analysis and its relationship to meat quality traits in pig longissimus. **Meat Science**, v.69, p.79–91, 2005.
- JIA, X. et al. Proteome changes in bovine longissimus thoracis muscle during the early postmortem storage period. **Journal of Proteome Research**, v.6, p.2720–2731. 2007.
- JIA, X. et al. Proteome analysis of early post-mortem changes in two bovine muscle types: M. longissimus dorsi and M. semitendinosus. **Proteomics**, v.6, p.936–944. 2006.
- LAMETSCH, R. et al. Postmortem proteome changes of porcine muscle related to tenderness. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, p.6992– 6997, 2003.
- LAVILLE, E. et al. Proteome changes during meat aging in tough and tender beef suggest the importance of apoptosis and protein solubility for beef aging and tenderization **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.57, p.10755–10764, 2009.
- LAWRIE, R.A. **Ciência da carne**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 384p. 2005.
- LÓPEZ-BARNEO, J.; PARDAL, R; ORTEGA-SÁENZ, P. Cellular mechanisms of oxygen sensing. **Annual Review of Physiology**, v.63, p.259-287, 2001.
- MONTOWSKA, M.; POSPIECH, E. Myosin light chain isoforms retain their species-specific electrophoretic mobility after processing, which enables differentiation between six species: 2DE analysis of minced meat and meat products made from beef, pork and poultry. **Proteomics**, v.12, p.2879–2889, 2012.

- MORZEL, M. et al. Proteome changes during pork meat ageing following use of two different pre-slaughter handling procedures. **Meat Science**, v.67, p.689–696, 2004.
- MOURA, A.A.; KOC, H., CHAPMAN, D.A.; KILLIAN, G.J. Identification of proteins in the accessory sex gland fluid associated with fertility indexes of dairy bulls: a proteomic approach. **Journal of andrology**, v.27, n.2, p.201–211, 2006.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. Princípios de bioquímica de Lehninger. Porto Alegre: Artmed, 2011. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.
- NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**.1.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, p.384. 2007.
- OLIVEIRA, C.H.A. et al. Meat quality assessment from young goats fed for long periods with castor de-oiled cake. **Meat Science**, v.106, p.16–24, 2015.
- OLIVEIRA, R.L. et al. Biodiesel industry by-products used for ruminant feed. **Revista Colombiana de Ciências Pecuárias**, v.25, p.625–638, 2012.
- OLIVEIRA, J.R. Alterações clínicas e laboratoriais do metabolismo iônico. Ed. Edipucrs. 219 p. 2011.
- OLIVEIRA, M.D.S. et al. Composição bromatológica e digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.629–638, 2007.
- ORDÓÑEZ, J.A. Tecnologia de alimentos – Alimentos de origem animal. v. 2. Porto Alegre: Artmed, 294p. 2005.
- PARRISH, J.R.; GULYAS, K.D.; FINLEY JR, R.L. Yeast two-hybrid contributions to interactome mapping. **Current Opinion in Biotechnology**, v.17, p.387–393, 2006.
- SAS - Statistical Analysis System. system for windows. Cary: SAS Institute. 2002.
- REGO, J.P.A. et al. Seminal plasma proteome of electroejaculated Bos indicus bulls. **Animal Reproduction Science**, v.148, p.1–17, 2014.
- PALMIERE, A.D. et al. Effects of substituting soybean meal for sunflower cake in the diet on the growth and carcass traits of crossbred boer goat kids. **Journal Animal Science**, v.25, n.1, p.59–65, 2012.
- SANCHEZ, J.C. et al. The mouse SWISS-2DPAGE database : a tool for proteomics study of diabetes and obesity. **Proteomics**, v.1, n.1, p.136–163, 2001.

- SAYD, T. Proteome analysis of the sarcoplasmic fraction of pig semimembranosus muscle: implications on meat color development. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.2732–2737, 2006.
- SILVA, A.E. Metabolismo do glicogênio muscular durante o exercício físico: mecanismos de regulação. **Revista Nutrição**, v.20, n.4, p.417-429, 2007.
- STELZL, U. A human protein-protein interaction network: a resource for annotating the proteome. **The Journal Cell**, v.122, p.957-968, 2005.
- SEYFERT, M. et al. Color stability, reducing activity, and cytochrome c oxidase activity of five bovine muscles. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.54, p.8919–8925, 2006.
- SRIKAKULAM, R.; WINKELMANN, D.A. Chaperone-mediated folding and assembly of myosin in striated muscle. **Journal of Cell Science**, v.117, p.641–652, 2004.
- SUBRAMANIAN, A.; MILLER, D.M. Structural Analysis of α -Enolase: mapping the functional domains involved in down-regulation of the c-myc protooncogene. **Journal of Biological Chemistry**, v.275, p.5958–5965, 2000.
- SZKLARCZYK, D. et al. The STRING database in 2011: functional interaction networks of proteins, globally integrated and scored. **Nucleic Acids Research**, v.39, p.D561–D568, 2011.
- TAN, P. et al. Homozygosity for a nonsense mutation in the alfa-tropomyosin slow gene TPM3 in a patient with severe infantile nemaline myopathy. **Neuromusc Disord**, v.9, p.573-579, 1999.
- THOMPSON, H.S. et al. Exercise-induced HSP27, HSP70 and MAPK responses in human skeletal muscle. **Acta Physiologica**, v.178, p.61–72, 2003.
- TREVES, S. et al. SRP-35, a newly identified protein of the skeletal muscle sarcoplasmic reticulum, is a retinol dehydrogenase. **Biochemical Journal**, v.441, p.731–741, 2012.
- UNIPROT - Universal Protein Resource. Disponível em: < <http://www.uniprot.org/>>. Acesso: 2016/2017.
- WELCH, W.J. Mammalian stress response: Cell physiology, structure/function of stress proteins, and implications for medicine and disease. **Physiological Reviews**, v.72, p.1063 1081, 1992.

VAN TILBURG, M.F. et al. Membrane-associated proteins of ejaculated sperm from Morada Nova rams. **Theriogenology**, v.79, n.9, p.1247–1261, 2013.

XU, Y. et al. Differential proteome and transcriptome analysis of porcine skeletal muscle during development. **Journal of proteomics**, v.75, p.2093-2108, 2012.

YU, T-Y. et al. In-depth characterisation of the lamb meat proteome from *longissimus lumborum*. **EuPA Open Proteomics**, p.28-41, 2015.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse trabalho se propôs avaliar os efeitos da inclusão da torta de girassol em dietas para cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper sobre as características de carcaça, qualidade de carne e expressão das proteínas. O uso da torta de girassol, oriunda da produção do biodiesel, é justificado, pois apresenta características nutricionais adequadas para inclusão na dieta de ruminantes e não possui metabólitos bioativos que ocasionem possíveis efeitos nocivos no animal. O genótipo utilizado é caracterizado por apresentar boas respostas produtivas quando submetido a dietas que atendam as suas exigências nutricionais.

Os níveis de inclusão da torta de girassol, até o nível de 15%, pode ser utilizado na alimentação de cordeiros mestiços, Santa Inês x Dorper, sem ocasionar alterações nos constituintes e não constituintes de carcaça; nas características físico-químicas e sensoriais da carne, assim como na expressão proteica do músculo *Semimembranosus*, demonstrando que esse coproduto é uma boa alternativa à opção do farelo de soja.

Como o cenário atual e futuro da produção de biodiesel mundial são crescentes, uma grande quantidade de coprodutos com potencial de utilização na alimentação de caprinos e ovinos serão gerados, e por isso, estudos cada vez mais precisos, quanto à porcentagem de inclusão/substituição, assim como os seus efeitos sobre as respostas metabólicas, fisiológicas e produtivas dos animais se faz obrigatório.

No que concerne a proteômica aplicada à ciência da carne, essa vem sendo uma ferramenta promissora e poderosa ao longo dos últimos anos, a qual associada às tecnologias de eletroforese bidimensional e espectrometria de massas, produzem informações sobre as expressões protéicas nos músculos de várias espécies. No que diz respeito à sua aplicação para pequenos ruminantes, poucas são as referências existentes na literatura, principalmente, relacionando à influência da dieta na expressão proteica do músculo; o que sugere que novos trabalhos sejam realizados, a fim de verificar se a alimentação interfere, e como isso ocorre no processo da transformação do músculo em carne.

APÊNDICE

APÊNDICE A – FICHA DE AVALIAÇÃO SENSORIAL

NOME: _____ AMOSTRA: _____ DATA: ____/____/____

Você está recebendo um pedaço de uma amostra de carne ovina. Por favor, coloque o pedaço entre os dentes molares e dê a 1ª mordida. Avalie a intensidade percebida para DUREZA, colocando um traço vertical na escala correspondente. Depois continue mastigando, e após a 5ª mastigada avalie a SUCULÊNCIA da amostra na escala correspondente. E por fim, avalie a intensidade do SABOR, COR, AROMA e ACEITAÇÃO GLOBAL percebida.

DUREZA	_____	
	Pouco	Muito
SUCULÊNCIA	_____	
	Pouco	Muito
SABOR	_____	
	Pouco	Muito
COR	_____	
	Pouco	Muito
AROMA	_____	
	Pouco	Muito
ACEITAÇÃO GLOBAL	_____	
	Pouco	Muito

Comentários:

Obrigada pela participação!