

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

**MUCILAGEM DE SISAL ENSILADA EM DIETAS DE CORDEIROS SOINGA**

**MANOEL FRANCISCO DE SOUSA**

**RECIFE-PE**

**JANEIRO – 2019**

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

**MUCILAGEM DE SISAL ENSILADA EM DIETAS DE CORDEIROS SOINGA**

**MANOEL FRANCISCO DE SOUSA**

Zootecnista

**RECIFE-PE**

**JANEIRO – 2019**

**MANOEL FRANCISCO DE SOUSA**

**MUCILAGEM DE SISAL ENSILADA EM DIETAS DE CORDEIROS SOINGA**

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

Área de concentração: Nutrição de ruminantes

Comitê de Orientação:

Profa. Dra. Adriana Guim - Orientadora

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho - Coorientador

Prof. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo - Coorientador

**RECIFE-PE**

**JANEIRO – 2019**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S725m Sousa, Manoel Francisco de  
Mucilagem de sisal ensilada em dietas de cordeiros Soinga /  
Manoel Francisco de Sousa. – 2019.  
100 f. : il.

Orientador: Adriana Guim.

Coorientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho, Paulo  
Sérgio de Azevedo.

Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de  
Pernambuco, Programa de Doutorado em Zootecnia, Recife, BR-  
PE, 2019.

Inclui referências.

1. Cordeiro - Alimentação e rações 2. Nutrição animal  
3. Ensilagem 4. Agave sisalana 5. Carcaça animal I. Guim, Adriana,  
orient. II. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, coorient. III.  
Azevedo, Paulo Sérgio de, coorient. IV. Título

CDD 636

**MANOEL FRANCISCO DE SOUSA**

**MUCILAGEM DE SISAL ENSILADA EM DIETAS DE CORDEIROS SOINGA**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 11 de Janeiro de 2019.

Orientadora:

---

Prof. Dra. Adriana Guim  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

Comissão Examinadora:

---

Prof. Dr. Severino Gonzaga Neto  
Universidade Federal da Paraíba - UFPB

---

Dr. Michel do Vale Maciel  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE/PNPD

---

Prof. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

---

Pesquisador Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros  
Instituto Nacional do Semiárido - INSA

**RECIFE-PE**

**JANEIRO – 2019**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**MANOEL FRANCISCO DE SOUSA** – Nasceu em Arara, Paraíba, no dia 22 de Novembro de 1967, sendo filho de Maria das Mercês Santos e Romão Marcolino de Sousa. Coursou o antigo ensino médio no Colégio Agrícola Vidal de Negreiros da UFPB, onde concluiu o Técnico em Agropecuária em 1987. Posteriormente, ingressou no curso de Zootecnia, vindo a formar-se Zootecnista em 1997. Entre os anos de 1997 e 2001 foi bolsista de aperfeiçoamento do CNPq no Programa de Melhoramento Genético do Gir e Guzerá da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Gado de Leite). Em 2001 tornou-se Mestre em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFPB, com a pesquisa “Padrão de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de Jitirana Lisa e Jitirana Peluda fresca e emurhecida” sob orientação da Profa. Dra. Adriana Guim. Em 2002 ingressou na Embrapa Algodão no cargo de Técnico Agrícola no qual permaneceu até 2008. Em 2008, após concurso público, tornou-se pesquisador nível B, cargo que exerce atualmente. Em 2015 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na Universidade Federal Rural de Pernambuco, sob a orientação da Profa. Dra. Adriana Guim e colaboração do prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho e do Prof. Dr. Paulo Sérgio de Azevedo, com a pesquisa reportada nesta Tese, apresentada à Comissão de Examinadora.

## EPÍGRAFE

“Uma Simples mulher existe que, pela imensidão de seu amor, tem um pouco de Deus; e pela constância de sua dedicação, tem muito de anjo;

que, sendo moça, pensa como uma anciã e, sendo velha, age com as forças todas da juventude;

quando ignorante, melhor que qualquer sábio, desvenda os segredos da vida e, quando sábia, assume a simplicidade das crianças;

pobre, sabe enriquecer-se com a felicidade dos que ama, e, rica, empobrecer-se para que seu coração não sangue ferido pelos ingratos;

forte, entretanto estremece ao choro de uma criancinha, e, fraca, entretanto se alteia com a bravura dos leões;

viva, não lhe sabemos dar valor porque à sua sombra todas as dores se apagam, e, morta tudo o que somos e tudo o que temos daríamos para vê-la de novo, e dela receber um aperto de seus braços, uma palavra de seus lábios.

Não exijam de mim que diga o nome desta mulher se não quiserem que ensope de lágrimas este álbum: porque eu a vi passar no meu caminho.

Quando crescerem seus filhos, leiam para eles esta página: eles lhes cobrirão de beijos a fronte; e dirão que um pobre viandante, em troca da suntuosa hospedagem recebida, aqui deixou para todos o retrato de sua própria *Mãe*.”

Autor: Don Ramón Ángel Jara (1852-1917) - Bispo de La Serena – Chile. (Tradução de Guilherme de Almeida).

## DEDICATÓRIA

Aos meus pais, MARIA DAS MERCÊS SANTOS (*In memorian*) e ROMÃO MARCOLINO DE SOUSA, pelo amor, carinho, incentivo e apoio em minha vida, que me fizeram acreditar sempre em um futuro melhor...

A MARIA APARECIDA LIMA DOS REIS SOUSA, minha esposa e companheira de 29 anos de convivência, que é meu alicerce maior...

Aos meus filhos, Pedro Emanuel Ibiapina Lima de Sousa (16 anos), André Emanuel Ibiapina Lima de Sousa (11 anos) e Miguel Emanuel Ibiapina Lima de Sousa (4 anos), pois são minha vida e minha extensão...

Aos meus irmãos e demais familiares e amigos que sempre estiveram ao meu lado, sempre incentivando...

**DEDICO!!!**

## AGRADECIMENTOS

Ao Senhor Jesus Cristo, motivo de nossa Fé na caminhada.

Aos meus pais Romão e Mercês, que me deram tanto amor e carinho.

À minha esposa, Maria Aparecida e meus filhos, por serem tudo em minha vida.

À Embrapa, que nos deu essa magnífica oportunidade de aperfeiçoamento, sem a qual não seria possível.

Ao Corpo Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela imensa contribuição profissional a mim ofertada e por todos os ensinamentos compartilhados durante o doutorado.

À minha orientadora, Profa. Adriana Guim, que pela segunda vez me orientou na vida acadêmica, transmitindo e compartilhando ensinamentos de vida e profissional, com muita cobrança, determinação, seriedade, paciência e, acima de tudo, dedicação.

Ao meu coorientador, Prof. Francisco Ramos de Carvalho, pelos ensinamentos e orientação e também pela acolhida desde o processo de seleção, durante o doutorado, na condução dos experimentos e nos momentos de dificuldades. Meu agradecimento todo especial!

Ao meu coorientador, Prof. Paulo Sérgio de Azevedo, pela imensa contribuição e ensinamentos em carcaça e carne e pela disponibilidade do LAPOA para que minhas análises fossem realizadas.

Ao Professor Edson Mauro, por sempre colaborar conosco e pelos ensinamentos.

A Gildênia, pela colaboração no laboratório de Forragem do CCA-UFPB.

Aos produtores de Sisal de Barra de Santa Rosa-PB, especialmente Sr. Zezinho.

Aos motoristas da Embrapa, Cícero, Xuxa e Robertão pela ajuda de campo.

Ao amigo e Pesquisador da Embrapa, José da Cunha Medeiros, por fornecer os cordeiros Soinga de seu rebanho para a pesquisa.

A todos da equipe Guim e tantos outros amigos(as), que colaboraram imensamente nas coletas diárias, coletas de urina e sangue e nas análises laboratoriais e pelo convívio alegre e salutar: Tomás, João Vítor, Ana Carolina, Francisco, Kika, Gustavo, Karen Abreu, Michelle Siqueira, Juliana Soinga, Ximena, Caio, Marina, Talita (AL), Talita (RN), Luiz Wilker, Gaby, Gaby de Rodrigo, Rodrigo Andrade, Michel do Vale, Daniel Barros, Guilherme, Agni, Renan, Bueno, Kariny, Arturene. Perdoem-me,

pois não lembro do nome de todos(as), mas guardarei a lembrança da ajuda de cada um. Que Deus vos ilumine sempre.

A Daniel Barros, pela imensa contribuição no abate e cortes e avaliações das carcaças, juntamente com Ximena e Karen.

A Tomás, Kika, Francisco e Ana, nas coletas de sangue e urina.

A Michel do Vale e Kika, na coleta de imagens por ultrassom.

À secretária da pós-graduação, Cínthia, que sempre nos atendeu com muita educação, paciência e dedicação!

Um agradecimento especial ao amigo de todas as horas, João Vítor, que me ajudou em todo o experimento e análises laboratoriais, companheiro de trocas de ensinamentos e convívio fraterno. Meu eterno agradecimento!

Ao Sr. Pedro, pela imensa ajuda, por ser minha companhia de finais de semana durante o experimento, pelos momentos de descontração e amizade...meu eterno agradecimento.

A Juraci Marcos Alves Suassuna, Antônio (Duelo) e José Sales do laboratório de Nutrição Animal da UFPB, pelo apoio e colaboração nas análises laboratoriais.

Ao professor Ariosvaldo Nunes, por nos acolher e abrir as portas do Laboratório de Nutrição Animal da UFPB para a realização das análises desta Tese. Um agradecimento especial!

Aos professores Antônia Sherlânea Chaves Vêras, Luciana Felizardo Pereira Soares, Marcelo de Andrade Ferreira e Michel do Vale Maciel pelas contribuições no exame de Qualificação.

Aos técnicos Carlos e Vanessa, do laboratório de nutrição animal (LNA), pelas contribuições nas análises químicas.

Aos Professores Walter Esfrain e Lázaro, pela colaboração nas análises estatísticas.

Ao Dr. Cleyton Charles Dantas Carvalho, do Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, pelo auxílio nas análises bioquímicas.

Aos examinadores da Tese, Dr. Severino Gonzaga Neto, Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros, Dr. Michel do Vale Maciel e Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras, pelas valorosas contribuições e ensinamentos...meus sinceros agradecimentos!

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	xii
RESUMO GERAL.....	xiv
ABSTRACT .....	xvi
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
<b>CAPÍTULO I – Desempenho de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.....</b>	<b>4</b>
RESUMO .....	5
ABSTRACT .....	7
INTRODUÇÃO .....	9
MATERIAL E MÉTODOS .....	12
Local e produção de silagens .....	12
Dietas experimentais e manejo dos animais .....	13
Análises bromatológicas, digestibilidade, consumo e desempenho animal .....	16
Comportamento ingestivo .....	17
Indicadores bioquímicos sanguíneos .....	18
Delineamento experimental e análise estatística .....	18
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	18
Consumo de matéria seca, nutrientes e desempenho animal .....	18
Digestibilidade aparente de nutrientes .....	27
Comportamento ingestivo .....	30
Perfil bioquímico sanguíneo .....	34
CONCLUSÕES .....	39
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39

<b>CAPÍTULO II - Características da carcaça e da carne de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.....</b>	<b>48</b>
RESUMO .....	49
ABSTRACT.....	51
INTRODUÇÃO .....	53
MATERIAL E MÉTODOS .....	56
Local e produção de silagens .....	56
Dietas experimentais e manejo dos animais .....	58
Análises bromatológicas, consumo e desempenho animal .....	58
Análises das características da carcaça e da carne .....	60
Delineamento experimental e análise estatística .....	63
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	64
Desempenho animal.....	64
Medidas morfométricas .....	72
Rendimento de cortes .....	75
Composição tecidual da perna.....	78
Rendimento tecidual da perna .....	82
Características físico-químicas da carne .....	85
CONCLUSÕES .....	89
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	90
CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES .....	99

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO I – Desempenho de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais .....	14
Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das dietas .....	15
Tabela 3. Consumo de matéria seca e seus constituintes por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	20
Tabela 4. Consumo de água por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.....	25
Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, em dietas de cordeiros Soinga.....	28
Tabela 6. Efeito de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, sobre o comportamento ingestivo de cordeiros Soinga sob os seguintes aspectos: tempo de alimentação (TALIM), tempo de ruminação (TRUM), tempo em ócio (TOCIO), eficiência de alimentação (EAL), eficiência de ruminação (ERU), tempo de mastigação total (TMT) e tempo de mastigação merícica (TMM) .....	31
Tabela 7. Perfil enzimático, proteico e energético de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	35

**CAPÍTULO II - Características da carcaça e da carne de cordeiros  
Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem  
aditivos**

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais ...	57
Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das dietas .....	59
Tabela 3. Consumo de matéria seca e seus constituintes por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	65
Tabela 4. Características da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	68
Tabela 5. Medidas morfométricas e avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	73
Tabela 6. Rendimento de cortes cárneos da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	76
Tabela 7. Composição tecidual da perna da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	80
Tabela 8. Rendimento tecidual da perna da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	83
Tabela 9. Características físico-químicas da carne de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos .....	86

## MUCILAGEM DE SISAL ENSILADA EM DIETAS DE CORDEIROS SOINGA

**RESUMO GERAL** – Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo de nutrientes, desempenho, comportamento ingestivo e perfil bioquímico, no capítulo I, e as características qualitativas e quantitativas da carcaça e da carne, no capítulo II, de cordeiros Soinga, alimentados com dietas à base de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos. Durante 60 dias, trinta e dois cordeiros Soinga, de peso vivo inicial de  $19 \pm 1,38$  kg foram distribuídos, em delineamento inteiramente casualizado, com oito repetições e quatro tratamentos para o capítulo I e vinte e quatro cordeiros Soinga, de peso vivo inicial de  $19,11 \pm 3,41$ kg, com seis repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos utilizados foram: 1) dieta Controle (CON) com 450 g/kg de palma forrageira mais 150 g/kg de feno de Tifton; 2) dieta MUC com 450 g/kg da silagem de mucilagem de sisal sem aditivo mais 150 g/kg de feno de Tifton; 3) dieta MUCTRI com 450 g/kg de silagem de mucilagem de sisal com aditivo 1 (farelo de trigo) mais 150 g/kg de feno de Tifton e 4) dieta MUCMI com 450 g/kg da silagem de mucilagem de sisal com aditivo 2 (milho moído) mais 150 g/kg de feno de Tifton; que constituíram 600 g/kg da fração volumosa. 400 g/kg da fração concentrada foram constituídas dos ingredientes farelo de trigo, farelo de soja e milho moído em diferentes proporções para o balanço proteico/energético das dietas e mais sal mineral (15g/kg). Para o capítulo I, que refere-se ao desempenho, comportamento ingestivo e perfil bioquímico sanguíneo, o consumo de matéria seca e proteína bruta dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI, com valores de 1129 e 147 g/dia, foram menores ( $P=0,0461$  e  $P=0,0108$ , respectivamente) que dos cordeiros da dieta CON, que tiveram consumo de 1242 e 171 g/dia, respectivamente; já o consumo de fibra em detergente neutro dos cordeiros das dietas MUC (367 g/dia) e MUCTRI (389 g/dia) foi maior ( $P=0,0002$ ) que daqueles da dieta CON (315 g/dia). O consumo de energia metabolizável dos cordeiros da dieta MUC (2,26 Mcal/dia) foi menor ( $P=0,0005$ ) que daqueles da dieta CON, que tiveram consumo de 2,43 Mcal/dia. O ganho médio diário dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (200 g/dia) foi menor ( $P=0,0391$ ) que dos cordeiros que consumiam a dieta CON (230 g/dia) e ainda menor que a média de 240 g/dia daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI. Os cordeiros da dieta CON ingeriram menos água via bebida que os cordeiros das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI. Já a ingestão de água contida no alimento teve comportamento inverso, em que os

cordeiros da dieta CON tiveram maior ingestão que aqueles das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI. Os cordeiros que consumiam a dieta MUC despenderam 293 e 453 min./dia para tempo de alimentação e de ruminação, os quais foram maiores que dos cordeiros da dieta CON, que despenderam 196 e 352 min./dia, respectivamente; que, por sua vez, despenderam menor tempo de ócio de 694 min./dia que aqueles da dieta CON, que despenderam 892 min./dia. O perfil bioquímico sanguíneo dos cordeiros não sofreu alterações. Assim, recomendam-se as silagens de mucilagem de sisal aditivadas em dietas de cordeiros Soinga que proporcionaram resultados satisfatórios no desempenho animal, sem comprometer o perfil enzimático, proteico e energético. No capítulo II, referente ao estudo das características da carcaça e da carne dos cordeiros Soinga, não houve diferença entre as dietas para peso corporal ao abate e ganho médio diário dos cordeiros, com médias de  $32,38 \pm 3,44$  kg e 222 g/dia, respectivamente. Os pesos de carcaça quente (14,943 kg) e carcaça fria (14,460 kg) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC foram menores que daqueles da dieta CON, que tiveram peso de carcaça quente de 17,263 kg e peso de carcaça fria de 16,717 kg. Entre as medidas morfométricas houve diferença para a largura da garupa dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (21,8 cm), que foram menores ( $P=0,0252$ ) que daqueles da dieta CON (24,3 cm). Já a paleta e perna dos que consumiam a dieta MUC foram menores (1,368 kg) e (2,265 kg) que dos cordeiros da dieta CON, com pesos de 1,578 e 2,557 kg, respectivamente. O peso de perna resfriada dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (2,222 kg) foi menor ( $P=0,0247$ ) que daqueles da dieta CON, com peso de 2,530 kg. O total de músculos da perna dos cordeiros da dieta MUC (1,281 kg) foi menor ( $P=0,0223$ ) que daqueles da dieta CON (1,500 kg). As relações médias de músculo/osso e músculo/gordura da perna dos cordeiros foram de 3,9 e 2,8, respectivamente. As perdas por gotejamento foram maiores ( $P=0,0093$ ) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (1,5%) que daqueles da dieta CON (1,0%). Já a força de cisalhamento foi menor ( $P=0,0330$ ) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUC, com  $0,8$  kgf/cm<sup>2</sup>, que daqueles da dieta CON ( $1,0$  kgf/cm<sup>2</sup>). Recomenda-se as silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, que proporcionaram características da carcaça e da carne dos cordeiros Soinga satisfatórias.

**Palavras-chave:** Aditivos, *Agave sisalana*, Carcaça, Ensilagem, Subproduto.

## ENSEILED SISAL MUCILAGE IN DIETS OF *SOINGA* LAMBS

**ABSTRACT** - The objective of this study was to evaluate nutrient intake, performance, ingestive behavior and biochemical profile in Chapter I, and the qualitative and quantitative characteristics of the carcass and meat in Chapter II of *Soinga* lambs fed diets based on sisal mucilage silages, with and without additives. During 60 days, thirty-two *Soinga* lambs with an initial live weight of  $19 \pm 1.38$  kg were distributed in a completely randomized design with eight replicates and four treatments for Chapter I and twenty-four *Soinga* lambs of initial live weight of  $19.11 \pm 3.41$  kg, with six replicates and four treatments. The treatments used were: 1) Control diet (CON) with 450 g/kg of spineless cactus plus 150 g/kg of Tifton hay; 2) MUC diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage without additive plus 150 g/kg of Tifton hay; 3) MUCTRI diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage with additive 1 (wheat bran) plus 150 g/kg of Tifton hay and 4) MUCMI diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage with additive 2 (ground corn) plus 150 g/kg of Tifton hay; which constituted 600 g/kg of the forage fraction. 400 g/kg of the concentrated fraction were composed of wheat bran, soybean meal and ground corn in different proportions were obtained for the protein / energy balance of the diets and more mineral salt (15 g/kg). For Chapter I, which refers to performance, intake behavior and blood biochemical profile, the dry matter and crude protein intake of lambs consuming the MUCMI diet with values of 1.129 and 147 g/day were lower ( $P=0.0461$  and  $P=0.0108$ , respectively) than that of the lambs of the CON diet, which had an intake of 1.242 and 171 g/day, respectively; and the neutral detergent fiber intake of lambs in the diets MUC (367 g/day) and MUCTRI (389 g/day) were higher ( $P=0.0002$ ) than those in the CON diet (315 g/day). The metabolizable energy intake of the MUC diet lambs (2.260 Mcal/day) was lower ( $P=0.0005$ ) than those of the CON diet, which had 2.430 Mcal/day intake. The average daily gain of lambs consuming the MUC diet (200 g/day) was lower ( $P=0.0391$ ) than the lambs consuming the CON diet (230 g/day) and even lower than the average 240 g/day of those of the MUCTRI+MUCMI diets. CON diet lambs ingested less water via drink than lambs from the MUC, MUCTRI and MUCMI diets. On the other hand, the ingestion of water contained in the food had an inverse behavior, in which the lambs of the CON diet had higher intake than those of the MUC, MUCTRI and MUCMI diets. The lambs consuming the MUC diet spent 293 and 453 min./day for feeding and

rumination time, which were higher than those of the CON diet lambs, which spent 196 and 352 min./day, respectively; which, in turn, spent less idleness time of 694 min./day than those on the CON diet, who spent 892 min./day. The blood biochemical profile of the lambs did not change. Thus, sisal mucilage silages supplemented in *Soinga* lamb diets are recommended to provide satisfactory results in animal performance, without compromising the enzymatic, protein and energetic profile. In chapter II, referring to the study of the carcass and meat characteristics of the *Soinga* lambs, there was no difference between diets for body weight at slaughter and average daily gain of lambs, with averages of  $32.38 \pm 3.44$  kg and 222 g/day, respectively. The warm carcass weights (14.943 kg) and cold carcass (14.460 kg) of the lambs consuming the MUC diet were lower than those of the CON diet, which had a warm carcass weight of 17.263 kg and a cold carcass weight of 16.717 kg. Among the morphometric measures, there was a difference in the width of the rump of the lambs that consumed the MUC diet (21.8 cm), which were lower ( $P=0.0252$ ) than those of the CON diet (24.3 cm). The palette and leg of those who consumed the MUC diet were smaller (1.368 kg) and (2.265 kg) than the lambs of the CON diet, with weights of 1.578 and 2.557 kg, respectively. The cooled leg weight of lambs consuming the MUC diet (2.222 kg) was lower ( $P=0.0247$ ) than those of the CON diet weighing 2.530 kg. The total leg muscles of the MUC (1.281 kg) lambs were lower ( $P=0.0223$ ) than those of the CON diet (1.500 kg). The mean muscle / bone and muscle / leg fat ratio of the lambs were 3.9 and 2.8, respectively. Drip losses were higher ( $P=0.0093$ ) in the meat of lambs consuming the MUCTRI diet (1.5%) than those of the CON diet (1.0%). The shear force was lower ( $P=0.0330$ ) in the lambs that consumed the MUC diet, with  $0.8 \text{ kgf/cm}^2$ , than those of the CON diet ( $1.0 \text{ kgf/cm}^2$ ). Sisal mucilage silages, with and without additives, are recommended to provide satisfactory carcass and meat characteristics of *Soinga* lambs.

**Key words:** Additives, *Agave sisalana*, By-product, Carcass, Silage.

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No semiárido brasileiro, a criação de ruminantes se defronta, frequentemente, com um grave problema: a falta de alimentos no período de estiagem, visto que as gramíneas e forrageiras reduzem, nesta época, a produção de biomassa e o seu valor nutritivo, provocando diminuição da capacidade produtiva e reprodutiva dos animais, inclusive chegando, em alguns casos, a causar morte de animais, o que acarreta grandes prejuízos aos pecuaristas. Além disso, a falta de alimento, também onera o sistema de produção, no qual o produtor necessitará de mais ingredientes externos para compor a dieta dos animais, onerando a atividade e reduzindo a possibilidade de outros investimentos.

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é cultivado para produção de fibras em muitas regiões de clima quente, áridas e semiáridas do mundo, devido à sua adaptação às várias condições edafoclimáticas. É uma cultura importante para o Brasil, maior produtor do mundo, e especialmente para o semiárido brasileiro, que detém toda a produção desta agavácea. No entanto, a rentabilidade final da cultura do sisal é muito baixa, pois aproveita-se apenas 5% de fibras da planta, gerando enorme quantidade de resíduo sólido que é desperdiçado ou subutilizado, podendo tornar-se importante fonte alternativa como volumoso para ruminantes. Porém, o desconhecimento da conservação e armazenamento destes resíduos é muito grande e as pesquisas com este fim são escassas.

A utilização de resíduos agrícolas na alimentação animal propicia redução nos custos totais da produção, além de constituir-se em prática sustentável de reaproveitamento de resíduos de origem vegetal na cadeia produtiva da carne e do leite, evitando o acúmulo de poluentes no meio ambiente, contaminação ambiental do solo e da água, além de colaborar com a preservação dos recursos naturais.

Nos últimos anos a cultura do sisal tem sofrido com o decréscimo na produtividade devido ao modelo de produção extrativista empregado pelos sisaleiros. Portanto, nos dias atuais é necessária a elaboração de um novo sistema de produção para a cultura do sisal, baseado em preceitos sociais, econômicos e, acima de tudo, sustentáveis. Nesse sentido, destaca-se a capacidade da multiplicidade de utilização da cultura do sisal, como é o caso do aproveitamento do resíduo do desfibramento na alimentação animal.

Nas regiões sisaleiras do semiárido, o resíduo do sisal é abandonado no campo, sendo consumido diretamente pelos animais quando poderá ocasionar timpanismo, além da perda da qualidade, pois oxida (fermenta) ao ar livre em menos de três dias. Porém, a melhor forma de aproveitamento deste resíduo é o armazenamento e conservação na forma de silagem.

O resíduo do sisal é muito úmido (8,2 a 17% de matéria seca) o que torna o processo de ensilagem deste resíduo bastante delicado, pois sabe-se que, para um processo de fermentação adequado em silagens, o teor de matéria seca deve ser entre 30 e 35%.

O armazenamento de resíduos muito úmidos pode ocasionar rápida deterioração, com proliferação de microrganismos prejudiciais ao processo de ensilagem, limitando o uso deste resíduo. Assim, para que o processo de ensilagem destes resíduos torne-se prática corriqueira, faz-se necessária a utilização de aditivos absorventes de umidade, a exemplo de farelo de trigo, milho moído, entre outros.

Embora tenham surgido pesquisas com geração de conhecimentos e inovação com novos produtos e processos com a cultura do sisal em países produtores, no Brasil, o maior produtor mundial, verifica-se escassez de pesquisas com a mucilagem do desfibramento do sisal na alimentação de ruminantes, necessitando de modernização e resultados consistentes e atualizados. Assim, espera-se contribuir para o avanço da fronteira do conhecimento científico sobre aspectos inexistentes ou explorados minimamente, sobre o aproveitamento destes resíduos na alimentação de ruminantes no Brasil, incrementar a cadeia produtiva da pecuária e do sisal com ganhos econômicos e sociais através do uso correto do resíduo do desfibramento do sisal na forma de silagem e minimizar a pressão por alimentos para a pecuária sobre os recursos naturais e seus efeitos na degradação ambiental em regiões sisaleiras.

No semiárido brasileiro, a criação de ruminantes é uma das principais atividades agropecuárias, devido às condições edafoclimáticas, que a favorecem mais que a agricultura de grãos e/ou cereais nesta região. O quantitativo de pequenos ruminantes é muito grande com dezenas de raças ou grupamentos genéticos distribuídos nesta região. Dentre estas raças ou grupamento genéticos, tem-se o Soinga.

O ovino Soinga é um grupamento genético "tricross", ou seja, resultante do cruzamento entre as raças Bergamacia, originária da Itália, Morada Nova Branca,

brasileira, e Somalis Brasileira, da África do Sul, em processo de reconhecimento como “raça” pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Assim, espera-se contribuir com este grupamento genético.

No primeiro capítulo desta tese, objetivou-se avaliar silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, no desempenho, consumo de nutrientes, comportamento ingestivo e perfil bioquímico de cordeiros Soinga. No segundo capítulo, objetivou-se avaliar as características qualitativas e quantitativas de carcaça e carne de cordeiros Soinga alimentados com dietas à base de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

## **CAPÍTULO I**

---

### **DESEMPENHO DE CORDEIROS SOINGA ALIMENTADOS COM SILAGENS DE MUCILAGEM DE SISAL, COM E SEM ADITIVOS**

## DESEMPENHO DE CORDEIROS SOINGA ALIMENTADOS COM SILAGENS DE MUCILAGEM DE SISAL, COM E SEM ADITIVOS

### RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho, comportamento ingestivo e perfil enzimático, proteico e energético de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos. Durante 60 dias, trinta e dois cordeiros Soinga, de peso vivo inicial de  $19 \pm 1,38$  kg foram distribuídos, em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos: 1) dieta Controle (CON) com 450 g/kg de palma forrageira mais 150 g/kg de feno de Tifton; 2) dieta MUC com 450 g/kg da silagem de mucilagem de sisal sem aditivo mais 150 g/kg de feno de Tifton; 3) dieta MUCTRI com 450 g/kg de silagem de mucilagem de sisal com aditivo (farelo de trigo) mais 150 g/kg de feno de Tifton e 4) dieta MUCMI com 450 g/kg da silagem de mucilagem de sisal com aditivo (milho moído) mais 150 g/kg de feno de Tifton, que constituíam 600 g/kg da fração volumosa. 400 g/kg da fração concentrada foram constituídas dos ingredientes farelo de trigo, farelo de soja e milho moído em diferentes proporções nas dietas e mais sal mineral (15g/kg). O consumo de matéria seca e proteína bruta dos cordeiros da dieta MUCMI, com valores de 1129 e 147 g/dia, foi menor ( $P=0,0461$  e  $P=0,0108$ , respectivamente) que dos cordeiros da dieta CON, que tiveram consumo de 1242 e 171 g/dia, respectivamente; já o consumo de fibra em detergente neutro dos cordeiros das dietas MUC (367 g/dia) e MUCTRI (389 g/dia) foi maior ( $P=0,0002$ ) que daqueles da dieta CON (315 g/dia). O consumo de energia metabolizável dos cordeiros da dieta MUC (2,26 Mcal/dia) foi menor ( $P=0,0005$ ) que daqueles da dieta CON, que tiveram consumo de 2,430 Mcal/dia. O ganho médio diário dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (200 g/dia) foi menor ( $P=0,0391$ ) que dos cordeiros que consumiam a dieta CON (230 g/dia) e ainda menor que a média de 240 g/dia daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI. Os cordeiros da dieta CON ingeriram menos água via bebida que os cordeiros das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI. Já a ingestão de água contida no alimento teve comportamento inverso, em que os cordeiros da dieta CON tiveram maior ingestão em relação àqueles das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI. Os cordeiros que consumiam a dieta MUC despenderam 293 e 453 min./dia

para tempo de alimentação e de ruminação, os quais foram maiores que dos cordeiros da dieta CON, que despenderam 196 e 352 min./dia, respectivamente, que, por sua vez, despenderam menor tempo de ócio de 694 min./dia que aqueles da dieta CON, que despenderam 892 min./dia. O perfil bioquímico sanguíneo dos cordeiros não sofreu alterações. Recomenda-se as silagens de mucilagem de sisal aditivadas em dietas de cordeiros Soinga que proporcionaram resultados satisfatórios no desempenho animal sem comprometer o perfil enzimático, proteico e energético.

**Palavras-chave:** *Agave sisalana*, Desempenho animal, Ensilagem, Ovino, Resíduo.

**PERFORMANCE OF *SOINGA* LAMBS FED WITH ENSILED SISAL  
MUCILAGE, WITH AND WITHOUT ADDITIVES**

**ABSTRACT**

The performance, ingestion and enzymatic, proteic and energetic profile of Soinga lambs fed with sisal mucilage silages, with and without additives, were studied. During 60 days, thirty-two *Soinga* lambs, with an initial live weight of  $19 \pm 1.38$  kg were scaled, in a completely randomized design, in four treatments: 1) Control diet (CON) with 450 g/kg of spineless cactus plus 150 g/kg of Tifton hay; 2) MUC diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage without additive plus than 150 g/kg of Tifton hay; 3) MUCTRI diet with 450 g/kg of sisal silage with additive (wheat bran) plus 150 g/kg of Tifton hay and 4) MUCMI diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage with additive (ground corn) plus 150 g/kg of Tifton hay, constituting 600 g/kg of the forage fraction. 400 g/kg of the concentrated fraction consisted of the ingredients wheat bran, soybean meal and ground corn in different proportions obtained for the protein/energy balance of the diets and more mineral salt (15 g/kg). The dry matter and crude protein intake of lambs of the MUCMI diet, with values of 1.129 and 147 g/day, were lower ( $P=0.0461$  and  $P=0.0108$ , respectively) than the diet lambs CON, which had an intake of 1.242 and 171 g/day, respectively. The neutral detergent fiber intake of lambs from the MUC (367 g/day) and MUCTRI (389 g/day) lambs was higher ( $P=0.0002$ ) than those in the CON diet (315 g/day). The metabolizable energy intake lambs from the MUC diet (2.260 Mcal/day) was lower ( $P=0.0005$ ) than those from the CON diet that had 2.430 Mcal/day intake. The average daily gain of lambs consuming the MUC diet (200 g/day) was lower ( $P=0.0391$ ) than the lambs consuming the CON diet (230 g/day) and even lower than the average 240 g/day of those of the MUCTRI+MUCMI diets. CON diet lambs ingested less water via drink than lambs from the MUC, MUCTRI and MUCMI diets. On the other hand, the ingestion of water contained in the food had an inverse behavior, in which the lambs of the CON diet had higher intake than those of the MUC, MUCTRI and MUCMI diets. The lambs consuming the MUC diet spent 293 and 453 min./day for feeding and rumination time, which were higher than those of the CON diet lambs, which spent 196 and 352

min./day, respectively, which, for their time, they spent less leisure time of 694 min./day than those on the CON diet, which spent 892 min./day. The blood biochemical profile of the lambs did not change. Sisal mucilage silages supplemented in *Soinga* lamb diets are recommended to provide satisfactory results in animal performance without compromising the enzymatic, protein and energetic profile.

**Key words:** *Agave sisalana*, Animal performance, Sheep, Silage, Residue.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui rebanhos da ordem de 214,9; 9,6 e 18 milhões de cabeças de bovinos, caprinos e ovinos e, deste quantitativo, a região Nordeste abriga 27,7; 8,9 e 11,5 milhões que correspondem a 12,9; 93,1 e 63,9% do efetivo nacional, respectivamente (IBGE, 2017). O semiárido detém 14,2; 7,2 e 8,6 milhões de cabeças, o que representa 51,3; 80,5 e 74,8% do efetivo nordestino de bovinos, caprinos e ovinos, respectivamente (Medeiros, 2018). A base alimentar desses animais são as pastagens nativas e as pastagens cultivadas que, em períodos de seca ocasionados pelas estiagens frequentes, têm diminuídas a produção de biomassa e a qualidade nutricional, afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Para contornar estes problemas, a utilização de resíduos agrícolas na alimentação animal em substituição ou em associação a alimentos convencionais mais utilizados nestes sistemas pode contribuir para melhor o desempenho zootécnico, aliado a baixos custos e ao fomento à cadeia produtiva da carne na região.

Nas regiões semiáridas, segundo Negesse et al. (2009), os produtores devem buscar o aproveitamento de resíduos agrícolas potencialmente existentes, pois os ruminantes podem utilizar estes recursos de baixo custo para atender suas exigências nutricionais, o que possibilitará renda às famílias, minimizará a competição por alimentos entre humanos e animais e reduzirá o custo da produção animal local.

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é cultivado para produção de fibras em muitas regiões áridas e semiáridas do mundo, devido à sua adaptação a ambientes secos e quentes (Iñiguez-Covarrubias et al., 2001; Zamudio et al., 2009) e que, segundo Yang et al. (2015), produz imensa quantidade de resíduos e pode tornar a produção animal local estável, por proporcionar boa quantidade de nutrientes aos animais durante a maior parte do ano quando, associado às plantas perenes e outros ingredientes.

No processo de desfibramento do sisal, obtêm-se em torno de 5% de fibras secas, dependendo da idade da planta e da eficiência do processo de desfibramento, e 95% é o resíduo, que contém tecidos vegetais, metabólitos primários e secundários e água. Do resíduo tem-se a mucilagem (parênquima das folhas), bucha (fibras longas residuais) e suco (líquido) com pouca ou nenhuma utilização pelos produtores de sisal e criadores de ruminantes (Pauli, 1997; Mshandete et al., 2008; Muthangya et al., 2013). Porém, todos

os componentes do resíduo do desfibramento do sisal (bucha, mucilagem e suco ou líquido) poderão ter utilizações específicas. No caso, para a alimentação de ruminantes, o componente de grande valor é a mucilagem.

Normalmente esse resíduo é abandonado e, por ter elevada umidade e exposto ao sol, oxida e fermenta muito rapidamente (menos de 3 dias) e perde quantidades significativas de nutrientes solúveis e causa degradação ambiental (Salem e Smith, 2008; Salum e Hodes, 2009).

Segundo dados da CONAB (2014), a produção brasileira de fibras de sisal, na safra de 2014, foi de 95,4 mil toneladas (5% do processo), que gerou em torno de 900 mil toneladas de resíduo (95% do processo) e, deste, poderia ter sido obtido em torno de 150 mil toneladas de mucilagem, praticamente toda desperdiçada nos sisalais.

Para a obtenção da mucilagem há a necessidade de separação das fibras residuais ou bucha da mucilagem. A separação é realizada através de uma peneira rotativa manual, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para separar as fibras longas residuais remanescentes do processo de desfibramento do sisal (Silva et al., 1998).

Após essa separação, a mucilagem poderá ser ofertada fresca, na forma de feno e na forma de silagem sem riscos de os animais serem acometidos por problemas de obstruções intestinais, que causam timpanismo por compactação ruminal ou pela formação de fitobezoares, originados pela bucha do sisal (Pinos-Rodriguez et al., 2006; Baraza et al., 2008; Faria, 2008; Garcia-Herrera et al., 2010; Riet-Correa et al., 2011).

Segundo Cardoso Junior et al. (2017), os fitobezoares são estruturas sólidas, cúbicas ou ovoides formadas no interior do rúmen por agregação, geralmente, de compostos alimentares e/ou pelos, com a presença de materiais vegetais, que podem estar envolvidos por material viscoso, conferindo resistência ao aglomerado.

A composição química das folhas e da mucilagem do resíduo do desfibramento do sisal variam muito dependendo da época e local da colheita e estágio fisiológico destas. Encontram-se teores mínimos e máximos que variam de 82 a 170 g/kg em matéria seca; 64 a 95 g/kg em proteína bruta; 333 a 429 g/kg em fibra em detergente neutro e 65,5 a 70% de digestibilidade in vitro da matéria seca (Negesse et al., 2009; Brandão et al., 2011; Santos et al., 2011; Brandão et al., 2013). Assim, como volumoso úmido, a mucilagem do sisal tem valor nutritivo com medianos teores proteico, energético e de fibra, além de grande aceitabilidade pelos animais. No entanto para o bom desempenho fisiológico e produtivo

dos ruminantes, deve ser fornecida em conjunto com uma fonte de proteína, energia e uma fonte de fibra efetiva que não onerem a dieta total.

O principal problema do armazenamento e conservação da mucilagem do sisal na forma de silagem é o alto teor de umidade, que pode prejudicar a fermentação no processo de ensilagem e o tempo de estocagem da silagem.

Segundo McDonald (1981) e Santos e Zanine (2006), o teor de umidade elevado no material a ser ensilado produz grande quantidade de efluentes que carregam nutrientes digestíveis, açúcares e ácidos orgânicos, prejudicam o processo de fermentação, diminuem o valor nutritivo da silagem e o desempenho animal. Assim, torna-se necessária a utilização de aditivos absorventes de umidade para elevar a MS da silagem para teores entre 300 a 350 g/kg ou teores muito próximos a estes.

Os aditivos estimulantes da fermentação, como os que elevam o conteúdo de matéria seca e carboidratos solúveis, aumentam a produção de ácido lático. Conseqüentemente, diminuem o pH (Brandão et al., 2013). Além disso, favorecem a conservação, diminuem as perdas superficiais e nas camadas expostas e aumentam o tempo de exposição da silagem ao ar, o valor energético, a digestibilidade das frações fibrosas e melhoram o desempenho animal.

Ao se utilizarem aditivos absorventes de umidade em silagens úmidas, devem-se observar aqueles que apresentam alto teor de matéria seca, alta capacidade de retenção de água, boa aceitação pelos animais, além de fornecer carboidratos solúveis para o processo de fermentação (McDonald et al., 1991). Os farelos de trigo, milho moído, apresentam-se como alternativas para facilitar a confecção e compactação no momento da ensilagem, diminuir as perdas por efluentes, melhorar o valor nutritivo das silagens e aumentar o tempo de estocagem. Assim, hipotetizou-se que os aditivos podem maximizar o desempenho produtivo de cordeiros Soinga na proporção de até 25% na matéria natural em mucilagens de sisal ensiladas.

Os pecuaristas do semiárido brasileiro têm sofrido grandes consequências socioeconômicas devido à cultura da palma forrageira gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) ter sido acometida pela praga da cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), que dizimou mais de 100 mil ha (Lopes et al., 2009), e por sofrer grande pressão de produção por se constituir no volumoso mais utilizado na alimentação dos ruminantes durante períodos de estiagens. Dentre as possíveis alternativas para minimizar

estes transtornos, tem-se a utilização de variedades de palma forrageira resistentes a esta praga e a utilização de resíduos agrícolas existentes localmente, tal qual o resíduo do desfibramento do sisal, que tem em sua composição a mucilagem que pode ser utilizada na forma de silagem.

Várias pesquisas com a palma forrageira spp. foram realizadas no semiárido brasileiro, algumas das quais com proporções de palma forrageira na dieta total em torno de 45%, entre as quais destacam-se: Urbano et al. (2011), Ferreira et al. (2012) e Ramos et al. (2013).

A partir destas assertivas, hipotetizou-se, também, que a inclusão da mucilagem de sisal ensilada, com e sem aditivos, na proporção de 45% de dietas totais, podem maximizar o desempenho produtivo de cordeiros Soinga em áreas de restrições ou diminuição da utilização da palma forrageira gigante no semiárido brasileiro.

Assim, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, no consumo de nutrientes, desempenho, comportamento ingestivo e perfil bioquímico de cordeiros Soinga.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Local e produção das silagens**

O experimento teve duração de 60 dias de colheita de dados e amostras e 14 dias de adaptação às áreas experimentais e foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, Brasil, sendo a pesquisa aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE sob licença 103/2017.

A mucilagem fresca do sisal (resíduo do processo de desfibramento do sisal) foi obtida em propriedade particular, de produtor de sisal, durante o processo de extração das folhas do sisal, no Município de Barra de Santa Rosa-PB. Uma vez coletado, o resíduo foi colocado em uma peneira rotativa manual, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para separar a fibra residual remanescente do processo de desfibramento das folhas do sisal (Silva et al., 1998). Os aditivos e ingredientes - palma forrageira gigante (*Opuntia ficus-indica*, Mill.), feno de capim Tifton-85 (*Cynodon* spp.),

milho moído (*Zea mays* L.), farelo de trigo (*Triticum sativum* L.) e farelo de soja (*Glycine max* L.) - que constituíram as dietas foram adquiridas no comércio local.

As silagens de mucilagem de sisal, puras ou com aditivos (farelo de trigo ou milho moído), foram confeccionadas em tambores plásticos com capacidade de 200 kg, mantendo-se uma relação de 75:25 de silagem da mucilagem e aditivo, respectivamente, para as silagens aditivadas com farelo de trigo e milho moído, com base na matéria natural. Após compactação, os silos permaneceram fechados (no mínimo 35 dias de fermentação) até o momento de fornecimento aos ovinos.

A palma forrageira foi processada em máquina trituradora. Já o feno e o milho foram triturados em máquina forrageira com peneira de crivo de 8 e 2 mm, respectivamente, para diminuir seletividade pelos animais quando misturados aos demais ingredientes na ração completa.

Na Tabela 1 verifica-se a composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

### **Dietas experimentais e manejo dos animais**

As dietas foram formuladas com base nas exigências nutricionais para cordeiros de 30 kg de peso vivo e ganho de peso de 200 g/dia (NRC, 2007), na proporção de 60:40 volumoso:concentrado na MS. As quantidades e a composição química das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

Foram utilizados 32 cordeiros Soinga, de sexo masculino, inteiros, com idade inicial de cinco meses e peso vivo inicial de  $19,79 \pm 3,48$  kg, os quais foram desverminados, suplementados com vitaminas ADE e confinados em baias individuais, medindo 1,0 m X 1,2 m, cobertas com telha de cerâmica e piso suspenso e ripado, com acesso a comedouros e bebedouros individuais.

Os animais foram pesados no início do experimento, aos 14 dias de adaptação e ao final de 60 dias do experimento e foram alimentados à vontade, duas vezes ao dia (8h e 15h), ajustando-se sobre diária de 15% do ofertado. Foram feitas anotações diárias, tanto da quantidade de ração fornecida quanto das sobras, para cada animal, visando ajustes do ofertado e cálculo de MS e nutrientes, além de amostragem semanal dos ingredientes e sobras, as quais foram congeladas para posteriores análises laboratoriais

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes	g/kg MN		g/kg MS								
	MS	MO	MM	PB	FDN	FDNcp	FDA	Lignina	EE	CT	CNF
Silagem SSA <sup>a</sup>	216,00	854,60	145,4	80,10	257,1	222,0	202,30	92,50	47,60	726,90	470,00
Silagem SCOT <sup>b</sup>	382,00	900,90	99,10	118,00	315,9	277,6	140,50	64,00	45,80	737,20	421,20
Silagem SCOM <sup>c</sup>	386,80	928,70	71,30	86,50	218,5	190,5	111,80	44,70	44,80	797,30	578,80
Feno de tifton	864,70	926,90	73,10	52,20	722,9	679,1	325,80	46,90	21,20	853,50	130,60
Palma forrageira	112,70	868,00	132,0	36,00	235,4	228,8	145,50	30,90	18,80	813,10	577,70
Farelo de soja	890,90	927,50	72,50	474,00	124,5	99,4	89,50	17,10	22,40	431,10	306,60
Farelo de trigo	883,90	956,20	43,80	150,00	394,9	348,0	119,10	45,80	44,90	761,40	366,50
Milho moído	892,30	983,70	16,30	88,70	131,5	108,0	29,60	9,50	44,20	850,90	719,40
Complexo mineral <sup>d</sup>	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a= Silagem de mucilagem de sisal sem aditivo (SSA); b= Silagem de mucilagem de sisal com 25% de farelo de trigo (SCOT); c= Silagem de mucilagem de sisal com 25% de milho moído (SCOM); d= 1000 g contém: Ca, 173 g/kg; P, 30 g/kg; Na, 148 g/kg; Mg, 70 g/kg; Fe, 2200 mg/kg; Co, 140 mg/kg; Mn, 3690 mg/kg; Zn, 4700 mg/kg; I, 61 mg/kg; Se, 45 mg/kg; S, 12 g/kg; F, 700 mg/kg e veículo q.s.p. 1000 g; MN, matéria natural; MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; MM, matéria mineral; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigido por cinzas e proteína; FDA, fibra em detergente ácido; EE, extrato etéreo; CT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos.

Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Controle (CON)	Tratamentos <sup>a</sup>		
		MUC	MUCTRI	MUCMI
Silagem SSA	0	450	0	0
Silagem SCOT	0	0	450	0
Silagem SCOM	0	0	0	450
Feno de tifton	150	150	150	150
Palma forrageira	450	0	0	0
Farelo de soja	200	130	80	120
Farelo de trigo	25	95	85	85
Milho moído	160	160	220	180
Complexo mineral <sup>b</sup>	15	15	15	15
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>Composição química</b>				
Matéria seca (g/kg de MN)	216,80	369,70	555,80	560,40
Matéria orgânica (g/kg de MS)	896,60	893,00	916,50	926,70
Matéria mineral (g/kg de MS)	103,40	107,00	84,00	73,30
Proteína bruta (g/kg de MS)	136,80	133,90	131,10	132,40
Extrato etéreo (g/kg de MS)	24,30	39,00	39,00	37,80
Fibra em detergente neutro (g/kg de MS)	270,20	299,00	323,00	278,90
Fibra em detergente neutro corrigida por cinza e proteína (g/kg de MS)	250,70	265,00	288,00	248,50
Fibra em detergente ácido (g/kg de MS)	140,00	167,60	135,90	125,40
Lignina (g/kg de MS)	27,00	56,70	43,00	34,80
Carboidratos totais (g/kg de MS)	735,30	720,00	746,00	756,40
Carboidratos não fibrosos (g/kg de MS)	465,20	421,00	423,00	477,50
Nutrientes digestíveis totais (g/kg de MS)	673,20	624,60	651,20	705,90

a- CON= dieta controle com 450 g/kg MS de palma forrageira; MUC= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal sem aditivo (SSA); MUCTRI= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal com farelo de trigo (SCOT); MUCMI= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal com milho moído (SCOM); b= 1000 g contém: Ca, 173 g/kg; P, 30 g/kg; Na, 148 g/kg; Mg, 70 g/kg; Fe, 2200 mg/kg; Co, 140 mg/kg; Mn, 3690 mg/kg; Zn, 4700 mg/kg; I, 61 mg/kg; Se, 45 mg/kg; S, 12 g/kg; F, 700 mg/kg e veículo q.s.p. 1000 g.

### **Análises bromatológicas, digestibilidade, consumo e desempenho animal**

Amostras de ingredientes das dietas e de sobras coletadas foram identificadas e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm para análises dos teores de matéria seca (MS) (método 930.15), matéria mineral (MM) (método 942.05), proteína bruta (PB) (método 968.06) e extrato etéreo (EE) (método 954.05), segundo a AOAC (2012). Para a quantificação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram adotadas as metodologias propostas por Van Soest et al. (1991). Para a análise do teor de FDN das sobras, ingredientes concentrados e palma forrageira, foram adicionadas 3 gotas ( $50\ \mu\text{L}$ ) de  $\alpha$ -amilase, por amostra, no momento da lavagem com o detergente e a água. Assim, a partir do resíduo do FDN foram determinados os teores de cinzas e proteína para a obtenção da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp).

O teor de carboidratos totais (CT) foi calculado segundo equação proposta por Sniffen et al. (1992) em que  $\text{CT (g/kg)} = 1000 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM})$ ; e o teor dos carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtido segundo Hall et al. (1999), em que o teor de CNF  $(\text{g/kg}) = 1000 - (\text{MM} + \text{EE} + \text{FDNcp} + \text{PB})$  em que FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

Para estimativa da digestibilidade de matéria seca e seus constituintes, bolsas coletoras de fezes foram adaptadas aos animais para obtenção das fezes, durante sete dias, sendo dois dias de adaptação e cinco de coletas. Do total das fezes produzidas por animal/dia, foi colhida alíquota de 20% para compor a amostra composta, as quais foram posteriormente identificadas e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ , até realização das análises.

Os coeficientes de digestibilidade aparente (CD) da matéria seca (MS) e seus constituintes foram calculados, em g/kg de MS, pela equação  $\text{CD} = [(\text{MS ou constituinte ingerido} - \text{MS ou constituinte excretado}) / \text{MS ou constituinte ingerido}] \times 100$ .

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Weiss (1999), pelas seguintes equações:  $\text{CNDT (kg)} = (\text{PB digestível}) + (2,25 * \text{EE digestível}) + (\text{CNF digestível}) + (\text{FDN digestível})$ , onde:  $\text{PBD} = (\text{PB ingerida} - \text{PB fezes})$ ,  $\text{EED} = (\text{EE ingerido} - \text{EE fezes})$ ,  $\text{CNFD} = (\text{CNF ingerido} - \text{CNF fezes})$ ;  $\text{FDND} = (\text{FDN ingerida} - \text{FDN fezes})$ .  $\text{NDT (\%)} = [(\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) \times 100]$ .

Para a estimativa de consumo de EM (Energia Metabolizável), inicialmente quantificou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED (NRC, 1996).

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo médio diário de matéria seca (CMS) e seus constituintes, determinados a partir da diferença entre a quantidade oferecida e a sobras, ganho de peso médio diário (GMD), obtido pela relação da diferença de peso final e inicial, e pelo número de dias em confinamento (60 dias) e conversão alimentar (CA) obtida a partir da relação entre a quantidade de alimento consumida e o ganho de peso obtido no mesmo período.

### **Comportamento ingestivo**

Os parâmetros comportamentais foram avaliados, aos 40 e 70 dias, a partir do início da pesquisa. Foi avaliado o comportamento ingestivo durante o período de 24 horas, com observações a cada dez minutos de intervalo, com presença de um observador para cada dois animais. Durante todo o período experimental os animais foram mantidos com iluminação artificial, para adaptação, devido às observações que foram realizadas à noite.

As variáveis comportamentais observadas foram: tempo de alimentação (TALIM - min./dia e %/dia), ruminação (TRUM - min./dia e %/dia) e ócio (TÓCIO - min./dia e %/dia). O tempo em ócio foi considerado o tempo em que o animal nem se alimentava e nem ruminava.

A mastigação merícica foi observada em três períodos (8h às 10h; 14h às 16h e 18h às 20h), com três mensurações de tempo por período despendido para ruminação de cada bolo, utilizando-se cronômetro digital. O número de mastigações por minuto foi calculado por meio de coleta de três amostras de 15s cada, e a média multiplicada por quatro.

As eficiências de alimentação ( $EAL_{MS}$ , g MS/min;  $EAL_{FDN}$ , g FDN/min) e de ruminação ( $ERU_{MS}$ , g MS/min;  $ERU_{FDN}$ , g FDN/min) foram calculadas como relações entre os consumos de Matéria seca (CMS) e de Fibra em detergente neutro (CFDN) pelo tempo de alimentação (CMS/TALIM; CFDN/TALIM) e de ruminação (CMS/TRUM; CFDN/TRUM). O tempo de mastigação total (TMT – min./dia), como sendo o somatório do tempo de alimentação e ruminação (TALIM+TRUM) e o tempo de mastigações

merísticas (TMM – min./dia), que é a soma do tempo de ruminação mais o número de bolos ruminais (Polli et al., 1996; Bürger et al., 2000).

### **Indicadores bioquímicos sanguíneos**

A colheita de sangue foi realizada cinco dias após o alojamento dos cordeiros nas baias (antes de receberem as dietas experimentais) e oito dias antes do encerramento da pesquisa experimental. As amostras de sangue foram colhidas quatro horas após alimentação, por punção na jugular, em tubos siliconados a vácuo sem anticoagulante. As amostras foram centrifugadas (4000 rotações por minuto durante 10 minutos), obtendo-se a separação do soro e plasma, e, posteriormente, acondicionadas em tubos siliconados do tipo eppendorf's de 2,0 ml e devidamente identificadas e armazenadas a -20°C, até a realização das análises. Os indicadores bioquímicos determinados foram: creatinina, ureia, ácido úrico, proteína total, albumina, globulina, colesterol, triglicerídeos, Gama glutamil transferase (GGT), Aspartato amino transferase (AST) e Alanina amino transferase (ALT). Os parâmetros sanguíneos foram determinados por kits comerciais Labtest em equipamento “Analisador Automático LABMAX 240 Premium – Labtest”.

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

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e oito repetições, sendo o peso vivo inicial utilizado como covariável. O modelo utilizado foi  $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$ ; em que  $Y_{ijk}$  = variável dependente observada;  $\mu$  = média geral;  $T_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1$  a  $4$ );  $\beta (X_{ij} - X)$  = efeito covariável (peso inicial); e  $e_{ij}$  = erro experimental, sendo os resultados submetidos à análise de variância com auxílio do procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, 2006). Foram utilizados o teste de Dunnett e contrastes ortogonais ao nível de 5% de probabilidade. Os contrastes foram: C1, dieta controle (CON) vs (MUC+MUCTRI+MUCMI); C2, MUC vs (MUCTRI+MUCMI); e C3, MUCTRI vs MUCMI.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **Consumo de matéria seca, nutrientes e desempenho animal**

O consumo de matéria seca (CMS) dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI com valores de 1129 g/dia, 4,15 %PV e 89 g/kg PV<sup>0.75</sup>, respectivamente, foram menores (P=0,046; P=0,0021 e P=0,0386, respectivamente) que dos cordeiros que consumiam a dieta CON, que tiveram valores de 1242 g/dia, 4,75 %PV e 97 g/kg PV<sup>0.75</sup>, respectivamente (Tabela 3). Entre as dietas com silagens de mucilagem com aditivos (C3), verificam-se menores CMS (P=0,0180, P=0,0055 e P=0,0164, respectivamente) dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI que aqueles que consumiam a dieta MUCTRI, para as mesmas variáveis.

Estes resultados ocorreram porque o CMS das dietas não foi limitado pelo enchimento físico do trato gastrointestinal nem controlado pelo atendimento da demanda energética dos cordeiros (Van Soest, 1994; Fontenele et al., 2011), mas por fatores fisiológicos em dietas com digestibilidade da matéria seca acima de 660 g/kg, segundo Conrad et al. (1964) e Van Soest (1994), que afirmaram que, em dietas de alta digestibilidade, o consumo será tanto menor quanto mais digestível for a dieta. Ainda, segundo Crampton et al. (1960) e Reid (1961), os ruminantes respondem à produção em função do consumo, da digestibilidade da dieta e do metabolismo de nutrientes desta, de forma que o consumo é responsável por 60 a 90% da ingestão de energia digestível e de 10 a 40% em função da digestibilidade dos ingredientes das dietas.

Para o consumo de matéria orgânica (CMO) verifica-se diferença significativa (P=0,0335) entre as silagens de mucilagem aditivadas (C3), nas quais os cordeiros que consumiam a dieta MUCMI tiveram menor CMO que aqueles da dieta MUCTRI.

Os cordeiros tiveram média geral de CMS de 1226 g/dia, superior ao estimado pelo AFRC (1993), que preconiza CMS de 1200 g/dia e ao NRC (2007), com média de 1090 g/dia para ovinos de 30 kg de peso corporal e ganho de peso estimado em 200 g/dia.

Os resultados deste trabalho são semelhantes aos obtidos por Souza et al. (2018) em ovinos Santa Inês alimentados com dietas à base de mucilagem de sisal ensilada, sem aditivo, em substituição total ao feno de Tifton com CMS de 1160 g/dia e CMO de 1075 g/dia e superiores aos reportados por Santos et al. (2011), que obtiveram resultados de 938,7 a 1097,9 g/dia para o CMS e 864,8 a 1009 g/dia para o CMO para as mucilagens de sisal ensiladas, com e sem aditivos, em ovinos sem padrão racial definido (SPRD), respectivamente.

Tabela 3. Consumo de matéria seca e seus constituintes por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
CMS (g/dia)	1242	1259	1261	1129*	11315	0,0461	0,3787	0,1289	0,0180
CMS (%PV)	4,75	4,91	4,69	4,15*	0,1119	0,0021	0,3204	0,0039	0,0055
CMS (g/kg <sup>0,75</sup> )	97	99	98	89*	0,0067	0,0386	0,3691	0,1073	0,0164
CMO (g/dia)	1122	1126	1154	1045	9799,2	0,1488	0,5494	0,4401	0,0335
CPB (g/dia)	171	167	166	147*	221,28	0,0108	0,0479	0,0877	0,0138
CEE (g/dia)	29	51*	45*	43*	18,853	<,0001	<,0001	0,0015	0,2297
CFDN (g/dia)	315	367*	389*	316	1078,0	0,0002	0,0009	0,2506	0,0002
CCT (g/dia)	915	908	943	856	6037,3	0,1488	0,4798	0,6412	0,0304
CCNF (g/dia)	590	534	534	522*	2796,9	0,0414	0,0055	0,6931	0,5877
CEM (Mcal EM/dia)	2,430	2,260*	2,350	2,550	0,0137	0,0005	0,3163	0,0009	0,0037
CNDT(g/dia)	0,840	0,790	0,820	0,800	0,0072	0,4771	0,1757	0,6740	0,5082
PCI (kg)	19,46 ±3,68	19,70 ±3,85	19,89 ±3,71	20,13 ±3,61	-	-	-	-	-
PCF (kg)	33,16 ±2,51	31,72 ±4,78*	34,28 ±3,87	34,47 ±3,90	3,0271	0,0391	0,9039	0,0045	0,9730
GMD (g/dia)	230	200*	240	240	0,0008	0,0391	0,9039	0,0045	0,9730
CA	5,52	6,28*	5,28	4,81*	0,2221	<,0001	0,5137	<,0001	0,0454

a= CMS, consumo de matéria seca; PV, peso vivo; CMO, consumo de matéria orgânica; CPB, consumo de proteína bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CFDN, consumo de fibra em detergente neutro; CCT, consumo de carboidratos totais; CCNF, consumo de carboidratos não fibrosos; CEM, consumo de energia metabolizável estimada; CNDT, consumo de nutrientes digestíveis totais; PCI, peso corporal inicial; PCF, peso corporal final; GMD, ganho de peso médio diário; CA, conversão alimentar; b= Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Verifica-se, na Tabela 3, que o consumo de proteína bruta (CPB) dos cordeiros da dieta MUCMI (147 g/dia) foi menor ( $P=0,0108$ ) que daqueles da dieta CON (171 g/dia). Já entre as silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se menor CPB ( $P=0,0138$ ) dos cordeiros da dieta MUCMI que daqueles da dieta MUCTRI (166 g/dia), devido ao menor CMS dos que consumiam a dieta MUCMI e, também, pela menor aceitabilidade desta dieta, visto que as sobras dos cordeiros da dieta MUCMI foram de 21,6%, enquanto que na dieta CON foram de 14,2% e na dieta MUCTRI, 18,7%, do ofertado.

O CPB dos cordeiros desta pesquisa foi superior àquele preconizado pelo AFRC (1993) e pelo NRC (2007), que recomendam CPB de 143,75 e 125 g/dia para ovinos não castrados, de 30 kg de peso corporal e ganho de 200 g/dia, respectivamente. Santos et al. (2011) obtiveram CPB de 139,8 a 168,1 g/dia em ovinos SPRD, enquanto Souza et al. (2018) obtiveram CPB de 180 a 222 g/dia em ovinos Santa Inês.

O consumo de extrato etéreo (CEE) dos cordeiros das dietas MUC (51 g/dia), MUCTRI (45 g/dia) e MUCMI (43 g/dia) foram menores ( $P<0,001$ ) que o CEE daqueles da dieta CON (29 g/dia). Entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que o CEE foi maior ( $P=0,0015$ ) pelos cordeiros da dieta MUC que a média de 45 g/dia daqueles das dietas MUCTRI+ MUCMI.

Este resultado deve-se ao fato de que a silagem de mucilagem de sisal sem aditivo (SSA), silagem de mucilagem de sisal aditivada com trigo (SCOT) e silagem de mucilagem de sisal aditivada com milho (SCOM), que compunham a fração volumosa das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI, respectivamente, tinham maiores teores de EE em suas composições em relação à dieta CON à base de palma forrageira (Tabela 3).

A quantidade de EE na dieta não deve ultrapassar 60 g/kg na MS (Palmquist, 1988). Embora tenha havido diferença significativa entre o CEE dos cordeiros, não houve efeito negativo do CEE sobre os mecanismos regulatórios que controlam o consumo pela capacidade limitada dos ruminantes de oxidar os ácidos graxos ou pelo efeito físico quando partículas da digesta com gordura aderida tendem a reduzir o contato desta com microrganismos (Palmquist e Mattos, 2006). Segundo estes mesmos autores, em regiões semiáridas, podem ser toleradas quantidades de EE de até 100 g/kg de MS na dieta de ruminantes, pois nestas regiões o CMS muitas vezes se encontra muito abaixo do esperado, assim o EE por ter menor incremento calórico que carboidratos e proteínas, favorecendo maior ingestão de energia.

Estes resultados foram maiores que aqueles obtidos por Santos et al. (2011), que obtiveram CEE de 34,6 a 39,3 g/dia em ovinos SPRD, e Souza et al. (2018), que obtiveram CEE de 25 a 28 g/dia em ovinos Santa Inês.

Para o consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) houve diferença ( $P=0,0002$ ) que indica que os cordeiros das dietas MUC (367 g/dia) e MUCTRI (389 g/dia) consumiam mais fibra em detergente neutro que aqueles alimentados com a dieta CON (315 g/dia). Entre as dietas com silagens de mucilagem com aditivos (C3) houve maior CFDN ( $P=0,0002$ ) dos cordeiros da dieta MUCTRI que aqueles da dieta MUCMI (316 g/dia), fato ocorrido devido aos diferentes conteúdos de FDN nas composições das dietas.

Segundo Cannas (2004), os teores mínimos de FDN (240 a 245 g/kg de MS na dieta total) e os teores de CNF são fatores limitantes em dietas de ovinos. Assim, segundo Santos et al. (2011), estes teores necessitam ser observados quando da inclusão da silagem de mucilagem de sisal em dietas de cordeiros, em confinamento, pois, se muito baixos, podem prejudicar a fermentação e a síntese de proteína microbiana ruminal.

Segundo Ferreira et al. (2009), mesmo sendo excelente fonte de CNF, a palma forrageira apresenta baixos teores de FDN. Assim, para corrigir a FDN de dietas com altas proporções de palma forrageira, deve-se associar uma fonte de fibra efetiva. Esta assertiva corrobora com Ferreira et al. (1977) e Souza et al. (2018), que preconizam que para o desempenho animal razoável, a mucilagem do sisal ensilada deve ser fornecida em conjunto com uma fonte de fibra efetiva para garantir o funcionamento ideal do rúmen.

Segundo Van Soest (1994), a limitação por enchimento do rúmen pode ser correlacionada ao nível de FDN de uma dieta e propôs que o valor máximo de consumo de 1,2% do PV animal como nível de consumo regulado por mecanismos físicos e abaixo deste será regulado pela densidade energética da dieta. Dividindo-se os pesos médios dos ovinos pelo CFDN de suas respectivas dietas, verifica-se que o CFDN (%PV) foi de 1,0; 1,4; 1,4 e 1,0 % PV nas dietas CON, MUC, MUCTRI e MUCMI, respectivamente, demonstrando estarem próximos ao limite acima proposto.

Os valores de CFDN foram semelhantes aos reportados por Santos et al. (2011), em ovinos SPRD que tiveram CFDN de 289,6 a 339,6 g/dia. Já Souza et al. (2018), em ovinos Santa Inês, obtiveram CFDN de 203 a 377 g/dia.

Verifica-se, na Tabela 3, que não houve diferença ( $P=0,1488$ ) para o consumo de carboidratos totais (CCT) entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos,

e a dieta CON, com média geral de 907 g/dia. Devido ao maior CMS, os cordeiros da dieta MUCTRI consumiram mais CT que aqueles da dieta MUCMI ( $P=0,0304$ ) (C3).

Para o consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) houve diferença ( $P=0,0414$ ), demonstrando que os cordeiros da dieta MUCMI consumiram menos carboidratos não fibrosos, 522 g/dia, que os cordeiros da dieta CON, que consumiram 590 g/dia, devido ao menor CMS dos cordeiros da dieta MUCMI.

O CCT e CCNF verificados nos cordeiros deste estudo foram maiores que aqueles observados por Santos et al. (2011), que em pesquisa com ovinos SPRD encontraram CCT de 690,4 a 801,5 e CCNF de 400,8 a 461,8 g/dia, e semelhantes aos observados por Souza et al. (2018), que obtiveram CCNF de 535 a 635 g/dia em ovinos Santa Inês.

Observa-se, na Tabela 3, que o consumo de energia metabolizável (CEM) dos cordeiros da dieta MUC (2,26 Mcal/dia) foi menor ( $P=0,0005$ ) que daqueles da dieta CON, que tiveram CEM de 2,430 Mcal/dia e, ainda, foi menor ( $P=0,0009$ ), também, que a média (2,380 Mcal/dia) do CEM dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI (C2). Já entre as silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se que o CEM dos cordeiros da dieta MUCTRI (2,350 Mcal/dia) foi menor ( $P=0,0037$ ) que dos cordeiros da dieta MUCMI (2,550 Mcal/dia), resultado que ocorreu em função da composição das dietas em CT, CNF e NDT, pois a energia é oriunda de compostos orgânicos, como as frações fibrosas e não fibrosas dos alimentos, além do CMS e destes constituintes acima que têm relação com a energia das dietas (Cunha et al., 2008). O elevado CMS e destes constituintes das dietas representam maiores teores de energia ingerida pelos cordeiros.

O CEM médio de 2,390 Mcal/dia pelos cordeiros Soinga deste estudo foi aquém do que é preconizado pelo AFRC (1993), que recomenda 3,150 Mcal/dia para ovinos não castrados, de peso corporal de 30 kg para ganho de 200 g/dia e pelo NRC (2007), que preconiza 3,040 Mcal/dia para ovinos da mesma categoria e estimativa de ganho de peso corporal, constatando a importância de se estimar as exigências nutricionais em energia para cordeiros nativos ou adaptados à realidade do semiárido brasileiro.

Verifica-se, na Tabela 3, que o ganho médio diário (GMD) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (200 g/dia) foi menor ( $P=0,0391$ ) que dos cordeiros que consumiam a dieta CON (230 g/dia) e ainda menor ( $P=0,0045$ ) que a média de 240 g/dia daqueles que consumiam as dietas MUCTRI+MUCMI (C2).

A média geral de GMD dos cordeiros Soinga deste estudo foi de 230 g/dia, superior ao GMD de 200 g/dia para cordeiros de 30 kg de peso corporal estimado para este estudo, demonstrando que o GMD ocorreu devido ao suprimento dos requisitos nutricionais para manutenção e desempenho produtivo dos cordeiros Soinga.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Santos et al. (2011), que verificaram GMD de 183,6 a 229 g em ovinos SPRD e por Souza et al. (2018), que observaram GMD de 216 g em ovinos Santa Inês.

A conversão alimentar (CA) dos cordeiros que consumiam a dieta CON (5,52) foi melhor ( $P < 0,0001$ ) que a CA dos cordeiros da dieta MUC (6,28) e pior que dos cordeiros da dieta MUCMI (4,81). Entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que a CA dos cordeiros da dieta MUC foi pior que a média de 5,07 das dietas MUCTRI+MUCMI ( $P < 0,0001$ ). Já entre as silagens de mucilagem com aditivos ( $P = 0,0454$ ), verifica-se pior CA dos cordeiros da dieta MUCTRI (5,28) que aqueles da dieta MUCMI (4,81).

A pior conversão alimentar dos ovinos submetidos à dieta MUC pode ser atribuída ao menor valor energético e menor CEM pelos cordeiros desta dieta, além de menores coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca, matéria orgânica, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos.

Este comportamento foi semelhante àquele observado por Santos et al. (2011), que obtiveram CA em ovinos SPRD de 4,0 a 6,1, e Souza et al (2018), que obtiveram CA de 5,56 em ovinos Santa Inês.

Verifica-se, na Tabela 4, que houve diferença entre as dietas ( $P < 0,0001$ ) para ingestão de água via bebida (IAB). Os cordeiros da dieta CON ingeriram menos água via bebida, 0,450 kg/dia, que os cordeiros das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI, que tiveram IAB de 1,640; 3,120 e 2,480 kg/dia, respectivamente.

Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos, verifica-se que a IAB foi menor ( $P < 0,0001$ ) pelos ovinos da dieta MUC que a média das dietas MUCTRI+MUCMI (C2) em 1,160 kg/dia. Já entre dietas com silagens de mucilagem com aditivos, a IAB foi maior ( $P = 0,0008$ ) pelos ovinos da dieta MUCTRI que aqueles da dieta MUCMI (C3).

Estes resultados foram semelhantes aos reportados por Souza et al. (2018), que observaram IAB de 1,860 a 2,380 kg/dia em ovinos Santa Inês.

Tabela 4. Consumo de água por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
IAB (kg/dia)	0,450	1,640*	3,120*	2,480*	0,1202	<,0001	<,0001	<,0001	0,0008
IACA (kg/dia)	4,470	2,120*	1,010*	0,910*	0,0744	<,0001	<,0001	<,0001	0,1724
ITA (kg/dia)	4,920	3,760*	4,130*	3,400*	0,1877	<,0001	<,0001	0,6248	0,0007
ITA (%PV)	18,33	14,71*	15,78*	12,24*	2,2126	<,0001	<,0001	0,2126	0,0006
ITA (PV <sup>0.75</sup> )	3,85	2,95*	3,23*	2,65*	0,1130	<,0001	<,0001	0,5891	0,0007
IAMS (kg/kg MS)	0,370	1,328*	2,482*	2,132*	70034,0	<,0001	<,0001	<,0001	0,0247
ITAMS (kg/kg MS)	3,980	3,030*	3,280*	2,920*	0,0700	<,0001	<,0001	0,8044	0,0206

a= IAB, ingestão de água via bebida; IACA, ingestão de água contida no alimento; ITA, ingestão total de água; IAMS, ingestão de água por quilo de matéria seca ingerida; ITAMS, ingestão total de água por quilo de matéria seca ingerida. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

A ingestão de água contida no alimento (IACA) teve comportamento inverso, em que os cordeiros da dieta CON tiveram maior ( $P < 0,0001$ ) ingestão de água (4,470 kg/dia) em relação aos cordeiros das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI que ingeriram 2,120; 1,010 e 0,910 kg/dia, respectivamente. Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos, nota-se que a IACA dos cordeiros que consumiam a dieta MUC foi maior ( $P < 0,0001$ ) que a média da IACA dos cordeiros que consumiam as dietas MUCTRI+MUCMI, que foi de 0,96 kg/dia (C2).

A palma forrageira e a silagem de mucilagem, sem aditivo, são alimentos que contêm bastante água, o que os tornam importantes ingredientes na fração volumosa de dietas de ruminantes em regiões semiáridas. Para confirmar esta assertiva, basta verificar que entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos, a IAB dos ovinos da dieta MUC foi menor em 1,160 kg/dia que a média de IAB dos animais das dietas MUCTRI+MUCMI. Já a IACA foi o inverso, o que era de se esperar, pois as silagens de mucilagem com aditivos tiveram aumento no teor de matéria seca, já que o propósito do uso desses aditivos foi melhorar a fermentação da silagem da mucilagem de sisal e aumentar o tempo de armazenamento pelo uso dos aditivos farelo de trigo e milho moído.

A ingestão total de água (ITA) em kg/dia, em %PV e em função do  $\%PV^{0,75}$  dos ovinos da dieta CON, foi maior (4,920 kg/dia; 18,33% e  $3,85 PV^{0,75}$ , respectivamente) que os ovinos que consumiam a dieta MUC (3,760 kg/dia, 14,71 % e  $2,95 PV^{0,75}$ , respectivamente), MUCTRI (4,130 kg/dia, 15,78% e  $3,23 PV^{0,75}$ , respectivamente) e MUCMI (3,400 kg/dia, 12,24% e  $2,65 PV^{0,75}$ , respectivamente) ( $P < 0,0001$ ). Estas mesmas variáveis, entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), tiveram comportamento semelhantes ( $P = 0,6248$ ;  $P = 0,2126$  e  $P = 0,5891$ , respectivamente).

Entre as silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se que estas variáveis foram maiores ( $P = 0,0007$ ;  $P = 0,0006$  e  $P = 0,0007$ , respectivamente) para os cordeiros da dieta MUCTRI que da dieta MUCMI (Tabela 4).

A ingestão de água por kg de matéria seca (IAMS) e ingestão total de água por kg de matéria seca (ITAMS) apresentaram diferenças entre as dietas ( $P < 0,0001$ ;  $P < 0,0001$ , respectivamente). Os cordeiros da dieta CON tiveram menor IAMS, de 0,370 kg/dia, que aqueles das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI, com IAMS de 1,328; 2,482 e 2,132 kg/dia, respectivamente. Já os cordeiros da dieta CON tiveram maior ITAMS, de 3,980 kg/dia, que aqueles das dietas MUC, MUCTRI e MUCMI, com ITAMS de 3,030; 3,280 e 2,920

kg/dia. Entre as dietas com mucilagens aditivadas (C3), verifica-se que a IAMS e ITAMS foram maiores ( $P=0,0247$ ;  $P=0,0206$ , respectivamente) pelos cordeiros da dieta MUCTRI que daqueles da dieta MUCMI.

A ingestão voluntária de água é influenciada pela composição da dieta e a MS e energia são as variáveis que mais interferem (Neiva et al., 2004; NRC, 2007). A ingestão de água observada foi devida à composição das dietas (Tabela 2), além de a palma forrageira e silagem de mucilagem de sisal serem bastante aceitas pelos animais.

A ingestão de água para ovinos normalmente representa de 2 a 3 vezes o valor do CMS (NRC, 2007), no entanto o consumo de água pode ser influenciado por outros fatores, como qualidade do alimentado consumido, raça, peso e idade animal e temperatura ambiente. No presente trabalho, o consumo médio geral de água representou, em média, 2,7 vezes o CMS das dietas.

A palma forrageira é fonte de água para os ruminantes no semiárido e sua porcentagem em até cerca de 450 g/kg de MS da dieta total pode ser introduzida com sucesso em dietas devido ao uso eficiente de água, o que deve ser observado, também, no uso da silagem de mucilagem do sisal. Assim, há diminuição do consumo de água quando acrescidas em dietas e podem atender parte dos requisitos em água pelos cordeiros. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos por Vieira et al. (2008), Costa et al. (2009), Ferreira et al. (2012) e Souza et al. (2018).

### **Digestibilidade aparente de nutrientes**

Verifica-se, na Tabela 5, que os coeficientes de digestibilidade aparente de matéria seca (CDMS) e matéria orgânica (CDMO) da dieta MUC com valores de 683 e 708 g/kg foram menores ( $P=0,0064$ ;  $P=0,0060$ , respectivamente) que da dieta CON, que apresentou coeficientes de 737 e 759 g/kg, respectivamente. Estes resultados corroboram com Mertens (1992) e Van Soest (1994), que reportaram que a digestibilidade da MS está correlacionada negativamente com a concentração de FDN do alimento ou dieta e que a fermentação e a taxa de passagem da FDN do alimento são mais lentas que outros constituintes dietéticos como os CNF, com efeito no enchimento e no tempo de permanência no trato gastrointestinal, conforme pode ser verificado na Tabela 2, na qual a dieta CON constitui-se de menor aporte de FDN e maior em CNF que a dieta MUC, além de menor aporte de NDT.

Tabela 5. Coeficientes de digestibilidade aparente de nutrientes de mucilagens de sisal ensiladas, com e sem aditivos, em dietas de cordeiros Soinga.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
CDMS (g/kg)	737	683*	711	754	14,0313	0,0064	0,1909	0,0060	0,0380
CDMO (g/kg)	759	708*	735	774	12,0908	0,0060	0,1575	0,0059	0,0410
CDPB (g/kg)	745	723	712	733	15,5380	0,3838	0,1701	0,9482	0,3064
CDEE (g/kg)	695	677	734	773*	18,1337	0,0011	0,0859	0,0004	0,0935
CDFDN (g/kg)	543	526	514	612*	28,8504	0,0095	0,7746	0,1414	0,0018
CDCT (g/kg)	762	707*	739	781	11,9602	0,0022	0,1580	0,0019	0,0283
CDCNF (g/kg)	859	804*	877	866	8,0901	0,0001	0,3778	<,0001	0,4443

a= CDMS, coeficiente de digestibilidade da matéria seca; CDMO, coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica; CDPB, coeficiente de digestibilidade da proteína bruta; CDEE, coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo; CDFDN, coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; CDCT, coeficiente de digestibilidade de carboidratos totais; CDCNF, coeficiente de digestibilidade de carboidratos não fibrosos. b= Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Segundo Santos et al. (2014), CNF apresentam digestibilidade próxima a 90% e carboidratos fibrosos a 50%, o que reflete em maior digestibilidade da MS e MO de dietas com maior teor de CNF e, conseqüentemente, em maior valor energético.

Entre as dietas do contraste C2, verifica-se comportamento idêntico, no qual a dieta MUC apresentou coeficientes destas mesmas variáveis menores ( $P=0,0060$  e  $P=0,0059$ , respectivamente), também, que a média das dietas MUCTRI+MUCMI de 730 e 752 g/kg, respectivamente. Já entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se que o CDMS e CDMO foram menores na dieta MUCTRI que aqueles da dieta MUCMI ( $P=0,0380$  e  $0,0410$ , respectivamente) em função dos menores teores de CT, CNF e NDT da dieta MUC que a média das dietas MUCTRI+MUCMI (C2). Já a dieta MUCTRI também continha menores teores de CT, CNF e NDT que a dieta MUCMI, como pode ser visualizado na Tabela 2.

O coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (CDPB) não demonstrou diferenças entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos, e a dieta CON ( $P=0,3838$ ) e nem entre os contrastes das mesmas com média de 728 g/kg. O CDPB pode ser considerado normal devido ao teor deste nutriente e sua qualidade nas dietas, como também do possível melhor aproveitamento da energia das dietas para o atendimento das necessidades microbianas em Nitrogênio.

Verifica-se, na Tabela 5, que o coeficiente de digestibilidade de extrato etéreo (CDEE) da dieta MUCMI (773 g/kg) foi maior ( $P=0,0011$ ) que aquele da dieta CON (695 g/kg) devido ao maior teor de EE na composição e maior CEE da dieta MUCMI que a dieta CON, disponibilizando, portanto, maior aporte de EE para a digestão. Entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C3), verifica-se menor CDEE da dieta MUC que a média das dietas MUCTRI+MUCMI ( $P=0,0004$ ).

O coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (CDFDN) da dieta MUCMI (612 g/kg) foi maior ( $P=0,0095$ ) que da dieta CON (543 g/kg) e ainda maior ( $P=0,0018$ ) que da dieta MUCTRI, no contraste C3, com CDFDN de 513 g/kg devido, provavelmente, ao maior aporte energético da dieta MUCMI em relação às demais.

Os coeficientes de digestibilidade aparente de carboidratos totais (CDCT) e carboidratos não fibrosos (CDCNF) apresentaram diferenças entre as dietas ( $P=0,0022$  e  $P=0,0001$ , respectivamente) que demonstraram menores coeficientes de digestibilidade, de 707 e 804 g/kg, destas variáveis na dieta MUC que na dieta CON, que apresentou

coeficientes de 762 e 859 g/kg, respectivamente (Tabela 5). Isto ocorreu, provavelmente, devido aos menores conteúdos de CT, CNF e NDT da dieta MUC em relação à dieta CON, bem como aos menores consumos destes pelos cordeiros.

No contraste C2, a dieta MUC apresentou coeficientes destas variáveis menores ( $P=0,0019$  e  $P<0,0001$ , respectivamente) que a média das dietas MUCTRI+MUCMI de 757 e 876 g/kg, respectivamente. Já entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas, (C3) verifica-se que o CDCT da dieta MUCTRI foi menor que aquele da dieta MUCMI ( $P=0,0283$ ), devido aos menores conteúdos de CT, CNF e NDT da dieta MUC em relação à média das dietas MUCTRI+MUCMI (C2) e do teor de CT da dieta MUCTRI em relação à dieta MUC, no contraste C3.

De maneira geral, segundo McDonald et al. (1993), vários fatores podem influenciar a digestibilidade dos nutrientes das dietas: composição dos alimentos e das dietas, preparo e apresentação dos alimentos, fatores intrínsecos ao animal em estudo e seu nível nutricional, entre outros. No entanto, verifica-se que os coeficientes de digestibilidade da MS e demais constituintes foram satisfatórios demonstrando que as silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, podem se constituir em importante ingrediente em dietas de cordeiros no semiárido, pois cordeiros alimentados com dietas de boa digestibilidade aumentam o consumo de alimentos.

Estes resultados corroboram com Souza et al. (2018), que obtiveram, em pesquisa com ovinos Santa Inês, coeficientes de digestibilidade aparente de 769 a 845 g/kg (CDMS), 787 a 867 g/kg (CDMO), 786 a 834 g/kg (CDPB), 809 a 878 g/kg (CDEE), 507 a 621 g/kg (CDFDN) e 922 a 960 g/kg (CDCNF).

### **Comportamento ingestivo**

Houve diferença entre as dietas ( $P=0,0276$ ;  $P=0,0381$  e  $P=0,0013$ , respectivamente) para TALIM, TRUM e TOCIO. Os cordeiros que consumiam a dieta MUC despenderam 293 min. e 20 %/dia e 453 min. e 32 %/dia para tempo de alimentação (TALIM) e tempo de ruminação (TRUM), os quais foram maiores que dos cordeiros da dieta CON, que despenderam 196 min. e 14 %/dia e 352 min. e 24 %/dia para TALIM e TRUM, respectivamente, que, por sua vez, despenderam menor TOCIO de 694 min. e 48 %/dia que os cordeiros da dieta CON, que despenderam 892 min. e 62 %/dia (Tabela 6).

Tabela 6. Efeito de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, sobre o comportamento ingestivo de cordeiros Soinga sob os seguintes aspectos: tempo de alimentação (TALIM), tempo de ruminação (TRUM), tempo em ócio (TOCIO), eficiência de alimentação (EAL), eficiência de ruminação (ERU), tempo de mastigação total (TMT) e tempo de mastigação merícica (TMM).

Variáveis	Tratamentos				EPM <sup>a</sup>	Valor de P <sup>b</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
TALIM (min.)	196	293*	245	243	3632,7	0,0276	0,0123	0,0815	0,9714
TALIM (%/dia)	14	20*	17	17	17,612	0,0276	0,0123	0,0815	0,9714
TRUM (min.)	352	453*	369	409	5045,6	0,0381	0,0525	0,0519	0,2745
TRUM (%/dia)	24	32*	26	28	24,285	0,0381	0,0525	0,0519	0,2745
TOCIO (min.)	892	694*	826	788	7943,4	0,0013	0,0020	0,0085	0,3949
TOCIO (%/dia)	62	48*	57	55	38,307	0,0013	0,0020	0,0085	0,3949
EAL <sub>MS</sub> (g MS/min.)	6,7	4,7	5,5	5,1	3,1094	0,1305	0,0284	0,4786	0,6300
EAL <sub>FDN</sub> (g FDN/min.)	1,7	1,4	1,7	1,4	0,2278	0,3938	0,2768	0,4159	0,2944
ERU <sub>MS</sub> (g MS/min.)	3,7	2,8*	3,5	2,9	0,4422	0,0283	0,0311	0,2903	0,0493
ERU <sub>FDN</sub> (g FDN/min.)	0,9	0,8	1,1*	0,8	0,0321	0,0137	0,6494	0,1778	0,0033
TMT (min./dia)	548	746*	614	652	7943,4	0,0013	0,0020	0,0085	0,3949
TMM (min./dia)	835	837	940	861	38358,0	0,9653	0,9584	0,7140	0,7373

a= Erro padrão da média; b= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Entre as dietas com mucilagens ensiladas, com e sem aditivos (C2), verifica-se que os cordeiros da dieta MUC despenderam, também, menores TOCIO ( $P=0,0085$ ) que a média daqueles das dietas MUCTRI + MUCMI de 807 min. e 56 %/dia.

Esse comportamento ocorreu devido à dieta MUC ter composição com teores mais elevados de MS, lignina, FDN e FDA e teores menores de CT e CNF (Tabela 2), além de menores CDMS, CDMO, CDCT e CDCNF que a dieta CON (Tabela 5) e devido, ainda, ao maior CFDN e menor CEM pelos ovinos da dieta MUC. Assim, justificam-se as alterações nos padrões comportamentais referentes ao tempo de alimentação, ruminação e tempo de ócio requeridos pelos cordeiros destas dietas.

O teor de FDN dos alimentos é um dos principais fatores que influenciam no comportamento ingestivo de ovinos. Assim, quanto menor for o teor de FDN e tamanho de partícula, menor será o tempo despendido nas atividades de alimentação e ruminação e maior tempo de ócio (Van Soest, 1994; Yang et al., 2001; Carvalho et al., 2014).

O menor tempo de alimentação não foi limitante para o CMS, pois os animais consumiram acima das exigências nutricionais recomendadas pelo NRC (2007), provavelmente, em função da taxa de passagem das dietas ter sido rápida, que pode ser explicada pelos coeficientes de digestibilidade de nutrientes. Este comportamento está de acordo com Van Soest (1994), que reporta que o tempo gasto com alimentação é de aproximadamente 60 min. para dietas ricas em grãos e pode passar até mais de 360 min. em dietas com elevados teores de fibras.

A diferença ( $P=0,0123$ ) verificada entre as dietas com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, em relação à dieta CON (C1) para o tempo de alimentação pelos cordeiros pode ser devido ao teor de energia das dietas (expresso em NDT), onde dietas mais densas reduzem a frequência e o tempo de alimentação (Van Soest, 1994), o que pode estar relacionado com o tempo de apreensão destas dietas. Já o maior tempo em ócio dos cordeiros da dieta CON foi devido ao fato de estes gastarem menor tempo se alimentando, sobrando mais tempo para atividade de ócio.

É importante frisar que, segundo Detmann et al. (2014), quando teores de FDN da dieta situam-se entre 500 a 600 g/kg de MS, a demanda energética é o fator limitante do consumo e não a quantidade de fibra (efeito de enchimento físico). Todas as dietas continham teores menores que 550 g/kg de FDN na MS, porém a dieta MUC tinha menos

NDT e o CEM foi menor nesta dieta que as demais, o que pode ter resultado em maior tempo de alimentação pelos cordeiros desta dieta.

O tamanho das partículas dos alimentos no processo de degradação ruminal é reduzido, através da atividade de ruminção, para facilitar o catabolismo e metabolismo dos nutrientes dos alimentos e está relacionado com o teor de FDN. Assim, quanto maior o teor de FDN das dietas, maior o tempo despendido com ruminção. Segundo Detmann et al. (2014), o tempo despendido em ruminção é proporcional à proporção de parede celular dos alimentos.

Ramos et al. (2013), avaliando dietas à base de palma forrageira (em torno de 54% da dieta total) em ovinos, verificaram comportamento de 202 a 346, 174 a 210 e 898 a 1044 min/dia para TALIM, TRUM e TOCIO, respectivamente.

A  $EAL_{MS}$  e  $EAL_{FDN}$  dos cordeiros não apresentaram diferenças ( $P=0,1305$  e  $P=0,3938$ , respectivamente) entre as dietas experimentais com médias gerais de 5,48 g MS/min. e 1,54 g FDN/min., respectivamente, devido, provavelmente, ao adequado suprimento proteico e energético que proporcionaram as dietas aos cordeiros (Tabela 6).

Para a  $ERU_{MS}$  e  $ERU_{FDN}$  houve diferenças entre as dietas experimentais ( $P=0,0283$  e  $P=0,0137$ , respectivamente), as quais demonstraram que os cordeiros que consumiam a dieta MUC tiveram menor  $ERU_{MS}$  (2,8 g MS/min.) que aqueles da dieta CON (3,7 g MS/min.). Já os cordeiros da dieta MUCTRI tiveram  $ERU_{FDN}$  maior (1,1 g FDN/min.) que aqueles que consumiam a dieta CON (0,9 g FDN/min.).

Entre as silagens com mucilagem aditivadas (C3), a  $ERU_{MS}$  e  $ERU_{FDN}$  foram maiores ( $P=0,0493$  e  $P=0,0033$ , respectivamente) pelos cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (3,5 e 1,1) que aqueles da dieta MUCMI (2,93 e 0,8) (Tabela 6).

Os cordeiros que consumiam a dieta MUC tiveram tempo de mastigação total (TMT) maior ( $P=0,0013$ ) que aqueles que consumiam a dieta CON, os quais despenderam 746 e 548 min./dia, respectivamente. Entre as silagens com mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que os cordeiros da dieta MUC despenderam, também, maior TMT que a média de 633 min./dia dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI. Já para o tempo de mastigação merícica (TMM), não houve diferenças significativas entre as dietas ( $P=0,9653$ ) e nem entre contrastes.

De maneira geral, o consumo de MS e seus constituintes e os coeficientes de digestibilidade dos mesmos demonstram o comportamento ingestivo dos cordeiros em

suas respectivas dietas. Isto pode explicar as diferenças ocorridas entre os tempos despendidos nas atividades do comportamento ingestivo.

### **Perfil bioquímico sanguíneo**

Verifica-se, na Tabela 7, que os níveis séricos de Alanina amino transferase (ALT), Fosfatase alcalina (FA) e Gama glutamil transferase (GGT) não apresentaram diferenças entre tratamentos e nem entre os contrastes ortogonais ( $P=0,7244$ ;  $P=0,3450$  e  $P=0,2218$ ). As concentrações séricas de ALT dos ovinos estavam próximas aos valores de referência, que são de 26 a 34 UI/L, preconizados por Kaneko et al. (2008).

Os níveis séricos de FA estavam acima dos valores de referência, segundo Kaneko et al. (2008), que são de 68 a 387 UI/L, fato que pode ter ocorrido devido ao fato de a palma forrageira e a silagem de mucilagem serem ingredientes com altos teores de oxalato de Ca, que podem ter reduzido a disponibilidade de Ca e ter havido ações hormonais para manter os níveis séricos de Ca (González e Silva 2008). Porém, as proporções da palma forrageira e silagem de mucilagem de sisal não foram superiores a 450 g/kg nas dietas. O nível sérico de FA costuma ser duas a cinco vezes maior em animais jovens que em adultos, visto que altos valores podem ser resultado da alta atividade osteoclástica em animais jovens (Kerr, 2003), fato que pode ter acontecido neste trabalho com cordeiros em crescimento.

A lesão hepática aguda pode provocar aumento imediato da atividade sérica de GGT (González e Silva, 2008). As concentrações GGT nos cordeiros estavam dentro dos valores de referência, que são de 20 a 52 UI/L para a espécie.

Segundo González e Silva (2008), danos hepáticos, musculares e renais podem ocorrer quando a concentração de AST está elevada. Verifica-se que a concentração sérica de Aspartato amino transferase (AST) dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI (106 UI/L) foi maior ( $P=0,0884$ ) que daqueles que consumiam a dieta CON (136,5 UI/L), porém se encontravam dentro dos valores de referência para a espécie, que é de 60 a 280 UI/L, segundo Kaneko et al. (2008), indicando que não houve lesão hepática, muscular ou renal nos cordeiros.

O baseline refere-se à primeira coleta de sangue realizada no período de adaptação (cinco dias após o alojamento dos cordeiros nas baias), antes que os cordeiros consumissem as dietas experimentais (período de coleta de dados).

Tabela 7. Perfil enzimático, proteico e energético de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>				Baseline <sup>d</sup>
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3	
<b>Perfil enzimático (UI/L)</b>										
ALT	22,2	21,3	20,4	18	46,3053	0,7244	0,4573	0,5221	0,5257	13,6
AST	136,5	134,3	125,2	106*	301,101	0,0084	0,0476	0,0194	0,0374	102,6
FA	408,6	345,3	373,6	451	14503,6	0,3450	0,8021	0,1883	0,2060	252,7
GGT	39,5	36,8	41,9	48	112,920	0,2218	0,5265	0,0876	0,2527	40,5
<b>Perfil proteico (mg/dL)</b>										
Ácido úrico	0,06	0,02	0,03	0,04	0,0011	0,0764	0,0239	0,3111	0,4036	0,02
Ureia	41,0	46,9	49,7*	33,9	53,238	0,0014	0,4861	0,1059	0,0003	10,5
Albumina	2,78	2,99	3,04*	2,81	0,0323	0,0166	0,0329	0,3807	0,0197	2,7
Globulina	3,50	3,48	3,98	3,51	0,1897	0,0981	0,4866	0,2084	0,0430	3,7
Creatinina	0,64	0,64	0,82*	0,72	0,0180	0,0467	0,1718	0,0404	0,1489	1,3
Proteínas totais	6,28	6,47	7,01*	6,32	0,1501	0,0033	0,0775	0,3094	0,0015	6,4
<b>Perfil energético (mg/dL)</b>										
Triglicerídeos	22,0	26,8	31,3*	29,4*	23,371	0,0065	0,0018	0,1262	0,4184	16,1
Colesterol	49,0	59,4	62,0	56,9	90,972	0,0645	0,0142	0,9976	0,3022	48,5

a= ALT, alanina aminotransferase; AST, aspartato aminotransferase; FA, fosfatase alcalina; GGT, gama glutamil transferase; b= Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; d= médias da primeira coleta de sangue. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Assim, verifica-se, na Tabela 7, que os níveis séricos de ALT, AST e FA foram muito superiores àqueles do baseline, com exceção da GGT, que não sofreram grandes alterações.

De forma geral, verifica-se que o perfil enzimático dos cordeiros demonstraram que as dietas não proporcionaram alterações nestas enzimas durante o período de 60 dias de confinamento.

As concentrações séricas de ácido úrico e globulina dos cordeiros não apresentaram diferenças entre as dietas ( $P=0,0764$  e  $P=0,0981$ ) com médias de 3,8 e 3,6 mg/dL, respectivamente. Os cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI tiveram maior concentração de globulinas séricas que aqueles da dieta MUCMI (C3). Porém, as concentrações estavam dentro dos valores de referência indicados por Kaneko et al. (2008) para cordeiros desta categoria (Tabela 7).

As globulinas têm mais importância como indicadores de processos inflamatórios e estresse que como indicadores proteicos (González e Silva, 2008). As concentrações séricas para cordeiros estavam coerentes com os valores de referência e demonstraram que os animais não estavam estressados e com status proteico preservado.

Os cordeiros da dieta MUCTRI apresentaram maiores ( $P=0,0014$ ) concentrações séricas de ureia que os cordeiros da dieta CON, com concentrações de 49,7 e 41 mg/dL, respectivamente. Apresentaram, ainda, maiores concentrações ( $P=0,0003$ ) que os cordeiros da dieta MUCMI (33,9 mg/dL), no contraste C3. Verifica-se, ainda, que as concentrações séricas de ureia dos cordeiros das dietas MUC e MUCTRI estavam pouco acima dos valores de referência para a espécie, que são de 17 a 43 mg/dL (Kaneko et al., 2008; Wittwer, 2018).

Em ruminantes, os níveis de ureia são indicadores sensíveis e imediatos da ingestão de proteínas, ao contrário da albumina que é um indicador de longo prazo (González e Scheffer, 2018). Segundo González e Silva (2008) e Puppel e Kuczynska (2016), a ureia está relacionada com o nível proteico da dieta, absorção de amônia no rúmen e relação energia/proteína da dieta total, e valores acima do normal sugerem excesso de proteína ou déficit de energia. Segundo Ortolani (2018), a ureia é originária do catabolismo de aminoácidos, ácidos nucleicos e de amônia endógena ou exógena, proveniente da dieta. Dieta rica em proteína bruta, em especial naquela que é digerida no rúmen, maior será o teor de ureia plasmática.

Verificando a Tabela 3, poder-se-ia afirmar que houve excesso de ureia pelo maior CPB pelos cordeiros nas dietas em função do que é preconizado pelo AFRC (1993) e NRC (2007) para o GMD estimado e para a categoria de cordeiros deste trabalho. Porém, ocorreu excesso de concentrações séricas de ureia apenas nos cordeiros das dietas MUC e MUCTRI. Em contrapartida, poder-se-ia afirmar que foi pelo déficit energético, pois o CEM pelos cordeiros estavam abaixo do recomendado. No entanto, estas duas sugestões não se confirmam.

Sugere-se, então, que essas pequenas elevações nas concentrações séricas de ureia podem ter sido momentâneas. Além disso, estas elevações, para serem confirmadas, deveriam ser associadas a outros indicadores, como a albumina, globulinas e proteínas totais. Assim, como não houve alterações nestes indicadores, pode-se afirmar que as elevações das concentrações séricas de ureia nos cordeiros, acima dos valores de referência, foram transitórias e irrelevantes.

Verifica-se que houve diferença entre as dietas para as concentrações séricas de albumina, creatinina e proteínas totais ( $P=0,0166$ ;  $P=0,0467$  e  $P=0,0033$ , respectivamente) em que os cordeiros da dieta MUCTRI apresentaram concentrações de 3,04; 0,82 e 7,01 mg/dL, respectivamente, maiores que aquelas verificadas nos cordeiros da dieta CON, que apresentaram concentrações de 2,78; 0,64 e 6,28 mg/dL, respectivamente (Tabela 7).

Entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que as concentrações de creatinina foram menores ( $P=0,0404$ ) nos cordeiros da dieta MUC (0,64 mg/dL) que a média das concentrações dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI, que foi de 0,78 mg/dL. Já entre as dietas com silagens aditivadas (C3), verifica-se que as concentrações de albumina e proteínas totais foram maiores ( $P=0,0197$  e  $P=0,0015$ , respectivamente) nos cordeiros da dieta MUCTRI que naqueles da dieta MUCMI.

As concentrações séricas de albumina estavam dentro da faixa dos valores de referência, que são de 2,4 a 3,0 mg/dL (Kaneko et al., 2008). A concentração sérica de albumina, geralmente, é uma resposta da alimentação animal. Assim, como era esperado, pelos teores de PB na composição das dietas e pelo CPB, não houve problemas com o status proteico dos cordeiros; já a concentração sérica de creatinina estava abaixo dos valores de referência, que são de 1,2 a 1,9 mg/dL, provavelmente devido ao fato de a

creatinina ser derivada do catabolismo proteico do tecido muscular e não ser influenciada pela dieta, segundo Gregory et al. (2004) ou por sobreidratação.

As proteínas totais são, também, metabólitos que definem o estado nutricional proteico do animal e suas concentrações e síntese podem definir a funcionalidade do fígado (Gonzalez e Scheffer, 2018). Houve diferença entre as dietas ( $P=0,0033$ ) nas quais os níveis séricos de proteínas totais foram maiores nos cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (7,01 mg/dL) que naqueles da dieta CON (6,28 mg/dL). Entre as dietas com mucilagens aditivadas (C3), verifica-se maior nível sérico nos cordeiros da dieta MUCTRI (7,01 mg/dL) que nos cordeiros da dieta MUCMI (6,32 mg/dL). Porém estas concentrações se encontravam na faixa dos valores de referência, que são de 1,2 a 1,9 mg/dL.

Verifica-se, a partir do baseline, que os níveis séricos de albumina, globulinas e proteínas totais não estavam alterados, provavelmente por serem menos específicas para demonstrar alterações do perfil proteico dos cordeiros. A concentração de ácido úrico estava abaixo das concentrações no período de coleta de dados porém dentro dos valores de referência para a espécie. As concentrações de creatinina estavam bem mais elevadas no baseline mas se encontravam no limite dos valores de referência. A concentração sérica de ureia estava bem abaixo no baseline que no período de coleta de dados, o que demonstra explicitamente o aporte proteico oferecido pelas dietas aos cordeiros deste trabalho em comparação ao status bioquímico e nutricional da chegada dos mesmos às instalações experimentais (Tabela 7).

De forma geral, verifica-se que o perfil proteico dos cordeiros das dietas experimentais não sofreram alterações em 60 dias.

Os triglicerídeos podem indicar a qualidade da dieta fornecida e refletir o fornecimento de energia da mesma. As concentrações séricas de triglicerídeos foram maiores ( $P=0,0065$ ) nos ovinos que consumiam a dieta MUCTRI e MUCMI, com concentrações de 31,3 e 29,4 mg/dL, respectivamente, que naqueles que consumiam a dieta CON (22 mg/dL). Não houve diferença para as concentrações séricas de colesterol ( $P=0,0645$ ) nos cordeiros, com média de 56,8 mg/dL.

Dietas com elevados teores de EE tendem a maior CEE, aumentando as concentrações séricas de triglicerídeos e colesterol nos cordeiros, fato ocorrido com as

dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos, e a redução destes pode indicar déficit energético, fato este não verificado neste estudo (Tabela 7).

As concentrações séricas de colesterol no baseline estavam abaixo das concentrações do período de coleta de dados (60 dias) e abaixo dos valores de referência para a espécie, demonstrando déficit energético nos cordeiros no baseline.

Estes resultados sugerem que as dietas não ocasionaram deficiências no aporte energético, podendo estas serem utilizadas em confinamento de cordeiros Soinga.

## CONCLUSÕES

As silagens de mucilagem de sisal aditivadas, com farelo de trigo ou milho moído, empregadas em 450 g/kg na dieta de cordeiros Soinga, em confinamento, proporcionam ganho em peso de 240 g/dia e não comprometem os perfis enzimático, proteico e energético dos animais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. **Energy and protein requirement of ruminants**. An advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on response to nutrients. CAB International, Wallingford, UK, p.5-55. 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS-AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 19<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2012. 2610 p.

BARAZA, E.; ÁNGELES, S.; et al. Nuevos recursos naturales como complemento de la dieta de caprinos durante la época seca, en el valle de tehuacán, México. **Interciencia**, v.33, n.12, p.891-896, 2008.

BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.2991-3000, nov/dez. 2013.

BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, R.G.L.; et al. Valor nutricional da planta e dos coprodutos da Agave sisalana para alimentação de ruminantes. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.6, p.1493-1501, 2011.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CANNAS, A. A Feeding of lactating ewes. In: PULINA, G. (Ed.). **Dairy sheep feeding and nutrition**. Bologna: Avenue Media, p.123-166, 2004.

CARDOSO JUNIOR, F.C.; SILVA, N.C.B.; et al. Obstrução por fitobezoar em bovinos: Revisão. **PUBVET – Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.11, n.6, p. 610-615, 2017.

CARVALHO, S.; DIAS, F.D.; et al. Comportamento ingestivo de cordeiros Texel e Ideal alimentados com casca de soja. **Archivos de Zootecnia**, v.63, p.55-64, 2014.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2014. **Conjuntura especial**. Sisal 2014: Produção, Exportações e Preços em alta. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=43167&t=2#this>. Acesso em 07/10/2017.

CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1964.

COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E.M.; et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, p.62-65, 2009.

CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.3, p.538-544, 1960.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

DETMANN, E.; HUHTANEN, P.; GIONBELLI, M.P. A meta-analytical evaluation of the regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. **Journal of Animal Science**, v.92, p.4632-4641, 2014.

FARIA, M.M.S.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, G.J.C. et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal tratado com ureia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.301-308, 2008.

FERREIRA, M.A.; BISPO, S.V.; et al. The Use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. **Organic Farming and Food Production**. Cap. 8, p.168-190, 2012.

FERREIRA, M.A.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009.

FERREIRO, M.H.; ELLIOTT, R.; et al. Rumen function and fermentation on sisal pulp based diets. **Tropical Animal Production**. v.3, p.69-73, 1977.

FONTENELE, R.M.; PEREIRA, E.S.; et al. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1280-1286, 2011.

GARCÍA-HERRERA, E. J.; MÉNDEZ-GALLEGOS, S. J.; TALAVERA-MAGAÑA, D. El genero agave spp. en México: principales usos de importancia socioeconómica y agroecológica. **Revista Salud Pública y Nutrición**, Edición Especial, n.5, 2010.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F. Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica, metabólica e nutricional. In: \_\_\_\_\_(Org.). **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. 159 p.

GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Patologia clínica veterinária: texto introdutório**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2008. 342 p.

GREGORY, L.; BIRGEL JUNIOR, E.H.; et al. Valores de referência dos teores séricos da ureia e creatinina em bovinos da raça Jersey criados no Estado de São Paulo. Influência dos fatores etários, sexuais e da infecção pelo vírus da leucose dos bovinos. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.71, p.339-345, 2004.

HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P. et al. A method for partitioning neutral detergent-soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em 17/01/2019.

IÑIGUEZ-COVARRUBIAS, G.; LANGE, S.E.; ROWELL, R.M. Utilization of byproducts from the tequila industry: part 1: agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. **Bioresource Technology**. v.77, p.25-32, 2001.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 6<sup>th</sup> ed. San Diego: Academic Press, 2008. 916 p.

KERR, G. M. **Exames laboratoriais em Medicina Veterinária**. 2.Ed. São Paulo: Roca. 2003. 436 p.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; BATISTA, J.L. Crescimento populacional da cochonilha-do-carmim em palma gigante infestada artificialmente em condições de laboratório. **Engenharia Ambiental**, v.6, n.3, p.83-90, 2009.

McDONALD, P. **The Biochemistry of Silage**. Chichester: John Wiley, 1981. 128 p.

McDONALD, P.; EDWARDS, R.; GREENHALGH, J.F.D. **Animal Nutrition**. 4.ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 571 p.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

MEDEIROS, S.S. **Pecuária, Aquicultura e Apicultura - Semiárido brasileiro 2017**. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2018. 112 p.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras. **Anais...** Lavras: SBZ, p,1-33. 1992.

MSHANDETE, A.M.; BJÖRNSSON, L.; et al. Effect of aerobic pre-treatment on production of hydrolases and volatile fatty acids during anaerobic digestion of solid sisal leaf decortications residues. **African Journal of Biochemistry Research**, v.2, p.111-119, 2008.

MUTHANGYA, M.; HASHIM, S.O.; et al. Auditing and characterisation of sisal processing waste: a bioresource for value addition. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.8, n.7, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washintgton, D.C: National Academy of Press, 2007. 384 p.

NEGESSE, T.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an in vitro gas method. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.204-217, 2009.

NEIVA, J.N.M. et al. Efeito do estresse climático sobre os parâmetros produtivos e fisiológicos de ovinos Santa Inês mantidos em confinamento na região litorânea do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.668-678, 2004.

ORTOLANI, E.R. Diagnóstico de doenças nutricionais e metabólicas por meio de exame de urina em ruminantes. In: GONZÁLEZ, F. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Cap.4, p. 46-76, 2008.

PALMQUIST, D.L. The feeding values of fat. In: TRIBE, E.; ORSKOV, R. (Eds.). **World animal science (Feedstuffs)**. Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1988. p.239-311.

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. et al. (Eds.) **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p.287-310.

PAULI, G. Zero emissions: the ultimate goal of cleaner production. **J. Cleaner Prod.** v.5, p.109-113, 1997.

PINOS-RODRÍGUEZ, J.M.; AGUIRRE-RIVERA, J. R.; et al. Use of “Maguey” (Agave salmiana Otto ex. Salm-Dick) as Forage for Ewes. **Journal of Applied Animal Research**, v.30, p.101-107, 2006.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B. et al. Aspectos Relativos à Ruminação de Bovinos e Bubalinos em Regime de Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.987-993, 1996.

PUPPEL, K.; KUCZYNSKA, B. Metabolic profiles of cow’s blood: a review. **J Sci Food Agric.**, 2016. (wileyonlinelibrary.com). DOI:10.1002/jsfa.7779.

RAMOS, A.O.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; et al. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. **Rev. Bras. Saúde Prod. Anim.**, v.14, n.4, p.648-659, 2013.

REID, J.T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.11, n.7, p.2122-2133, 1961.

RIET-CORREA, B.; RIET-CORREA, G.; RIET-CORREA, F. Plantas que causam alterações mecânicas ou traumáticas em ruminantes e equinos, com ênfase em *Stipa* spp. (Gramineae). **Pesq. Vet. Bras.**, v.31, n.6, p.516-520, 2011.

SALEM, H.B.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, p.174-194, 2008.

SALUM, A.; HODES, G. S. Leveraging CDM to scale-up sustainable biogas production from sisal waste. **In Proceedings**, 2009. p.2431-2442.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v.2, p.32-45, 2006.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, p.1502-1510, 2011.

SANTOS, V.C.; et al. Desempenho e digestibilidade de componentes nutritivos de dietas contendo subprodutos de oleaginosas na alimentação de cordeiros. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1577-1586, 2014.

SILVA, O.R.R.F.; CARVALHO, O.S.; et al. Peneira rotativa CNPA: uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal. Campina Grande: Embrapa Algodão (Embrapa Algodão. **Boletim de Pesquisa**, 36), 1998.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. S. FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**. Champaign, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, F.N.C.; SILVA, T.C.; RIBEIRO, C.V.D.M. Sisal silage addition to feedlot sheep diets as a water and forage source. **Animal Feed Science and Technology**, v.235, p.120-127, 2018.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM-SAS. Version 9.1. Cary: SAS Institute, USA. 2006.

URBANO, S.A.; FERREIRA, M.A.; ANDRADE, R.P.X.; et al. Rendimento de Carcaça e Cortes Comerciais de Ovinos Alimentados com Casca de Mamona em Substituição ao Feno de Capim Tifton em Dietas a Base de Palma Forrageira. **Rev. Cient. Prod. Anim.**, v.13, n.1, p.105-110, 2011.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation on animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.

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

VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; et al. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutriente utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.141, p. 199-208. 2008.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca: Cornell University, v.61, p.176-185, 1999.

WITTEWER, F. Marcadores bioquímicos no controle de problemas metabólicos nutricionais em gado leiteiro. In: GONZÁLEZ, F. **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2018. 159 p.

YANG, W.Z.; BEAUCHEMIM, K.A.; RODES, L.A. Effects of grain processing, forage to concentrate ration, and forage particle size on rumen pH and digestion by dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.203-2216, 2001.

YANG, X.; CUSHMAN, J.C.; BORLAND, A.M.; et al. A roadmap for research on crassulacean acid metabolism (CAM) to enhance sustainable food and bioenergy production in a hotter, drier world. **New Phytologist**, v.207, p.491-504, 2015.

ZAMUDIO, D.M.; PINOS-RODRIGUEZ, J.M.; et al. Effects of Agave salmiana Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.148, p.1-11, 2009.

## **CAPÍTULO II**

---

### **CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CORDEIROS SOINGA ALIMENTADOS COM SILAGENS DE MUCILAGEM DE SISAL, COM E SEM ADITIVOS**

## **CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE DE CORDEIROS SOINGA ALIMENTADOS COM SILAGENS DE MUCILAGEM DE SISAL, COM E SEM ADITIVOS**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar as características qualitativas e quantitativas da carcaça e os parâmetros físico-químicos da carne de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos. Durante 60 dias, vinte e quatro cordeiros Soinga, de peso vivo inicial de  $19,11 \pm 3,41$ kg foram distribuídos, em delineamento inteiramente casualizado, em quatro tratamentos: 1) Controle (CON) com 450 g/kg de palma forrageira mais 150 g/kg de feno de Tifton; 2) dieta MUC com 450 g/kg de silagem de mucilagem de sisal sem aditivo mais 150 g/kg de feno de Tifton; 3) dieta MUCTRI com 450 g/kg de silagem de mucilagem de sisal com aditivo 1 (farelo de trigo) mais 150 g/kg de feno de Tifton e 4) dieta MUCMI com 450 g/kg de silagem de mucilagem de sisal com aditivo 2 (milho moído) mais 150 g/kg de feno de Tifton; que constituíam 600 g/kg da fração volumosa. 400 g/kg da fração concentrada foram constituídas dos ingredientes farelo de trigo, farelo de soja e milho moído em diferentes proporções mais sal mineral (15g/kg). Não houve diferença entre as dietas para peso corporal ao abate e ganho médio diário dos cordeiros com médias de  $32,38 \pm 3,44$  kg e 222 g/dia, respectivamente. O peso de carcaça quente (14,943 kg) e da carcaça fria (14,460 kg) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC foram menores ( $P=0,0148$  e  $P=0,0170$ , respectivamente) que daqueles da dieta CON, que tiveram peso de carcaça quente de 17,263 kg e de carcaça fria de 16,717 kg. Entre as medidas morfométricas houve diferença para a largura da garupa dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (21,8 cm) que foram menores ( $P=0,0252$ ) que daqueles da dieta CON (24,3 cm). Já a paleta e perna dos que consumiam a dieta MUC foram menores (1,368 kg) e (2,265 kg) que dos cordeiros da dieta CON, com pesos de 1,578 e 2,557 kg, respectivamente. O peso de perna resfriada dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (2,222 kg) foi menor ( $P=0,0247$ ) que daqueles da dieta CON, com peso de 2,530 kg. O total de músculos da perna dos cordeiros da dieta MUC 1,281 kg foi menor ( $P=0,0223$ )

que daqueles que consumiam a dieta CON (1,500 kg). As relações médias de músculo/osso e músculo/gordura da perna dos cordeiros foram de 3,9 e 2,8, respectivamente. As perdas por gotejamento foram maiores ( $P=0,0093$ ) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (1,5%) que naqueles da dieta CON (1,0%). Já a força de cisalhamento foi menor ( $P=0,0330$ ) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUC, com  $0,8 \text{ kgf/cm}^2$ , que naqueles da dieta CON ( $1,0 \text{ kgf/cm}^2$ ). Recomendam-se as silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, que proporcionaram características da carcaça e da carne dos cordeiros Soinga satisfatórias.

**Palavras-chave:** *Agave sisalana*, Ensilagem, Resíduo, Semiárido, Subproduto.

## **CHARACTERISTICS OF CARCASS AND MEAT OF SOINGA LAMBS FED WITH ENSILED SISAL MUCILAGE, WITH AND WITHOUT ADDITIVES**

### **ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the qualitative and quantitative characteristics of the carcass and the physicochemical parameters of the meat of Soinga lambs fed with sisal mucilage silages, with and without additives. During 60 days, twenty four Soinga lambs of initial weight of  $19.11 \pm 3.41$  kg were distributed in a completely randomized design in four treatments: 1) Control diet (CON) with 450 g/kg of spineless cactus plus 150 g/kg Tifton hay; 2) MUC diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage without additive plus 150 g/kg of Tifton hay; 3) MUCTRI diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage with additive 1 (wheat bran) plus 150 g/kg of Tifton hay and 4) MUCMI diet with 450 g/kg of sisal mucilage silage with additive 2 (ground corn) plus 150 g/kg of Tifton hay; which constituted 600 g/kg of the forage fraction. 400 g/kg of the concentrated fraction consisted of the ingredients wheat bran, soybean meal and ground corn in different proportions plus mineral salt (15g/kg). There were no differences between diets for body weight at slaughter and average daily gain of lambs with averages of  $32.38 \pm 3.44$  kg and 222 g / day, respectively. The warm carcass weight (14.943 kg) and the cold carcass (14.460 kg) of the lambs consuming the MUC diet were lower ( $P=0.0148$  and  $P=0.0170$ , respectively) than those of the CON diet, which had weight of hot carcass of 17.263 kg and of cold carcass of 16.717 kg. Among the morphometric measures, there was a difference in the width of the rump of the lambs that consumed the MUC diet (21.8 cm), which were smaller ( $P=0.0252$ ) than those of the CON diet (24.3 cm). The palette and leg of those who consumed the MUC diet were smaller (1.368 kg) and (2.265 kg) than the lambs of the CON diet, with weights of 1.578 and 2.557 kg, respectively. The cooled leg weight of lambs consuming the MUC diet (2.222 kg) was lower ( $P=0.0247$ ) than those of the CON diet weighing 2.530 kg. The total leg muscle of the diet lambs MUC 1.281 kg was lower ( $P=0.0223$ ) than those which consumed the CON diet (1.500 kg). The mean muscle / bone and muscle / leg fat ratio of the lambs were 3.9 and 2.8, respectively. Drip losses were higher ( $P=0.0093$ ) in the meat of lambs consuming the MUCTRI diet (1.5%) than

those of the CON diet (1.0%). The shear force was lower ( $P=0.0330$ ) in the lambs consuming the MUC diet, with  $0.8 \text{ kgf/cm}^2$ , than those of the CON diet ( $1.0 \text{ kgf/cm}^2$ ). Sisal mucilage silages, with and without additives, were recommended to provide carcass and meat characteristics of satisfactory Soinga lambs.

**Key words:** Agave sisalana, By-product, Residue, Semiarid, Silage.

## INTRODUÇÃO

O Brasil possui rebanhos da ordem de 214,9; 9,6 e 18 milhões de cabeças de bovinos, caprinos e ovinos e, deste quantitativo, a região Nordeste abriga 27,7; 8,9 e 11,5 milhões, que correspondem a 12,9; 93,1 e 63,9% do efetivo nacional, respectivamente (IBGE, 2017). O semiárido detém 14,2; 7,2 e 8,6 milhões de cabeças, o que representa 51,3; 80,5 e 74,8% do efetivo nordestino de bovinos, caprinos e ovinos, respectivamente (Medeiros, 2018). A base alimentar desses animais são as pastagens nativas e as pastagens cultivadas que, em períodos de seca, ocasionados pelas estiagens frequentes, têm diminuídas a produção de biomassa e a qualidade nutricional, afetando o desempenho produtivo e reprodutivo dos animais.

Para contornar estes problemas, a utilização de resíduos agrícolas na alimentação animal em substituição ou em associação a alimentos convencionais mais utilizados nestes sistemas, pode contribuir para melhor desempenho zootécnico, aliado a baixos custos e ao fomento à cadeia produtiva da carne na região.

O sisal (*Agave sisalana* Perrine) é cultivado para produção de fibras em muitas regiões áridas e semiáridas do mundo, devido à sua adaptação a ambientes secos e quentes (Iñiguez-Covarrubias et al., 2001; Zamudio et al., 2009) e que, segundo Yang et al. (2015), produz imensa quantidade de resíduos.

No processo de desfibramento do sisal, obtêm-se em torno de 5% de fibras secas e 95% de resíduo. Deste resíduo, tem-se a mucilagem (parênquima das folhas) com pouca ou nenhuma utilização pelos produtores de sisal e criadores de ruminantes (Mshandete et al., 2008; Muthangya et al., 2013).

Segundo dados da CONAB (2014), a produção brasileira de fibras de sisal, na safra de 2014, foi de 95,4 mil toneladas (5% do processo), que gerou em torno de 900 mil toneladas de resíduo (95% do processo) e, deste, poderia ter sido obtido em torno de 150 mil toneladas de mucilagem, praticamente toda desperdiçada nos sisalais.

A mucilagem do sisal ensilada pode ser destinada à alimentação animal na forma de silagem, sendo um produto de grande potencial e disponibilidade em regiões sisaleiras (Brandão et al., 2013; Souza et al., 2018). No entanto, o teor de umidade elevado da mucilagem pode prejudicar o processo de fermentação, diminuir o valor da silagem e o desempenho animal. Torna-se, portanto, necessário o uso de aditivos absorventes de

umidade para elevar a matéria seca da silagem para 300 a 350 g/kg (McDonald, 1991; Santos e Zanine, 2006).

Assim, os farelos de trigo, milho moído, apresentam-se como alternativas para facilitar a confecção e compactação no momento da ensilagem, diminuir as perdas por efluentes, melhorar o valor nutritivo das silagens e aumentar o tempo de estocagem.

Importante, também, ressaltar que ao incluir mucilagens de sisal ensiladas na dieta de cordeiros é necessário conhecimento quanto à composição química e balanço dos nutrientes dos alimentos a serem fornecidos na dieta, que influenciarão no crescimento e desenvolvimento animal e nas características quantitativas e qualitativas de carcaças e de carne (Hashimoto et al., 2012).

Durante o crescimento, o animal aumenta de tamanho e peso e sofre modificações nas proporções dos tecidos formados e depositados. Segundo Owens et al. (1993) a curva de crescimento de um animal, em condições normais, apresenta forma sigmoide com uma fase de aceleração que ocorre na pré-puberdade e outra de desaceleração na pós-puberdade. Segundo estes autores, os tecidos crescem e se desenvolvem em ondas de crescimento localizadas, nas quais cada tecido pode apresentar desenvolvimento precoce, médio ou tardio e a oferta de nutrientes na dieta deve ser sincronizada com este desenvolvimento para o aporte de crescimento satisfatório ao máximo.

Os músculos têm crescimento mais acelerado em animais jovens e a gordura em animais velhos. Já os ossos apresentam velocidade menor de crescimento que músculos e gorduras, assim o desenvolvimento do animal deve ser compreendido considerando os tecidos em conjunto e suas relações nas diferentes partes do corpo.

O crescimento e desenvolvimento máximo que um animal pode alcançar é devido à sua genética, que podem ser alterados por fatores ambientais, fisiológicos e, principalmente, nutricionais (Owens et al. 1993).

O conhecimento das características quantitativas e qualitativas das carcaças comercializadas para a indústria da carne é de fundamental importância na busca da melhoria da qualidade do produto final a ser oferecido ao consumidor. Vários fatores intrínsecos como idade, sexo, raça, cruzamento, peso ao nascer e peso ao abate e extrínsecos, como nível nutricional, época de nascimento, condição sanitária e manejo podem influenciar estas características, sendo os alimentos constituintes das dietas um

dos que mais interferem substancialmente nos parâmetros comumente avaliados em carcaças e carnes de ovinos (Osório et al., 2009; Casey e Webb, 2010).

Em animais de peso e idade semelhantes, a composição das carcaças é influenciada pela alimentação, pois o nível nutricional produz variações no crescimento ponderal do animal e, portanto, na composição tissular (osso, músculo e gordura) das carcaças (Gonzaga Neto et al., 2005). A carcaça considerada ideal para qualquer espécie é aquela com maior proporção muscular, menor proporção de osso quantidade de gordura adequada para atender o mercado consumidor.

Pesquisas sobre a influência de alimentos na qualidade da carcaça e carne de ovinos, em sistemas alternativos em condições de semiárido, como é o caso do uso da mucilagem do sisal ensilada, com e sem aditivos, são importantes.

Poucas são as pesquisas com resíduo em regiões semiáridas que, tradicionalmente, produzem sisal. Souza et al. (2018), em pesquisa com ovinos Santa Inês, confinados, verificaram que a mucilagem de sisal ensilada, em substituição ao feno de tifton, não afetou as características relacionadas à qualidade da carne.

Nos últimos anos o consumo de carne ovina vem aumentando, principalmente nos grandes centros urbanos em restaurantes, supermercados, frigoríficos e bares. Cada vez mais o consumidor procura por uma carne ovina que se destaque no sabor, maciez, cor e qualidade da gordura que a torne saudável. Sendo assim, segundo Oliveira et al. (2013a), as características de carcaça e qualidade da carne ovina têm sido estudadas utilizando-se raças brasileiras e grupos genéticos como o Soinga, devido às modificações de comportamento da população consumidora e a oferta de produtos “considerados saudáveis” tem estimulado pesquisas com manipulação da composição dos alimentos cárneos a partir da nutrição animal, especialmente com o uso de resíduos agrícolas.

Hipotetizou-se que a inclusão da mucilagem de sisal ensilada, com e sem aditivos, na proporção de 450 g/kg em dietas totais, podem maximizar o desempenho produtivo e as características quantitativas e qualitativas de carcaça e carne de cordeiros Soinga em áreas de restrições ou diminuição de uso da palma forrageira gigante no semiárido brasileiro.

Assim, o objetivo com esta pesquisa foi avaliar as características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros Soinga alimentados com dietas contendo 450 g/kg de silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Local e produção das silagens

O experimento teve duração de 60 dias de colheita de dados e amostras e 14 dias de adaptação às áreas experimentais e foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife-PE, Brasil, sendo a pesquisa aprovada pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE sob licença 103/2017.

A mucilagem fresca do sisal (resíduo do processo de desfibramento do sisal) foi obtida em propriedade particular, de produtor de sisal, durante o processo de extração das folhas do sisal, no Município de Barra de Santa Rosa-PB. Uma vez coletado, o resíduo foi colocado em uma peneira rotativa manual, desenvolvida pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária para separar a fibra residual remanescente do processo de desfibramento das folhas do sisal (Silva et al., 1998). Os aditivos e ingredientes: palma forrageira gigante (*Opuntia ficus-indica*, Mill.), feno de capim Tifton-85 (*Cynodon* spp.), milho moído (*Zea mays* L.), farelo de trigo (*Triticum sativum* L.) e farelo de soja (*Glycine max* L.) que constituíram as dietas foram adquiridas no comércio local.

As silagens de mucilagem de sisal, pura ou com aditivos (farelo de trigo ou milho moído), foram confeccionadas em tambores plásticos com capacidade de 200 kg, mantendo-se uma relação de 75:25 de silagem de mucilagem de sisal e aditivo, respectivamente, para as silagens aditivadas com farelo de trigo e milho moído, com base na matéria natural. Após compactação, os silos permaneceram fechados (no mínimo 35 dias de fermentação) até o momento de fornecimento aos cordeiros.

A palma forrageira foi processada em máquina trituradora. Já o feno e o milho foram triturados em máquina forrageira com peneira de crivo de 8 e 2 mm, respectivamente, para diminuir seletividade pelos animais quando misturados aos demais ingredientes na ração completa.

Na Tabela 1, verifica-se a composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Ingredientes	g/kg MN	g/kg MS									
	MS	MO	MM	PB	FDN	FDNcp	FDA	Lignina	EE	CT	CNF
Silagem SSA <sup>a</sup>	216,00	854,60	145,4	80,10	257,1	222,0	202,30	92,50	47,60	726,90	470,00
Silagem SCOT <sup>b</sup>	382,00	900,90	99,10	118,00	315,9	277,6	140,50	64,00	45,80	737,20	421,20
Silagem SCOM <sup>c</sup>	386,80	928,70	71,30	86,50	218,5	190,5	111,80	44,70	44,80	797,30	578,80
Feno de tifton	864,70	926,90	73,10	52,20	722,9	679,1	325,80	46,90	21,20	853,50	130,60
Palma forrageira	112,70	868,00	132,0	36,00	235,4	228,8	145,50	30,90	18,80	813,10	577,70
Farelo de soja	890,90	927,50	72,50	474,00	124,5	99,4	89,50	17,10	22,40	431,10	306,60
Farelo de trigo	883,90	956,20	43,80	150,00	394,9	348,0	119,10	45,80	44,90	761,40	366,50
Milho moído	892,30	983,70	16,30	88,70	131,5	108,0	29,60	9,50	44,20	850,90	719,40
Complexo mineral <sup>d</sup>	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

a= Silagem de mucilagem de sisal sem aditivo (SSA); b= Silagem de mucilagem de sisal com 25% de farelo de trigo (SCOT); c= Silagem de mucilagem de sisal com 25% de milho moído (SCOM); d= 1000 g contém: Ca, 173 g/kg; P, 30 g/kg; Na, 148 g/kg; Mg, 70 g/kg; Fe, 2200 mg/kg; Co, 140 mg/kg; Mn, 3690 mg/kg; Zn, 4700 mg/kg; I, 61 mg/kg; Se, 45 mg/kg; S, 12 g/kg; F, 700 mg/kg e veículo q.s.p. 1000 g; MN, matéria natural; MS, matéria seca; MO, matéria orgânica; MM, matéria mineral; PB, proteína bruta; FDN, fibra em detergente neutro; FDA, fibra em detergente ácido; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigido por cinzas e proteína; FDA, fibra em detergente ácido; EE, extrato etéreo; CT, carboidratos totais; CNF, carboidratos não fibrosos.

### **Dietas experimentais e manejo dos animais**

As dietas foram formuladas com base nas exigências nutricionais para cordeiros de 30 kg de peso vivo e ganho de peso de 200 g/dia (NRC, 2007), na proporção de 60:40 volumoso:concentrado na MS. As quantidades e a composição química das dietas experimentais encontram-se na Tabela 2.

Foram utilizados 24 cordeiros Soinga, de sexo masculino, inteiros, com idade inicial de cinco meses e peso vivo inicial de  $19,11 \pm 3,41$  kg, os quais foram desverminados, suplementados com vitaminas ADE e confinados em baias individuais, medindo 1,0 m X 1,2 m, cobertas com telha de cerâmica e piso suspenso e ripado, com acesso a comedouros e bebedouros individuais.

Os animais foram pesados no início do experimento, após os 14 dias de adaptação e ao final de 60 dias do experimento e foram alimentados à vontade, duas vezes ao dia (8h e 15h), ajustando-se sobre diária de 15% do ofertado. Foram feitas anotações diárias, tanto da quantidade de ração fornecida quanto das sobras, para cada animal, visando ajustes do ofertado e cálculo de MS e nutrientes, além de amostragem semanal dos ingredientes e sobras, as quais foram congeladas para posteriores análises laboratoriais.

### **Análises bromatológicas, consumo e desempenho animal**

Amostras de ingredientes das dietas e de sobras coletadas foram identificadas e armazenadas a  $-18^{\circ}\text{C}$ . Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a  $55^{\circ}\text{C}$  durante 72 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo de 1 mm para análises dos teores de matéria seca (MS) (método 930.15), proteína bruta (PB) (método 968.06) e extrato etéreo (EE) (método 954.05), segundo a AOAC (2012).

Tabela 2. Proporção de ingredientes e composição química das dietas.

Ingrediente (g/kg MS)	Tratamentos <sup>a</sup>			
	Controle (CON)	MUC	MUCTRI	MUCMI
Silagem SSA	0	450	0	0
Silagem SCOT	0	0	450	0
Silagem SCOM	0	0	0	450
Feno de tifton	150	150	150	150
Palma forrageira	450	0	0	0
Farelo de soja	200	130	80	120
Farelo de trigo	25	95	85	85
Milho moído	160	160	220	180
Complexo mineral <sup>b</sup>	15	15	15	15
<b>Total</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>	<b>1000</b>
<b>Composição química</b>				
Matéria seca (g/kg de MN)	216,80	369,70	555,80	560,40
Matéria orgânica (g/kg de MS)	896,60	893,00	916,50	926,70
Matéria mineral (g/kg de MS)	103,40	107,00	84,00	73,30
Proteína bruta (g/kg de MS)	136,80	133,90	131,10	132,40
Extrato etéreo (g/kg de MS)	24,30	39,00	39,00	37,80
Fibra em detergente neutro (g/kg de MS)	270,20	299,00	323,00	278,90
Fibra em detergente neutro corrigida por cinza e proteína (g/kg de MS)	250,70	265,00	288,00	248,50
Fibra em detergente ácido (g/kg de MS)	140,00	167,60	135,90	125,40
Lignina (g/kg de MS)	27,00	56,70	43,00	34,80
Carboidratos totais (g/kg de MS)	735,30	720,00	746,00	756,40
Carboidratos não fibrosos (g/kg de MS)	465,20	421,00	423,00	477,50
Nutrientes digestíveis totais (g/kg de MS)	673,20	624,60	651,20	705,90

a- CON= dieta controle com 450 g/kg MS de palma forrageira; MUC= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal sem aditivo (SSA); MUCTRI= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal com farelo de trigo (SCOT); MUCMI= dieta com 450 g/kg MS de silagem de mucilagem de sisal com milho moído (SCOM); b= 1000 g contém: Ca, 173 g/kg; P, 30 g/kg; Na, 148 g/kg; Mg, 70 g/kg; Fe, 2200 mg/kg; Co, 140 mg/kg; Mn, 3690 mg/kg; Zn, 4700 mg/kg; I, 61 mg/kg; Se, 45 mg/kg; S, 12 g/kg; F, 700 mg/kg e veículo q.s.p. 1000 g.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados segundo Weiss (1999), pelas seguintes equações:  $CNDT (kg) = (PB \text{ digestível}) + (2,25 * EE \text{ digestível}) + (CNF \text{ digestível}) + (FDN \text{ digestível})$ , onde:  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNFD = (CNF \text{ ingerido} - CNF \text{ fezes})$ ;  $FDND = (FDN \text{ ingerida} - FDN \text{ fezes})$ .  $NDT (\%) = [(Consumo \text{ de } NDT / Consumo \text{ de } MS) \times 100]$ .

Para a estimativa de consumo de EM (Energia Metabolizável), inicialmente quantificou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED (NRC, 1996).

As variáveis de desempenho avaliadas foram o consumo médio diário de matéria seca (CMS) e seus constituintes, determinados a partir da diferença entre a quantidade oferecida e a sobras e ganho de peso médio diário (GMD) obtido pela relação da diferença de peso final e inicial e pelo número de dias em confinamento (60 dias).

### **Análises das características da carcaça e da carne**

Após 60 dias do experimento, os animais foram submetidos a um jejum de sólidos por 16 horas para o procedimento de abate. Decorrido este tempo, foram novamente pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA).

Os procedimentos de abate foram realizados de acordo com as normas vigentes do RIISPOA (Brasil, 2000). Os procedimentos de abate foram iniciados com a insensibilização dos animais por eletronarcose (220 V por 10 s), que em seguida foram sangrados por cisão na carótida e jugular com imediato recolhimento do sangue em balde identificado e posteriormente pesado. Após a esfola e evisceração, foram retiradas e pesadas a cabeça (secção das articulações atlanto-occipital) e as patas (secção nas articulações carpo-metacarpianas e tarso-metatarsianas). Após esse procedimento, a carcaça foi pesada e considerada como peso de carcaça quente (PCQ), incluindo os rins e a gordura pélvico-renal. Após evisceração, foi obtido o pH da carcaça à zero hora, utilizando potenciômetro com eletrodo de inserção no músculo *Semimembranosus*.

O TGI (rúmen/retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso de trato gastrointestinal vazio (TGIVZ). A bexiga e vesícula biliar também foram esvaziadas e lavadas. O peso de corpo vazio (PCVZ) foi determinado conforme a equação  $PCVZ = PCA - [(TGI - TGIVZ) + urina + suco \text{ biliar}]$  e o rendimento verdadeiro obtido através da fórmula:  $RV (\%) = (PCQ / PCVZ) * 100$ .

Após a obtenção do peso de carcaça quente (PCQ), as carcaças foram conduzidas à câmara fria e suspensas pelos tendões calcâneo comum, onde permaneceram por 24 horas a uma temperatura média de 4°C, para a obtenção do peso da carcaça fria (PCF) e pH 24 horas *post mortem*, no músculo *Semimembranosus*, com o auxílio de pHmetro com eletrodo de inserção.

Ainda suspensas, após resfriamento, realizaram-se medidas morfométricas de comprimento interno e externo de carcaça, largura, profundidade e perímetro do tórax, perímetro e largura de garupa e comprimento e perímetro de perna, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007). O grau de acabamento e conformação das carcaças foram avaliados, subjetivamente, mediante apreciação visual, utilizando-se uma escala de cinco pontos para grau de acabamento e de três pontos para a gordura perirrenal. A determinação do índice de compacidade da carcaça (ICC) seguiu escala proposta por Cezar e Sousa (2007), na qual o ICC é obtido pela fórmula  $ICC \text{ (kg/cm)} = PCF/\text{comprimento interno de carcaça}$ ; e o índice de compacidade da perna (ICP), através da relação entre a largura da garupa e o comprimento da perna. Em seguida, foram obtidos, ainda, o rendimento de carcaça fria (RCF) em % =  $(PCF/PCA) \times 100$ , rendimento da carcaça quente (RCQ) em % =  $(PCQ/PCA) \times 100$  e as perdas por resfriamento (PR) em % =  $(PCQ-PCF)/PCQ \times 100$ , segundo (Cezar e Sousa, 2007).

Após refrigeração, as carcaças foram seccionadas ao meio, em dois antímeros, e as meia carcaças seccionadas em seis regiões anatômicas, conhecidas como “cortes comerciais ou regionais”, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007): pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna.

Na meia carcaça esquerda foi realizado um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo a secção transversal do músculo *Longissimus dorsi*, cuja área foi tracejada, por meio de marcador permanente sobre uma película plástica transparente, para determinação da área de olho-de-lombo (AOL). A AOL foi obtida a partir da média de três leituras realizadas em planímetro digital (HAFF®, modelo Digiplan) (Silva Sobrinho e Osório, 2008). Ainda no músculo *Longissimus dorsi*, com o auxílio de um paquímetro digital, foi obtida a espessura de gordura subcutânea (EGS) sobre a secção do músculo (entre a última vértebra torácica e primeira lombar).

Após os cortes, a perna esquerda da meia-carcaça foi identificada e acondicionada a vácuo em saco de polietileno de alta densidade e congelada a -18°C para posterior avaliação da composição tecidual. A perna foi descongelada gradativamente e

armazenada à temperatura de aproximadamente 4°C durante 24 horas (Cezar e Souza, 2007).

Com auxílio de bisturi e pinça foram separados os grupos tissulares: gordura subcutânea, gordura intermuscular (gordura localizada abaixo da fáscia profunda, associada aos músculos), músculo (peso dos músculos dissecados após remoção completa de toda gordura intermuscular aderida), osso (peso dos ossos da perna) e outros tecidos (todos os tecidos não identificados: tendões, glândulas, nervos e vasos sanguíneos). A partir dessa dissecação, foram obtidos os pesos e rendimento dos tecidos, sendo a porcentagem dos componentes teciduais calculada em relação ao peso reconstituído do pernil, as relações músculo/osso, músculo/gordura e gordura subcutânea/gordura intermuscular (GS/GI).

Realizou-se a dissecação dos cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) no qual tais músculos foram retirados e pesados para a determinação do Índice de Musculosidade da Perna (IMP) a partir da fórmula:  $IMP = \sqrt{(P5M/CF)} / CF$ , na qual o P5M representa o peso dos cinco músculos (g) e CF o comprimento do fêmur (cm), segundo Purchas et al. (1991).

Em seguida, os lombos esquerdos das carcaças dos ovinos foram embalados a vácuo e congelados a -18°C para a realização da análise qualitativa da carne. Os lombos foram dissecados para a obtenção do músculo *Longissimus lomborum*. Do músculo, foram retirados duas amostras (bifes), ambas com 2,54 cm de espessura, sendo uma delas utilizada para a avaliação da cor e outra para as demais análises.

A avaliação da coloração foi realizada no músculo *Longissimus lomborum*, após padronização dos cortes em uma espessura de no mínimo 2,54 cm (bifes), seguida de exposição ao ar por 50 minutos em ambiente refrigerado (4°C) a partir de três medições em diferentes pontos do músculo, utilizando-se os valores médios para representação da coloração, segundo a metodologia de Ramos e Gomide (2007). As medições foram realizadas com auxílio de um colorímetro (KONICA MINOLTA, modelo CR-400), operado no sistema CIELAB (L\*, a\*, b\*), sendo L\* a luminosidade, variável do preto (0%) ao branco (100%), a\* intensidade da cor vermelha, variável do vermelho (+a) ao verde (-a), e b\* a intensidade da cor amarela, variável do amarelo (+b) ao azul (-b), Iluminante C, observador 2°.

As perdas por cocção (PPC) e força de cisalhamento (FC) foram realizadas segundo metodologia descrita por Wheeler et al. (1995). As amostras foram descongeladas durante 24 horas, sob refrigeração (4°C), e cortadas em bifes de 2,54 cm de espessura. Em seguida, os bifes foram assados em forno pré-aquecido à temperatura de 200°C, até atingir 71°C no centro geométrico, sendo a temperatura monitorada através de TERMOPAR do tipo K, acoplado a um leitor de temperatura, termômetro especializado para cocção de carne (Acurite®). As perdas na cocção foram calculadas pela diferença de peso das amostras antes e depois da cocção em porcentagem.

Para determinação da força de cisalhamento das amostras cozidas remanescentes do procedimento de determinação de perdas na cocção, foram retiradas pelo menos três amostras cilíndricas, com um vazador de 1,27 cm de diâmetro, no sentido longitudinal da fibra. A força necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi medida com equipamento *Warner-Bratzler Shear Force* (G-R MANUFACTURING CO, Modelo 3000) com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20 cm/min. A média das forças de cisalhamento de cada cilindro foi utilizada para representar o valor da maciez da amostra em kgf.

A composição química da carne foi realizada no músculo *Semimembranosus*, que foi triturado e homogeneizado em liquidificador para obtenção de aspecto pastoso e, em seguida, liofilizado para determinações de umidade, PB (método 968.06) e MM (cinzas) (método 942.05), segundo AOAC (2012). O extrato lipídico para determinar os lipídeos totais (LT) foi obtido segundo o método de extração descrito por Folch et al. (1957).

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

Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições, sendo o peso vivo inicial utilizado como covariável. O modelo utilizado foi  $Y_{ijk} = \mu + T_i + \beta (X_{ij} - X) + e_{ij}$ , em que  $Y_{ijk}$  = variável dependente observada,  $\mu$  = média geral,  $T_i$  = efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1$  a  $4$ ),  $\beta (X_{ij} - X)$  = efeito covariável (peso inicial) e  $e_{ij}$  = erro experimental, sendo os resultados submetidos à análise de variância com auxílio do procedimento GLM do SAS (Statistical Analysis System, 2006). Foram utilizados o teste de Dunnett e contrastes ortogonais ao nível de 5% de probabilidade. Os contrastes foram: C1, dieta controle (CON) vs (MUC+MUCTRI+MUCMI), C2, MUC vs (MUCTRI+MUCMI) e C3, MUCTRI vs MUCMI.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Desempenho animal

O consumo de matéria seca (CMS) dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI com valores de 1083 g/dia foi menor ( $P=0,0438$ ) que dos cordeiros que consumiam a dieta CON, que tiveram valores de 1276 g/dia (Tabela 3). Entre as dietas com silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se menor CMS ( $P=0,0172$ ) dos cordeiros que consumiam a dieta MUCMI que aqueles que consumiam a dieta MUCTRI (1238 g/dia).

Estes resultados ocorreram porque o CMS das dietas não foi limitado pelo enchimento físico do trato gastrointestinal, nem controlado pelo atendimento da demanda energética dos cordeiros (Van Soest, 1994; Fontenele et al., 2011), mas por fatores fisiológicos em dietas com digestibilidade da matéria seca acima de 660 g/kg, segundo Conrad et al. (1964) e Van Soest (1994).

Os cordeiros tiveram média geral de CMS de 1201 g/dia, semelhante ao estimado pelo AFRC (1993), que preconiza CMS de 1200 g/dia e ao NRC (2007) com média de 1090 g/dia, para ovinos de 30 kg de peso corporal e ganho de peso estimado em 200 g/dia.

O consumo de proteína bruta (CPB) dos cordeiros da dieta MUCMI (141 g/dia) foi menor ( $P=0,0169$ ) que daqueles da dieta CON (175 g/dia). Já entre as silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se menor CPB ( $P=0,0232$ ) dos cordeiros da dieta MUCMI que daqueles da dieta MUCTRI (162 g/dia), devido ao menor CMS dos que consumiam a dieta MUCMI e também pela menor aceitabilidade desta dieta, visto que as sobras dos cordeiros da dieta MUCMI foram de 21,6%, enquanto que na dieta CON foram de 14,2% e na dieta MUCTRI, 18,7%, do ofertado.

A média geral de 159 g/dia de CPB pelos cordeiros desta pesquisa foi maior que aquela preconizada pelo AFRC (1993) e pelo NRC (2007), que recomendam CPB de 143,75 e 125 g/dia para ovinos não castrados, de 30 kg de peso corporal e ganho de 200 g/dia, respectivamente.

Tabela 3. Consumo de matéria seca e seus constituintes por cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
CMS (g/dia)	1276	1208	1238	1083*	10405,	0,0438	0,1531	0,2476	0,0172
CPB (g/dia)	175	159	162	141*	207,94	0,0169	0,0229	0,2007	0,0232
CEE (g/dia)	30	49*	44*	41*	19,233	<,0001	<,0001	0,0058	0,2340
CEM (Mcal EM/dia)	2,500	2,250*	2,360*	2,580	0,0060	<,0001	0,0183	<,0001	0,0002
PCI (kg)	19,93 ±4,19	18,44 ±3,36	18,91 ±3,61	19,19 ±3,54	-	-	-	-	-
PCA (kg)	33,48 ±2,88	30,26 ±4,16	33,00 ±3,57	32,82 ±3,28	2,7395	0,0981	0,5127	0,0202	0,6577
GMD (g/dia)	226	200	235	227	0,0008	0,0981	0,5127	0,0202	0,6577

a= CMS, consumo de matéria seca; CPB, consumo de proteína bruta; CEE, consumo de extrato etéreo; CEM, consumo de energia metabolizável estimada; PCI, peso corporal inicial; PCA, peso corporal ao abate; GMD, ganho de peso médio diário; b= Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI. Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Santos et al. (2011) obtiveram CPB de 139,8 a 168,1 g/dia em ovinos SPRD alimentados com mucilagens de sisal ensiladas, com e sem aditivos, enquanto Souza et al. (2018) obtiveram CPB de 180 a 222 g/dia em ovinos Santa Inês alimentados com dietas à base de mucilagem de sisal ensilada, sem aditivo, em substituição total ao feno de Tifton.

O consumo de extrato etéreo (CEE) dos cordeiros das dietas MUC (49 g/dia), MUCTRI (44 g/dia) e MUCMI (41 g/dia) foram menores ( $P < 0,001$ ) que o CEE daqueles da dieta CON (30 g/dia). Entre as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que o CEE foi maior ( $P = 0,0058$ ) pelos cordeiros da dieta MUC que a média de 43 g/dia daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI, em função da composição das dietas em extrato etéreo. A quantidade de EE não deve superar 60 g/kg na MS (Palmquist, 1988).

Observa-se, na Tabela 3, que o consumo de energia metabolizável (CEM) dos cordeiros da dieta MUC (2,250 Mcal/dia) foi menor ( $P < 0,0001$ ) que daqueles da dieta CON, que tiveram CEM de 2,500 Mcal/dia e ainda foi menor ( $P < 0,0001$ ), também, que a média (2,470 Mcal/dia) do CEM dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI (C2). Já no contraste C3, verifica-se que o CEM dos cordeiros da dieta MUCTRI (2,360 Mcal/dia) foi menor ( $P = 0,0002$ ) que dos cordeiros da dieta MUCMI (2,580 Mcal/dia), resultado que ocorreu em função da composição das dietas em CT, CNF e NDT, pois a energia é oriunda de compostos orgânicos como as frações fibrosas e não fibrosas dos alimentos, além do CMS e destes constituintes citados acima, que têm relação com a energia das dietas (Cunha et al., 2008).

O CEM médio de 2,424 Mcal/dia pelos cordeiros Soinga deste estudo foi aquém do que é preconizado pelo AFRC (1993), que recomenda 3,150 Mcal/dia para ovinos não castrados, de peso corporal de 30 kg para ganho de 200 g/dia e pelo NRC (2007), que preconiza 3,040 Mcal/dia para ovinos da mesma categoria e estimativa de ganho de peso corporal, constatando a importância de se estimarem as exigências nutricionais em energia para cordeiros nativos ou adaptados à realidade do semiárido brasileiro.

Verifica-se, na Tabela 3, que não houve diferença entre as dietas com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos e a dieta CON ( $P = 0,0981$ ) para peso corporal ao abate (PCA) e ganho médio diário (GMD) dos cordeiros com médias gerais de  $32,38 \pm 3,44$  kg e 222 g/dia, respectivamente. Já entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que o GMD de 200 g/dia dos cordeiros que consumiam a

dieta MUC foi menor ( $P=0,0202$ ) que a média de 231 g/dia daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI.

A média geral de GMD dos cordeiros foi superior ao GMD de 200 g/dia para cordeiros de 30 kg de peso corporal estimado para este estudo, demonstrando que o GMD ocorreu devido ao suprimento dos requisitos nutricionais para manutenção e desempenho produtivo dos cordeiros Soinga.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Santos et al. (2011), que verificaram GMD de 183,6 a 229 g em ovinos SPRD e por Souza et al. (2018), que observaram GMD de 216 g em ovinos Santa Inês.

Houve diferença ( $P=0,0148$  e  $P=0,0170$ , respectivamente) para peso de carcaça quente (PCQ) e peso de carcaça fria (PCF). Os PCQ (14,943 kg) e PCF (14,460 kg) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC foram menores que daqueles que consumiam a dieta COM, que tiveram PCQ de 17,263 kg e PCF de 16,717 kg. Verifica-se, ainda, diferença ( $P=0,0047$  e  $P=0,0064$ , respectivamente) entre a dieta MUC vs MUCTRI+MUCMI (C2), a qual demonstra que os cordeiros da dieta MUC tiveram valores destas mesmas variáveis menores que a média de 16,66 kg para PCQ e 16,07 kg para PCF dos cordeiros que consumiam as dietas MUCTRI+MUCMI (Tabela 4).

Pode-se deduzir que as diferenças mencionadas anteriormente foram devido ao menor CMS, CPB e CEM dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (2,250 Mcal EM/dia) que daqueles da dieta CON (2,500 Mcal EM/dia). Fato verificado, também, entre os cordeiros da dieta MUC e a média daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI (C2). Além disso, as correlações entre CMS, CPB e CEM e as variáveis PCQ (68, 64 e 54%, respectivamente) e PCF (69, 66 e 52, respectivamente) são medianas e positivas.

Raças de grande porte depositam tecidos corporais mais lentamente que raças de pequeno porte, pois as primeiras são mais tardias. Assim, carcaças de pesos semelhantes podem apresentar composição corporal e tecidual diferentes.

O conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) dos cordeiros da dieta MUCTRI (7,379 kg) foi mais pesado ( $P=0,0183$ ) que dos cordeiros que consumiam dieta CON (6,808 kg).

Verifica-se, ainda, que o CTGI dos cordeiros da dieta MUC (6,324 kg) foi menor ( $P=0,0286$ ) que a média de 6,852 kg do CTGI dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI (C2). Entre as dietas com mucilagens aditivadas (C3), verifica-se que o CTGI dos cordeiros da dieta MUCTRI também foi maior que daqueles que consumiam a dieta MUCMI ( $P=0,0264$ ).

Tabela 4. Características da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
PCQ (kg)	17,263	14,943*	16,397	16,924	0,7918	0,0148	0,1094	0,0047	0,4578
PCF (kg)	16,717	14,460*	15,793	16,344	0,7395	0,0170	0,0959	0,0064	0,4182
CTGI (kg)	6,808	6,324	7,379*	6,703	0,2475	0,0183	0,4169	0,0286	0,0264
PCVZ (kg)	26,676	23,939	25,651	26,113	1,7983	0,1262	0,2722	0,0363	0,7368
RCQ (%)	52,0	49,3*	49,7	51,6	2,0377	0,0178	0,0493	0,0708	0,0383
RCF (%)	50	47,7*	47,8*	49,8	1,5108	0,0061	0,0210	0,0818	0,0141
PR (%)	3,2	3,3	3,8	3,4	0,8028	0,7302	0,6384	0,4132	0,5839
RV (%)	64,8	62,3	64	64,8	4,7581	0,2068	0,3214	0,0730	0,5294
EGS (mm)	1,227	1,022	1,255	1,066	0,0496	0,2126	0,2692	0,2204	0,1836
AOL (cm <sup>2</sup> )	11,1	10,5	10,3	11,5	1,6844	0,3401	0,4628	0,4517	0,1343
pH 0 hora	6,67	6,65	6,66	6,68	0,0201	0,9705	0,8772	0,7154	0,7772
pH 24 horas	5,61	5,59	5,60	5,58	0,0021	0,8618	0,5617	0,8819	0,5315

a= PCQ, peso da carcaça quente; PCF, peso da carcaça fria; PCVZ, peso do corpo vazio; CTGI, conteúdo trato gastrointestinal; RCQ, rendimento de carcaça quente; RCF, rendimento de carcaça fria; PR, perdas por resfriamento; RV, rendimento verdadeiro; EGS, Espessura de gordura subcutânea; AOL, área do olho do lombo; b= EPM, Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

A diferença registrada para o conteúdo gastrointestinal ocorreu, provavelmente, pela capacidade física de enchimento que o rúmen apresenta com relação direta com o tamanho do animal, ou seja, à medida que o animal aumenta de tamanho, aumenta o rúmen na mesma proporção (Van Soest, 1994). Assim, verifica-se que, embora numericamente para algumas variáveis, os cordeiros que consumiam a dieta MUC tinham menores PCA, PCQ, PCF, RCQ, RCF, RV e menor GMD que a média daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI e, também, dos cordeiros da dieta MUC em relação àqueles da dieta CON, além das correlações entre PCA e CTGI serem altas e positivas, próximas a 89%.

A média geral de peso corporal vazio (PCVZ) foi de 25,595 kg. O PCVZ dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (23,939 kg) foi menor ( $P=0,0363$ ) que a média dos cordeiros da dieta MUCTRI+MUCMI (C2) em função de menores PCA, PCQ, PCF e CTGI da dieta MUC.

Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC e MUCTRI foram menores ( $P=0,0178$  e  $P=0,061$ , respectivamente) que daqueles da dieta CON, em função da menor energia contida nestas dietas e do menor CEM das mesmas pelos cordeiros, além de menores PCA, PCQ e PCF. Os menores teores de energia nas dietas e o CEM influenciam as taxas de crescimento e deposição de tecidos corporais e podem modificar as características de carcaça e carne.

Os valores de RCQ (51%) e RCF (49,3%) deste estudo foram superiores àqueles obtidos por Pinto et al. (2011) em ovinos Santa Inês alimentados com vários níveis de palma forrageira (46,5 e 44,7%, respectivamente) e Costa et al. (2011) em ovinos Morada Nova alimentados com refugos de melão em substituição ao milho moído (45 e 42,5%, respectivamente). Estas variáveis sofrem influência da genética animal, raça, idade, sistema de produção e, principalmente, do tipo de dieta e seus ingredientes constituintes.

As médias de perdas por resfriamento (PR) das carcaças foram de 3,4% e estão de acordo com as PR preconizadas por Silva Sobrinho (2001), que preconizam que em ovinos devem ficar entre 1 a 7%, dependendo da uniformidade da cobertura de gordura, maturidade animal, temperatura e umidade da câmara fria. É uma importante avaliação, pois está relacionada com importantes características qualitativas da carne, como a suculência e a maciez

Segundo Cartaxo et al. (2011), as PR podem ocorrer devido à distribuição desuniforme de gordura de acabamento e isto pode levar à maior exposição da

musculatura ao ambiente, permitindo evaporação da água do músculo, levando-o ao ressecamento e tornando a carcaça encolhida pelo frio.

Estes resultados foram semelhantes aos obtidos por Andrade et al. (2016) em ovinos, sem padrão racial definido, alimentados com palma forrageira *in natura* ou desidratada, em substituição ao feno de Tifton e Oliveira et al. (2013b), que encontraram médias de 3,5% para as PR. Em outra pesquisa, Oliveira et al. (2018) obtiveram perdas menores que 3,0% em ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.

O rendimento verdadeiro (RV) é um índice muito mais importante que o RCQ e RCF porque é subtraído o CTGI do PCA e está correlacionado com o PCVZ. Não houve diferenças entre tratamentos para o rendimento verdadeiro (RV) em percentual, ( $P=0,2068$ ) com média geral de 64%. Estes resultados foram superiores aos preconizados por Sañudo e Sierra (1986), os quais afirmam que o rendimento de carcaça ovina varia de 40 a 60%, dependendo da genética animal e da raça, dos cruzamentos genéticos, do sistema de criação e dos níveis de produção.

Estes resultados foram, ainda, superiores àqueles encontrados por Pinto et al. (2011), que, avaliando o rendimento de carcaças de ovinos Santa Inês alimentados com vários níveis de palma forrageira, verificaram RV de aproximadamente 52,7%. Esses percentuais demonstram o potencial das dietas com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, e dos ovinos Soinga para a produção de carne.

Não houve influência das dietas para espessura de gordura subcutânea (EGS), Área de olho-de-lombo (AOL), pH (0 hora) e pH (24 horas) dos cordeiros ( $P=0,2692$ ;  $P=0,4628$ ;  $P=0,8772$  e  $P=0,5617$ , respectivamente) (Tabela 4).

A média de EGS geral dos ovinos Soinga foi de 1,142 mm. Sabe-se que a EGS pode ser influenciada pela idade do animal (animais jovens tendem a ter menor EGS que animais velhos), raça, sexo e taxa de ganho de peso diária. A espessura de gordura subcutânea maior favorece ao incremento da gordura intermuscular (marmoreio), pois as mesmas têm uma correlação positiva e podem influenciar na maciez da carne (Rota et al., 2006). Segundo Silva Sobrinho e Osório (2008), valores ideais para EGS em carcaça de ovinos estão entre 2 a 5 mm.

A AOL segue a tendência do peso corporal e, por conseguinte, dos pesos e rendimentos das carcaças, pois é uma variável utilizada na predição da quantidade de musculabilidade da carcaça devido ao fato de o lombo ser de fácil mensuração e ter

maturidade tardia. Sendo assim, carcaças com pesos maiores tendem a possuir AOL maiores e indicam maiores quantidades de carne vendável nas carcaças, pois têm correlações positivas entre essas variáveis (Fernandes Júnior et al., 2013), tornando-se uma característica de grande interesse do ponto de vista econômico.

A média geral de área de olho-de-lombo (AOL) dos cordeiros Soinga foi de 10,82 cm<sup>2</sup>, compatível com carcaças de boa qualidade. A AOL é correlacionada com a musculabilidade de carcaça, sendo, portanto, importante para a avaliação da qualidade e rendimento de carcaças (Hashimoto et al., 2012). Observa-se que a mesma foi, ainda, inferior àquelas verificadas por outros autores para raças deslanadas, que parece ser uma característica inerente ao Soinga enquanto grupamento genético que, provavelmente, têm acabamento inferior que ovinos Santa Inês, demonstrando que os cordeiros Soinga cresceram bem mas tiveram desenvolvimento insuficiente para maior aporte de carne. Os cordeiros tiveram menores AOL que os valores encontrados por Souza et al. (2018) em ovinos Santa Inês alimentados com dietas à base de mucilagem de sisal ensilada, sem aditivo, em substituição total ao feno de Tifton, que foram de 13,8 cm<sup>2</sup>.

No animal vivo o pH varia de 7.3 a 7.5 (Zeola et al., 2002). Já o pH final fica entre 5.5 e 5.8 de 12 a 24 horas após o abate (Silva Sobrinho, 2005; Teixeira et al., 2005). Essa queda de pH em 24 horas pós-abate foi adequada para o processo de maturação das carnes, indicando que os ovinos estavam em condições fisiológicas ótimas e não sofreram estresse pré-abate. Segundo Cezar e Sousa (2007), o tipo de fibra muscular dominante influencia no pH final da carne de cordeiros pois tem relação com o teor de glicogênio acumulado no músculo. Assim, quanto maior o teor de glicogênio, mais baixo será o pH do músculo. Músculos ricos em fibras vermelhas, de contração lenta, possuem baixo teor de glicogênio, resultando em pH final elevado, normalmente acima de 6,3; já músculos intermediários, de contração rápida, possuem alto teor de glicogênio, resultando em pH final baixo, normalmente próximo de 5,5.

A média geral de pH inicial (0 hora) foi de 6,7, enquanto a média geral de pH às 24 horas foi de 5,6 (Tabela 4). Esses valores de pH indicam que outros parâmetros de qualidade da carne, como maciez, cor, perdas por cocção, força de cisalhamento (maciez) e vida de prateleira da carne dos cordeiros Soinga demonstraram bons resultados devido à pouca atividade da calpaína e catepsina que ocorrem em valores elevados de pH, caracterizando-as como excelente e contribuindo para melhor apresentação do produto final ao mercado consumidor.

Os resultados desta pesquisa corroboram com os resultados obtidos por Souza et al. (2018) em ovinos Santa Inês, que verificaram pH de 5,7.

### **Medidas morfométricas**

As medidas morfométricas são importantes ferramentas para avaliações de grupos genéticos e definição de porte e aptidão dos animais e, também, na avaliação de carcaças quando as avaliações são tomadas correlacionadas com os parâmetros de carcaças. O grupamento genético Soinga tem poucas informações acerca de suas medidas morfométricas, de carcaças e cortes. Por isso, torna-se aplicável as informações destas medidas.

As medidas de comprimento externo e interno (cm) das carcaças dos cordeiros Soinga não foram influenciadas pelas dietas experimentais com médias de 47,8 e 56,9 cm, respectivamente. As correlações entre o comprimento interno e os pesos PCA, PCQ e PCF foram medianos e positivos, com percentuais de 52, 50 e 50%, respectivamente.

Entre as medidas torácicas, também não houve influência das dietas experimentais com médias gerais de 24,3; 265 e 63,2 cm para largura, profundidade e perímetro do tórax (cm), respectivamente. A largura do tórax demonstrou correlações de 49, 53 e 53% com PCA, PCQ e PCF, respectivamente. Já as correlações entre profundidade do tórax foram alta e positiva, com percentuais de 87, 82 e 82%, respectivamente, para estas mesmas variáveis. Estas correlações demonstram que, à medida que o peso animal aumenta, aumentam os valores de largura e profundidade do tórax (Tabela 5).

As dietas não influenciaram o perímetro da garupa, com média geral de 56,1 cm. Já a largura da garupa dos cordeiros que consumiam a dieta MUC (21,8 cm) foi menor que daqueles da dieta CON (24,3 cm) e menor ainda ( $P=0,0053$ ) que a média de 24,1 cm dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI (C2), indicando que os cordeiros da dieta MUC se desenvolveram menos, pois cordeiros mais desenvolvidos tendem a obter melhor desenvolvimento de garupa. As correlações entre esta medida e PCA, PCQ, PCF e CEM foram altas e positivas, com percentuais de 56, 68, 68 e 50%, respectivamente.

Os elevados valores de largura de garupa indicam maior proporção de músculo na perna, característica importante em cordeiros destinados ao abate, pois a perna é um dos três cortes mais valorizados em carcaça de cordeiros. Isto provavelmente ocorreu devido ao crescimento apresentar característica alométrica e porque a primeira onda de

Tabela 5. Medidas morfométricas e avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
Comprimento externo (cm)	47,3	47,8	48,7	47,4	40,2947	0,9807	0,8177	0,9621	0,7417
Comprimento interno (cm)	57,4	56,8	57,6	55,9	6,7681	0,7241	0,8411	0,8576	0,2705
Largura do tórax (cm)	25,1	23,0	24,8	24,1	1,6866	0,0811	0,1422	0,0510	0,3395
Profundidade do tórax (cm)	26,6	25,8	26,8	26,6	0,9051	0,4648	0,7722	0,1555	0,5973
Perímetro do tórax (cm)	65,8	60,5	64,8	61,6	30,2414	0,3792	0,2388	0,3862	0,3442
Perímetro da garupa (cm)	57,1	55,2	55,7	56,5	18,7387	0,9757	0,7714	0,8126	0,8060
Largura da garupa (cm)	24,3	21,8*	23,7	24,5	1,8322	0,0252	0,3100	0,0053	0,3636
Perímetro da perna (cm)	35,8	36,3	36,4	35,8	25,9054	0,9963	0,9078	0,9425	0,8478
Comprimento da perna (cm)	38,8	38,1	39,1	39,2	2,2352	0,6674	0,6659	0,2506	0,9609
Conformação (1-5)	3,1	2,6	2,9	3,0	0,0622	0,0511	0,0633	0,0396	0,4729
Acabamento (1-5)	3,5	2,7	2,8	3,1	0,2705	0,1053	0,0298	0,3857	0,4383
Gordura perirrenal (1-3)	2,5	2,5	2,8	2,5	0,1676	0,6096	0,7749	0,6664	0,2361
ICC (Kg/cm) <sup>a</sup>	0,29	0,25*	0,27	0,29	0,0003	0,0281	0,1139	0,0145	0,2407

a= ICC, Índice de compactidade da carcaça; b= EPM, Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

crescimento animal, segundo Hammond (1966), ocorre do início da cabeça e passa ao longo da coluna vertebral.

Nenhuma alteração significativa foi encontrada para o perímetro e comprimento da perna dos cordeiros, com média geral de 36,1 e 38,8 cm, respectivamente.

O grau de conformação médio foi de 2,9, pelo qual pode-se afirmar que a conformação das carcaças dos cordeiros foi de razoável a boa; já o acabamento das carcaças tiveram média 3,0, que evidenciam carcaças com bom acabamento, segundo Cezar e Sousa (2007). Estes resultados demonstram uniformidade de carcaças quanto ao nível de adiposidade, independente do tratamento experimental. Isto é importante porque a proporção de gordura nem deve ser elevada e nem baixa, mas o suficiente para a conservação da carne, sua qualidade sensorial e diminuir perdas de líquidos que encurtam fibras musculares e escurecem a carne no resfriamento.

Entre as dietas com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos (C2), verifica-se que a conformação dos cordeiros que consumiam a dieta MUC teve menor escore (2,6) que a média de 3,0 dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI, em função de menor CEM e GMD que refletiram nos PCQ, PCF, RCQ e RCF. Já para acabamento, os cordeiros da dieta CON tiveram melhor escore (3,5) que a média de 3,0 dos cordeiros das dietas com as mucilagens ensiladas, com e sem aditivos (C1).

A gordura perirrenal não sofreu influência das dietas com média geral de 2,6 na escala de 1 a 3, segundo Cezar e Sousa (2007).

O Índice de compacidade da carcaça (ICC) serve para avaliar a qualidade final da carcaça e, quanto maior for seu valor, maior será a deposição de tecido muscular por unidade de área e que originarão carcaças com melhor qualidade (Amorim et al., 2008).

O ICC dos cordeiros que consumiam a dieta MUC, 0,25 kg/cm, foi menor ( $P=0,0281$ ) que o ICC daqueles cordeiros da dieta CON, 0,29 kg/cm (Tabela 5). Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que o ICC foi menor ( $P=0,0145$ ) nos cordeiros que consumiam a dieta MUC (0,25 kg/cm) que a média de 0,28 kg/cm do ICC daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI, devido ao menor CEM dos cordeiros da dieta MUC em relação às demais dietas e que refletiram nos PCA, PCQ e PCF. As correlações entre o ICC e PCA, PCQ e PCF foram muito altas e positivas com percentuais de 82, 88 e 89%, respectivamente. Já em relação ao CEM a correlação foi mediana e positiva, 55%.

No geral as variáveis de medidas morfométricas, conformação, acabamento, gordura perirrenal e ICC das carcaças dos ovinos Soinga que consumiam a dieta MUC, em relação às demais, podem ser atribuídos ao menor aporte de energia desta dieta, que sofreu influência da composição energética (expresso em NDT) e do CEM, que foram menores, pois a baixa ingestão de energia contribui para reduzir o crescimento dos tecidos e, em consequência, pode modificar as proporções corporais (Almeida et al., 2015). Este CEM influenciou os pesos de PCA, PCQ e PCF que, por conseguinte, influenciaram estas características, devido às correlações altas e positivas entre o CEM e estas variáveis.

As semelhanças nas medidas morfométricas e avaliações subjetivas nas carcaças dos cordeiros Soinga demonstram a uniformidade da carcaça destes cordeiros, sendo desejável para uma produção homogênea de carcaças e estão relacionadas com o peso similar dos cordeiros. Assim, como estas medidas sofrem influência do genótipo e PCA, há baixa probabilidade de variação destas devido às dietas utilizadas.

Estes resultados indicam que as silagens de mucilagem de sisal, com ou sem aditivos, são volumosos promissores, pois os cordeiros Soinga apresentaram boa deposição de tecido, demonstrando potencial para serem utilizados em confinamento, visto que raças especializadas em produção de carne apresentam maiores ICC.

O Soinga é um ovino "tricross" que demonstrou ser é um animal de crescimento e desenvolvimento precoces.

### **Rendimento de cortes**

Segundo Rosa et al., (2005), o crescimento dos cortes comerciais relaciona-se ao ritmo de crescimento dos diferentes tecidos da carcaça ovina. Além disso, o desenvolvimento dos tecidos está sob influência da nutrição, que atua diretamente no crescimento alométrico dos tecidos, pois nem todas as partes do animal desenvolvem-se no mesmo ritmo.

Os pesos de pescoço, lombo, serrote e costelas dos cordeiros não foram influenciados pelas dietas com médias gerais de 0,776; 0,749; 0,656 e 1,461 kg, respectivamente (Tabela 6), e podem ser considerados, pelo estudo alométrico, como de crescimento isogônio, onde os componentes cresceram na mesma velocidade que as carcaças ou cortes.

A paleta e perna das carcaças dos cordeiros tiveram diferenças significativas ( $P=0,0122$  e  $P=0,0200$ , respectivamente), as quais demonstraram que os cordeiros que

Tabela 6. Rendimento de cortes cárneos da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis (Kg)	Tratamentos				EPM <sup>a</sup>	Valor de P <sup>b</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
Pescoço	0,803	0,744	0,768	0,787	0,0230	0,9929	0,8992	0,8175	0,8931
Lombo	0,786	0,745	0,761	0,702	0,0114	0,7037	0,5898	0,6432	0,3329
Serrote	0,700	0,591	0,658	0,676	0,0081	0,4092	0,3604	0,1652	0,8134
Costelas	1,546	1,321	1,450	1,527	0,0295	0,2830	0,3604	0,1086	0,5233
Paleta	1,578	1,368*	1,484	1,572	0,0066	0,0122	0,1734	0,0047	0,1416
Perna	2,557	2,265*	2,418	2,700	0,0320	0,0200	0,8608	0,0136	0,0270
<b>Rendimentos (%)</b>									
Pescoço	10,1	10,5	10,1	9,8	2,5037	0,9160	0,8913	0,5263	0,7745
Lombo	9,9	10,7	10,1	8,8	1,3786	0,1084	0,9158	0,0542	0,0931
Serrote	8,8	8,4	8,7	8,5	0,9313	0,8128	0,5070	0,5917	0,5780
Costelas	19,4	18,8	19,3	19,0	2,6096	0,8972	0,6205	0,6256	0,7840
Paleta	19,8	19,5	19,7	19,9	0,9976	0,9470	0,8170	0,6518	0,7520
Perna	32,0	32,1	32,1	34,0	1,7797	0,0838	0,2436	0,2312	0,0331

a= EPM, Erro padrão da média; b= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

consumiam a dieta MUC tiveram paleta (1,368 kg) e perna (2,265 kg) com pesos menores que os cordeiros da dieta CON, com pesos de 1,578 e 2,557 kg, respectivamente. Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que a paleta e a perna foram mais leves ( $P=0,0047$  e  $P=0,0136$ , respectivamente) nos cordeiros que consumiam a dieta MUC que a média de pesos da paleta e da perna daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI, que pesaram 1,528 e 2,559 kg, respectivamente. Entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se menor peso de perna ( $P=0,0270$ ) para os cordeiros da dieta MUCTRI (2,418 kg) que aqueles da dieta MUCMI (2,700 kg).

A paleta e perna dos cordeiros da dieta MUC podem ser consideradas de crescimento heterogêneo positivo, isto porque o crescimento destes componentes se deu em velocidade menor que as carcaças ou cortes dos cordeiros das dietas CON e MUCTRI+MUCMI. Importante frisar, também, que a segunda onda de crescimento animal, segundo Hammond (1966), começa nos membros e passa da parte inferior à parte superior.

Este resultado era esperado devido ao CEM destas dietas pelos cordeiros e aos resultados obtidos nas características de carcaças, especialmente os pesos PCA, PCQ, PCF, que traduzem-se em seus respectivos RCQ e RCF e também pelas correlações da paleta e perna dos cordeiros com estas variáveis. As correlações entre os pesos de paleta e perna são altos e positivos em relação ao PCA, PCQ e PCF, com percentuais de 93, 95 e 95% para peso da paleta e 89, 93 e 92% para peso de perna, respectivamente.

Ainda, segundo Cezar e Sousa (2007), os cortes perna e paleta, que têm desenvolvimento precoce, diminuem com o aumento do peso da carcaça; enquanto os cortes de desenvolvimento tardio (lombo, pescoço, costela e serrote) aumentam seus pesos à medida que o peso da carcaça aumenta e o animal se aproxima da maturidade.

Para os rendimentos dos cortes comerciais (%) verifica-se que as dietas não influenciaram os rendimentos de pescoço, lombo, serrote, costelas, paleta e perna dos cordeiros, com médias gerais de 10,1; 9,9; 8,6; 19,1; 19,7 e 32,6%, respectivamente. Entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se que os cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (32,1%) tiveram menor rendimento de perna ( $P=0,0331$ ) que aqueles da dieta MUCMI (34%).

Os maiores pesos de paleta e perna em cordeiros são características importantes para agregação de valor ao produto, contribuindo para a melhor oferta de músculo comestível. Segundo Cezar e Sousa (2007), a paleta e perna representam mais de 50% do

peso da carcaça de cordeiros. Por esta razão, as avaliações de carcaças são feitas nestes cortes por sua representatividade e correlação com toda a carcaça. Em ovinos especializados na produção de carne, os cortes mais pesados encontram-se na região posterior do corpo desses animais, onde se localizam os cortes nobres.

A perna do cordeiro é considerada o corte mais nobre da carcaça, por nela encontrar-se a maior deposição de massa muscular e ter o maior rendimento da porção comestível, representando a maior parte do valor econômico da carcaça.

Raças produtoras de carne devem ter a soma dos rendimentos dos cortes nobres (perna, paleta e lombo) maior que 60% (Silva Sobrinho et al., 2005). Assim, o percentual médio de tratamentos para este trabalho foi de 61,2%, demonstrando excelente rendimento de cortes nobres ou comerciais dos cordeiros Soinga, quando comparados às raças especializadas no Nordeste Brasileiro, demonstrando toda a aptidão para a produção de carne nobre deste grupamento genético.

No geral, as variáveis pesos e rendimentos de corte comerciais das carcaças dos cordeiros Soinga tiveram esses resultados, muito provavelmente, devido aos resultados obtidos para as características de carcaças (PCA, PCQ, PCF, RCQ, RCF e RV), os quais sofreram influência da composição energética (expresso em NDT) e do CEM pelos cordeiros das dietas MUC, que foram menores, em relação à dieta CON e às dietas MUCTRI e MUCMI.

Em regiões onde há mercado para comercialização de cortes comerciais estabelecidos, é de grande valia a obtenção de cortes mais pesados e uniformes, com carcaças com maiores proporções de perna e lombo, visto que esses são considerados os cortes nobres. Assim, os cortes comerciais obtidos dos cordeiros Soinga foram satisfatórios e representam importante fator na comercialização dos mesmos.

Estes resultados foram semelhantes àqueles obtidos por Carvalho et al. (2015), que verificaram rendimento dos cortes nobres de 61,7% e Andrade et al. (2016) em ovinos sem padrão racial definido alimentados com palma forrageira *in natura* ou desidratada em substituição ao feno de Tifton obtiveram rendimentos de corte de 59,5%.

### **Composição tecidual da perna**

A composição tecidual da perna é característica de grande importância na avaliação da qualidade de carcaças de cordeiros.

Segundo Oliveira et al. (2002), as quantidades e rendimentos entre os tecidos (adiposo, muscular e ósseo) são fundamentais para colaborar com programas de seleção de raças especializadas para corte e possibilitar a determinação de peso ou idade ao abate em busca de carcaças de qualidade que atendam às exigências do mercado consumidor. Porém, as proporções de ossos, músculos e gorduras dos cordeiros dependem se a raça, ou grupamento genético, é precoce ou tardia. Ou seja, para cada raça existe uma idade ou peso ideal para o abate, o qual indicará a melhor relação músculo/gordura que seja ideal para o mercado consumidor e a de osso seja adequada apenas do ponto de vista funcional.

O peso de perna resfriada (2,222 kg) e perna reconstituída (2,175 kg) dos cordeiros que consumiam a dieta MUC sofreram influência da dieta MUC ( $P=0,0247$  e  $P=0,0275$ , respectivamente), sendo menores que daqueles cordeiros que consumiam a dieta CON, com pesos de 2,530 e 2,475 kg, respectivamente. O peso da perna resfriada tem correlação alta e positiva com CEM, PCA, PCQ e PCF com percentuais de 54, 89, 94 e 92%, respectivamente, o que denota tal diferença entre a perna resfriada dos cordeiros da dieta MUC em relação as demais dietas (Tabela 7).

Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se, também, menores pesos da perna resfriada e reconstituída dos cordeiros da dieta MUC em relação à média daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI, com pesos de 2,529 e 2,470 kg, respectivamente. Já entre as dietas com silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se que os pesos daqueles que consumiam a dieta MUCTRI (2,390 e 2,328 kg) foram menores que aqueles da dieta MUCMI, que tiveram pesos de 2,668 e 2,611 kg para perna resfriada e perna reconstituída, respectivamente.

Não há como comparar ovinos de raças e peso corporal ao abate diferentes, porém verifica-se em pesquisas recentes (Costa et al., 2012; Silva et al., 2014; Urbano et al., 2015; Oliveira et al., 2018), que o peso da perna e de outras variáveis relacionadas a músculos dos cordeiros Soinga foram satisfatórios ao comparar-se com outras raças, demonstrando o potencial deste grupamento genético.

Entre os músculos, verifica-se que não houve influência das dietas sobre as variáveis *Bíceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Adductor* e *Quadriceps femoris*, com médias gerais de 0,157; 0,184; 0,118; 0,086 e 0,285 kg, respectivamente.

Para as variáveis outros músculos e o total de músculos da perna das carcaças dos cordeiros houve influência das dietas ( $P=0,0092$  e  $P=0,0223$ , respectivamente). A perna dos cordeiros da dieta MUC eram constituídas de menores pesos de outros músculos

Tabela 7. Composição tecidual da perna da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis (Kg)	Tratamentos				EPM <sup>a</sup>	Valor de P <sup>b</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
Perna resfriada	2,530	2,222*	2,390	2,668	0,0355	0,0247	0,8219	0,0141	0,0374
Perna reconstituída	2,457	2,175*	2,328	2,611	0,0350	0,0275	0,9730	0,0177	0,0332
<i>Biceps femoris</i>	0,174	0,139	0,155	0,159	0,0004	0,1332	0,0631	0,1456	0,8099
<i>Semimbrenanosus</i>	0,200	0,172	0,173	0,192	0,0005	0,2288	0,1379	0,4614	0,2085
<i>Semitendinosus</i>	0,122	0,107	0,115	0,129	0,0002	0,2156	0,9550	0,0986	0,1609
<i>Adductor</i>	0,093	0,080	0,083	0,087	0,0002	0,7100	0,3374	0,6001	0,7286
<i>Quadriceps femoris</i>	0,298	0,266	0,273	0,303	0,0009	0,2518	0,4342	0,2476	0,1325
Outros músculos	0,613	0,518*	0,601	0,705	0,0051	0,0092	0,5914	0,0037	0,0370
Total de músculos	1,500	1,281*	1,400	1,575	0,0160	0,0223	0,5631	0,0116	0,0473
Total de ossos	0,381	0,369	0,357	0,398	0,0035	0,7602	0,8923	0,9342	0,2946
Gordura pélvica	0,051	0,043	0,043	0,050	0,0003	0,8860	0,6737	0,8396	0,5318
Gordura subcutânea	0,317	0,267	0,283	0,360	0,0049	0,2810	0,8441	0,2427	0,1069
Gordura intermuscular	0,153	0,166	0,203	0,164	0,0018	0,2273	0,2206	0,4536	0,1459
Total de gordura	0,521	0,476	0,528	0,574	0,0063	0,3644	0,4614	0,1457	0,4137
Outros tecidos	0,055	0,049	0,044	0,064	0,0004	0,4671	0,9950	0,7338	0,1249

a= EPM, Erro padrão da média; b= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

(0,518 kg) e total de músculos (1,281 kg), respectivamente, que a perna dos cordeiros da dieta CON, com pesos de 0,613 e 1,500 kg, respectivamente (Tabela 7).

Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se, também, menores pesos de outros músculos e total de músculos na perna dos cordeiros da dieta MUC em relação às médias de pesos de 0,653 e 1,490 kg, respectivamente, daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI. Já entre as dietas com silagens de mucilagem com aditivos (C3), verifica-se que os pesos daqueles que consumiam a dieta MUCTRI (0,601 e 1,400 kg) foram menores que aqueles da dieta MUCMI, que tiveram pesos de 0,705 e 1,575 kg para as mesmas variáveis, respectivamente.

O peso total de ossos e outros tecidos da perna dos cordeiros não sofreram influência das dietas, com médias gerais de 0,376 e 0,053 kg, respectivamente. O peso de ossos é o que menos sofre variações, porém não há, também, como comparar estes resultados para ossos, com ovinos de raças e peso corporal ao abate diferentes.

As variáveis gordura pélvica, gordura subcutânea, gordura intermuscular e total de gorduras da perna dos cordeiros desta pesquisa, também, não sofreram influência das dietas, com médias gerais de 0,047; 0,307; 0,172 e 0,525 kg, respectivamente.

O excesso de gordura na carne é considerado indesejável, podendo ser prejudicial à saúde, não atendendo às exigências de consumidores atuais, que buscam carnes com menor deposição de gordura. O acúmulo de gordura está relacionado à raça, idade, espécie, dieta e estado fisiológico animal. Embora não tenha havido diferenças significativas entre as variáveis relacionadas à gordura na perna dos cordeiros, pode-se afirmar que as silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, sob a ótica deste trabalho, condicionaram os cordeiros ao excesso de gordura na perna. Não há como comparar estes resultados com ovinos de outras raças e peso corporal ao abate, denotando ser característica dos cordeiros Soinga.

Verifica-se que as variáveis relativas aos músculos da perna têm altas correlações com os pesos PCA, PCQ e PCF, enquanto as variáveis relacionadas à gordura tem medianas correlações positivas para o peso da gordura subcutânea e gordura total. Já a relação GS/GI tem correlação mediana positiva de 47, 51 e 52% com PCA, PCQ e PCF, respectivamente.

As variáveis da composição tecidual da perna resfriada, perna reconstituída, outros músculos e total de músculos da perna das carcaças dos cordeiros Soinga tiveram esses resultados, muito provavelmente, devido aos resultados obtidos para as características de

carcaças (PCA, PCQ, PCF, RCQ e RCF) e suas correlações, os quais sofreram influência da composição energética (expresso em NDT) e do CEM pelos cordeiros das dietas MUC, que foram menores, em relação à dieta CON; e entre os cordeiros da dieta MUC em relação às dietas MUCTRI+MUCMI.

### **Rendimento tecidual da perna**

Verifica-se, na Tabela 8, que o rendimento das variáveis de músculos, ossos, gordura total, outros tecidos, gordura pélvica, gordura subcutânea e gordura intermuscular, em valores percentuais, e relações músculos/ossos, músculos/gorduras, GS/GI e o IMP (g/cm), que compõem o rendimento tecidual de perna dos cordeiros, não sofreram influência de tratamentos, com médias gerais de 60,2; 15,8; 21,9; 2,2; 1,9; 12,6 e 7,4%, respectivamente, e 3,9; 2,8; 1,9 e 0,4 g/cm, respectivamente.

Entre as dietas com silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C2), verifica-se que o percentual de ossos da perna dos cordeiros que consumiam a dieta MUC, com percentual 17,1%, foi maior ( $P=0,0429$ ) que a média dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI, que foi de 15,3%. Para a relação músculos/ossos, os cordeiros da dieta MUC apresentaram menor relação de 3,5, ( $P=0,0368$ ), que a média da relação dos cordeiros das dietas MUCTRI+ MUCMI, que foi de 3,9. Entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se menor relação GS/GI ( $P=0,0219$ ) na perna dos cordeiros da dieta MUCTRI (1,4) que aqueles que consumiam a dieta MUCMI (2,4).

Esses resultados podem ser atribuídos à lei da harmonia anatômica (Boccard e Dumont, 1960), de que carcaças com pesos e concentrações de gordura similares apresentam, praticamente, todas as regiões corporais em proporções semelhantes, independentemente da conformação dos genótipos considerados.

As proporções médias de músculo, ossos e gordura total deste trabalho, com exceção da proporção de ossos, ficaram com proporções de músculo muito abaixo e de gordura muito acima dos resultados de pesquisas recentes com ovinos Santa Inês, com peso corporal ao abate entre 30 e 35,5 kg com proporções entre 63,7 e 67,9% para músculo, 17,7 e 22,6% para ossos e 6,8 e 11,8% para gordura total (Costa et al., 2012; Silva et al., 2014; Urbano et al., 2015; Oliveira et al., 2018).

Segundo Rosa et al. (2005) e Gonzaga Neto et al. (2006), a gordura é o componente da carcaça que apresenta maior variação e é influenciada, principalmente, pelo genótipo,

Tabela 8. Rendimento tecidual da perna da carcaça de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis (%)	Tratamentos				EPM <sup>c</sup>	Valor de P <sup>d</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
Músculos	61,1	59,0	60,1	60,4	8,9490	0,6309	0,3359	0,4049	0,8394
Ossos	15,4	17,1	15,3	15,3	2,4526	0,2100	0,6527	0,0429	0,9926
Gordura total	21,3	21,7	22,8	21,9	10,904	0,8498	0,5160	0,7652	0,6382
Outros tecidos	2,2	2,2	1,9	2,5	0,5927	0,6685	0,9456	0,8575	0,2334
Gordura pélvica	2,0	1,9	1,8	1,9	0,4669	0,9662	0,6734	0,8153	0,8995
Gordura subcutânea	12,9	11,9	12,1	13,6	7,1512	0,8148	0,9938	0,5985	0,4134
Gordura intermuscular	6,3	7,9	8,8	6,4	4,3164	0,1995	0,2441	0,8979	0,0764
Músculos/ossos	4,0	3,5	4,0	4,0	0,1872	0,1505	0,3851	0,0368	0,8832
Músculos/gorduras	2,9	2,8	2,7	2,8	0,3254	0,9173	0,5151	0,8890	0,8632
GS/GI <sup>a</sup>	2,1	1,7	1,4	2,4	0,4106	0,1184	0,6357	0,6527	0,0219
IMP (g/cm) <sup>b</sup>	0,4	0,4	0,4	0,4	0,0016	0,8679	0,4179	0,8897	0,9488

a= GS, Gordura subcutânea; GI, Gordura intermuscular; b= IMP, Índice de musculosidade da perna; c= EPM, Erro padrão da média; d= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC + MUCTRI + MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

neste trabalho representado pelo grupamento genético Soinga, e pelo nível nutricional, pois raças precoces em confinamento originam carcaças com maior deposição de gordura.

O rendimento tecidual de gordura total médio foi muito superior aos encontrados na literatura para ovinos deslanados, provavelmente em função das características dos cordeiros Soinga, embora o CEM não tenha atingido o que é preconizado pelo AFRC (1993) e NRC (2007). A partir desse resultado era óbvio que a média da relação músculo/gordura fosse bem menor que os resultados encontrados na literatura.

Para Purchas et al. (1991), a relação músculo/osso associa-se ao aspecto quantitativo, ou seja, à maior deposição de massa muscular nas carcaças. Já para Monte et al. (2007), a relação músculo/gordura associa-se à qualidade da carcaça, sendo considerada mais importante nesse aspecto, visto que a maior ou menor presença de gordura tem grande importância na aceitação da carne por influenciar a textura, a suculência e o sabor da mesma.

As relações médias de músculo/osso e músculo/gordura da perna dos cordeiros deste trabalho foram de 3,9 e 2,8, respectivamente. A relação músculo/osso foi semelhante àquelas obtidas por Costa et al. (2012), Silva et al. (2014) e Oliveira et al. (2018) em ovinos Santa Inês, de PCA entre 30 a 35,5 kg, com valores entre 3,4 e 3,5. Já a relação músculo/gordura da perna dos cordeiros foi bem menor que as relações destes mesmos autores, com relações entre 5,8 a 10,6. A maior relação músculo: osso e menor relação músculo: gordura é buscar o produtor para atender o mercado consumidor, pois o músculo é o tecido mais valorizado da carcaça.

O IMP reflete bem a relação músculo/osso da carcaça, de modo que, quanto maior o IMP, maior será a proporção de carne na carcaça. Porém, muitas vezes, pode ser reflexo de ossos leves e músculos não necessariamente pesados (Silva Sobrinho et al., 2011).

A relação gordura subcutânea/gordura intermuscular (GS/GI) e o índice de musculosidade da perna (IMP), que são os principais indicativos da quantidade de músculos na perna de carcaças, não sofreram efeito das dietas. O valor médio do IMP foi de 0,4 g/cm, devido, provavelmente, às características intrínsecas dos cordeiros Soinga e do CEM destes alimentados com as respectivas dietas.

O IMP dos cordeiros corrobora com os resultados obtidos por Costa et al. (2012), com média de 0,41 g/cm, Silva et al. (2014), com média de 0,35 g/cm e por Oliveira et

al. (2018), com IMP médio de 0,39 g/cm, todos em pesquisas com ovinos Santa Inês. Os resultados deste estudo demonstram que os cordeiros Soinga têm boas características para produção de carne na carcaça.

### **Características físico-químicas da carne**

As possíveis variações que podem ocorrer nas características físicas e químicas da carne podem influenciar as características organolépticas da carne e sua aceitação pelos consumidores mais exigentes.

A luminosidade da carne ( $L^*$ ) é influenciada diretamente pelo pH da carne quando este afeta a estrutura das fibras musculares e dispersão da luz (Hughes et al., 2014). A carne dos cordeiros não sofreu influência para  $L^*$  entre os tratamentos, com média geral de 44,9; porém, verifica-se, na Tabela 9, que a carne dos cordeiros que consumiam a dieta CON apresentaram  $L^*$  maior ( $P=0,0092$ ), com valor de 46,8, que a carne dos cordeiros que consumiam as dietas com as silagens de mucilagem, com e sem aditivos (C1), com média de 44,2. Os valores de  $L^*$  deste trabalho corroboram com aqueles obtidos por Sañudo et al. (2000) e Warris (2003), que foram de 30,03 a 49,47. Este resultado foi proporcionado por não ter havido alterações no pH das carnes dos cordeiros.

A coloração da carne relaciona-se com o tempo de estocagem da carne, que sofre reações da mioglobina com oxigênio, que causam o escurecimento da superfície da mesma. Isto faz com que os consumidores associem a cor da carne com o tempo de estocagem por longo período e isto torna-se importante problema econômico para as indústrias de carnes (Calnan et al., 2017).

A intensidade do vermelho ( $a^*$ ) pode sofrer variações em função do grupo genético (ou raça), sistema de produção e idade ou peso ao abate, que interferem diretamente nos teores de mioglobina da carne (Ricardo et al., 2015; Urrutia et al., 2016; Polidori et al., 2017). Essa possível variação não foi observada neste estudo, provavelmente pela similaridade dos cordeiros Soinga, peso ao abate. Além disso, os animais foram mantidos em confinamento, o que os torna menos suscetíveis ao desenvolvimento de atividades físicas. Assim, as concentrações de mioglobina, que estão intrinsecamente relacionadas com  $a^*$ , que foram semelhantes entre as carnes dos cordeiros Soinga, com média de 14,3.

A concentração de gordura intermuscular está positivamente correlacionada com o aumento da intensidade de amarelo ( $b^*$ ) (Mortimer et al., 2014; Calnan et al., 2017).

Tabela 9. Características físico-químicas da carne de cordeiros Soinga alimentados com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos.

Variáveis <sup>a</sup>	Tratamentos				EPM <sup>b</sup>	Valor de P <sup>c</sup>			
	CON	MUC	MUCTRI	MUCMI		Tratamento	C1	C2	C3
<b>Cor</b>									
L*	46,8	44,8	44,4	43,5	3,6115	0,0506	0,0092	0,4469	0,4546
a*	14,5	14,9	14,4	13,5	1,6548	0,3124	0,8994	0,1201	0,2581
b*	8,8	9,0	8,7	7,9	0,5913	0,1326	0,7122	0,0773	0,0938
<b>Perdas por cocção</b>									
Evaporação (%)	39,0	38,7	36,7	37,1	4,1053	0,1507	0,1025	0,1101	0,7154
Gotejamento (%)	1,0	0,9	1,1	1,5*	0,0642	0,0093	0,2002	0,0086	0,0233
Totais (%)	40,0	39,6	37,8	38,6	3,8563	0,2066	0,1262	0,1926	0,4917
Força de cisalhamento (kgf/cm <sup>2</sup> )	1,0	0,8*	0,9	1,0	0,0206	0,0330	0,0726	0,0199	0,4039
Umidade (%)	75,0	75,9	75,4	75,5	0,7233	0,4744	0,2510	0,3194	0,7399
Matéria mineral (%)	1,0	1,0	1,0	1,0	0,0034	0,9974	0,9853	0,8653	0,9104
Proteína bruta (%)	20,7	20,2	20,5	20,3	0,6147	0,7208	0,3764	0,6415	0,5946
Lipídeos totais (%)	3,3	2,9	3,1	3,2	0,4616	0,8507	0,6697	0,4619	0,8447

a= L\*, luminosidade; a\*, intensidade de vermelho; b\*, intensidade de amarelo; b= EPM, Erro padrão da média; c= contrastes ortogonais: C1, CON vs. (MUC+MUCTRI+MUCMI); C2, MUC vs. (MUCTRI+MUCMI); C3, MUCTRI vs. MUCMI; Médias seguidas de (\*) diferem da dieta CON ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Dunnett.

Verifica-se que  $b^*$  não sofreu influência das dietas com média geral de 8,6, indicando que os cordeiros apresentaram concentrações adequadas de lipídeos totais na carne semelhantes, bem como de gordura intermuscular.

Os valores de  $a^*$  e  $b^*$  encontram-se dentro da variação encontrada por Sañudo et al. (2000) e Warris (2003), que foram de 8,24 a 23,53 e 3,38 a 11,10, respectivamente. Estes valores indicam que as carnes dos cordeiros apresentaram boa coloração e luminosidade, pois carnes com menor  $L^*$  e maior  $a^*$  apresentam cores mais vermelhas (oximioglobinas), que são atrativas para o consumidor.

Os resultados deste estudo foram superiores aos valores encontrados por Souza et al. (2018), que obtiveram para  $L^*$  média de 35,8 e para  $b^*$  média de 6,9, e valores menores para  $a^*$  (média de 19,6) em ovinos Santa Inês alimentados com mucilagens de sisal, sem aditivos, em substituição ao feno de Tifton; e, também, superiores aos valores observados por Costa et al. (2012) em ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição ao milho moído.

As perdas por evaporação das carnes dos cordeiros não sofreram influência das dietas com média geral de 37,9%.

As perdas por gotejamento foram maiores ( $P=0,0093$ ) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUCTRI (1,5%) que na carne daqueles da dieta CON (1,0%). Entre as dietas com mucilagens ensiladas, com e sem aditivos (C2), verifica-se que as perdas por gotejamento foram menores na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUC que a média da carne dos cordeiros das dietas MUCTRI+MUCMI. Já entre as dietas com silagens de mucilagem aditivadas (C3), verifica-se menor perda na carne dos cordeiros da dieta MUCTRI que naqueles da dieta MUCMI.

As perdas por cocção ou perdas totais devem ser minimizadas devido ao fato de não ter havido influência das dietas com média geral de 39% (Tabela 9), pois, segundo Bressan et al. (2004) e Zeola et al. (2007), as perdas por cocção na carne devem estar entre 20 a 40% para não alterar a suculência e sabor da carne durante o consumo.

Embora as perdas possam ser consideradas altas, a ausência de efeito pode ser devido à similaridade dos teores de gordura da carne, que funciona como uma barreira de modo a evitar perdas de água durante o cozimento. As PPC são um fator importante para o consumidor, pois estão relacionadas ao rendimento no preparo das carnes ovinas.

Embora não tenha ocorrido influência de tratamento para perdas por cocção das carnes dos cordeiros Soinga das dietas, houve diferenças para perdas por gotejamento e

estas são correlacionadas entre si. Possivelmente esse efeito foi decorrente da maior quantidade de gordura subcutânea, intermuscular e gorduras totais (Tabela 7) presentes nos tecidos da perna dos cordeiros, embora numericamente, porque além da umidade, parte da gordura da carne é perdida com o processamento térmico.

Segundo Bonacina et al. (2011), vários fatores podem interferir na maciez da carne, que é determinada pela força de cisalhamento (FC), entre os quais destacam-se a idade do animal, o manejo pré-abate, o pH e o teor da gordura intermuscular da mesma. Carne de ovinos que apresentam FC inferiores a 2,27 kgf/cm<sup>2</sup>, de 2,28 a 3,63 kgf/cm<sup>2</sup>, de 3,64 a 5,44 kgf/cm<sup>2</sup> e acima de 5,44 kgf/cm<sup>2</sup> são classificadas como macia, medianamente macia, dura e extremamente dura, respectivamente, (Cezar e Sousa 2007).

A FC foi menor (P=0,0330) na carne dos cordeiros que consumiam a dieta MUC, com 0,8 kgf/cm<sup>2</sup>, que na carne daqueles da dieta CON, que teve FC de 1,0 kgf/cm<sup>2</sup> (Tabela 9). Entre as dietas com silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos (C2), verifica-se que a FC na carne dos cordeiros da dieta MUC foi menor (P=0,0199) que a média da FC da carne daqueles das dietas MUCTRI+MUCMI, com média de 0,95 kgf/cm<sup>2</sup>.

Estes resultados foram inferiores aos obtidos por Souza et al. (2018), que observaram média de 3,2 kgf/cm<sup>2</sup> em ovinos Santa Inês, demonstrando a excelente maciez da carne dos cordeiros Soinga, que podem constituir-se em valor de agregação no mercado consumidor de carne de ovinos.

De maneira geral, o resultado obtido para esse grau de maciez pode estar relacionado ao grau de marmoreio (gordura intermuscular) da carne, confirmando a associação feita por Rota et al.(2006), aferindo o grau de maciez da carne ao teor de gordura na carne. Como os animais eram jovens e não houve influência no pH, denotando um *rigor mortis* correto e, também, por não ter havido efeito no teor de gordura intermuscular, a carne dos cordeiros Soinga pode ser considerada de excelente qualidade, o que poderá gerar satisfação ao consumidor de carne ovina.

Na Tabela 9 verifica-se que não houve influência das dietas para umidade, matéria mineral ou cinzas (MM), proteína bruta (PB) e Lipídeos totais (LT), em percentual, na carne dos cordeiros Soinga com médias gerais de 75,5; 1,0; 20,4 e 3,1%, respectivamente.

A não ocorrência de efeito sobre a umidade, MM (cinzas), PB e LT das carnes ocorreu, provavelmente, devido ao estágio fisiológico dos cordeiros, que eram jovens e estavam em desenvolvimento muscular. Segundo Lima Junior et al. (2016), a curva de crescimento dos ovinos é sigmoide, com um período de deposição acelerada de tecido

magro, que coincide com a puberdade e um período de estabilização da deposição de proteína e aumento da deposição de gordura conhecido como maturidade.

Polidori et al. (2017) relataram que, devido ao fato de os músculos apresentarem crescimento tardio, a idade ao abate influencia a composição química dos mesmos, principalmente o teor de gordura.

As carnes vermelhas apresentam elevados teores de minerais (cinzas) que são importantes à saúde humana (Pitombo et al., 2013). O teor médio de cinzas na carne dos cordeiros foi de 1,0% e não sofreu influência das dietas, demonstrando ser similar aos teores encontrados na literatura.

O teor de lipídios totais observado na carne dos cordeiros Soinga podem estar relacionados ao teor de energia das dietas. Segundo Leão et al., (2012), na composição de gordura da carne, em geral, a sua quantidade depositada é resultado do equilíbrio entre a ingestão de energia e seu gasto pelos animais.

Esses resultados corroboram com os resultados obtidos por Costa et al. (2012) e Campos et al. (2017) em ovinos Santa Inês e, mais recentemente, Souza et al. (2018), também em ovinos Santa Inês alimentados com dietas à base de mucilagem de sisal ensilada, sem aditivo, em substituição total ao feno de Tifton.

## CONCLUSÕES

As silagens de mucilagem de sisal, com e sem aditivos, em até 450 g/kg em dietas de cordeiros Soinga, em confinamento, não alteram as características quantitativas e qualitativas de carcaça e carne. No entanto, as silagens aditivadas com farelo de trigo ou milho proporcionaram melhor conversão alimentar.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL-AFRC. **Energy and protein requirement of ruminants**. An advisory manual prepared by AFRC Technical Committee on response to nutrients. CAB International, Wallingford, UK, p.5-55. 1993.
- ALMEIDA, J.C.S.; FIGUEIREDO, D.M.; 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.
- AMORIM, G.L.; BATISTA, A.M.V.; et al. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimento e características de carcaça e rendimento da buchada de caprinos. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.30, n.1, p.41-49, 2008.
- ANDRADE, S.F.J.; BATISTA, A.M.V.; et al. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Sci. Anim. Sci.**, v.38, n.2, p.155-161, 2016.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. **Official methods of analysis of AOAC international**. 19<sup>th</sup> ed., Gaithersburg, MD, USA: AOAC International, 2012. 2610 p.
- BOCCARD, R.; DUMONT, B.L. Etude de la production de la viande chez les ovins. II. Variation de l'importance relative des différentes régions corporelles de l'agneau de boucherie. **Annales de Zootechnie**, v.9, n.4, p.355-365, 1960.
- BONACINA, M.S.; OSÓRIO, M.T.M.; OSÓRIO, J.C.S.; et al. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel × Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.
- BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.2991-3000, 2013.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Instrução Normativa n. 3, de 17 de janeiro de 2000**. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Brasília, Seção 1, p.14-16, 2000.

BRESSAN, M.C.; JARDIM, N.S.; et al. Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de Capivara. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, v.24, n.3, p.357-362, 2004.

CALNAN, H. B.; JACOB, R.H.; et al. Selection for intramuscular fat and lean meat yield will improve the bloomed colour of Australian lamb loin meat. **Meat Science**, v.131, p.187-195, 2017.

CAMPOS, F.S.; CARVALHO, G.G.P.; et al. Influence of diets with silage from forage plants adapted to the semi-arid conditions on lamb quality and sensory attributes. **Meat Science**. v.124, p.61-68, 2017.

CARTAXO, F.Q.; SOUSA, WH.; et al. Características de carcaça determinadas por ultrassonografia em tempo real e pós-abate de cordeiros terminados em confinamento com diferentes níveis de energia na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.1, p.160-167, 2011.

CARVALHO, V.B.; LEITE, R.F.; 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.

CASEY, N.H.; WEBB, E.C. Managing goat production for meat quality. **Small Ruminant Research**, v.89, p.218-224, 2010.

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. 1 ed. Uberaba-MG: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 232 p.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). 2014. **Conjuntura especial**. Sisal 2014: Produção, Exportações e Preços em alta. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/detalhe.php?c=43167&t=2#this>. Acesso em 07/10/2017.

CONRAD, H.R., PRATT, A.D., HIBBS, J.W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physical and physiological factors with increasing digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.47, p.54-62, 1964.

COSTA, R. G.; PINTO, T.F.; et al. Meat quality of Santa Inês sheep raised in confinement with diet containing cactus pear replacing corn. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.41, n.2, p.432-437, 2012.

COSTA, R.G.; LIMA, C.A.C.; et al. Características de carcaça de cordeiros Morada Nova alimentados com diferentes níveis do fruto-refugo de melão em substituição ao milho moído na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.4, p.866-871, 2011.

CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, G.A.; LÔBO, R.N.B.; et al. Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, n.4, p.1208-1216, 2013.

FOLCH, J.; LESS, M.; STANLEY, S. A Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal Biological Chemistry**. v.226, p.497-509. 1957.

FONTENELE, R.M.; PEREIRA, E.S.; et al. Consumo de nutrientes e comportamento ingestivo de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com rações com diferentes níveis de energia metabolizável. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1280-1286, 2011.

GONZAGA NETO, S.; et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros deslanados Morada Nova em função da relação volumoso: concentrado na dieta<sup>1</sup>. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1487-1495, 2006.

GONZAGA NETO, S.; SILVA SOBRINHO, A.G.; RESENDE, K.T.; et al. Composição Corporal e Exigências Nutricionais de Proteína e Energia para Cordeiros Morada Nova. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2446-2456, 2005.

HAMMOND, J. **Principios de la explotación animal**. Zaragoza: Acríbia, 1966. 363 p.

HASHIMOTO, J. H.; OSÓRIO, J. C. S; et al. Qualidade de carcaça, desenvolvimento regional e tecidual de cordeiros terminados em três sistemas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.438-448, 2012.

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.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2017. **Pesquisa da Pecuária Municipal 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/economicas/agricultura-e-pecuaria/9107-producao-da-pecuaria-municipal.html>. Acesso em 17/01/2019.

IÑIGUEZ-COVARRUBIAS, G.; LANGE, S.E.; ROWELL, R.M. Utilization of byproducts from the tequila industry: part 1: agave bagasse as a raw material for animal feeding and fiberboard production. **Bioresource Technology**, v.77, p.25-32, 2001.

LEÃO, A.G.; SILVA SOBRINHO, A.G.; 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.

LIMA JUNIOR, D.M.; CARVALHO, F.F.R.; et al. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**. v.29, p.3-15, 2016.

McDONALD, P.; HENDERSON, A. R.; HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. New York: Chalcombe Publications, 1991. 339 p.

MEDEIROS, S.S. **Pecuária, Aquicultura e Apicultura - Semiárido brasileiro 2017**. Campina Grande-PB: Instituto Nacional do Semiárido, 2018. 112 p.

MONTE, A.L.S.; SELAIVE-VILLARROEL, A.B.; et al. Rendimento de cortes comerciais e composição tecidual da carcaça de cabritos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2127-2133, 2007.

MORTIMER, S. I.; VAN DER WERF, J.H.J.; et al. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. **Meat Science**, v.96, p.1016-1024, 2014.

MSHANDETE, A.M.; BJÖRNSSON, L.; et al. Effect of aerobic pre-treatment on production of hydrolases and volatile fatty acids during anaerobic digestion of solid sisal leaf decortications residues. **African Journal of Biochemistry Research**, v.2, p.111-119, 2008.

MUTHANGYA, M.; HASHIM, S.O.; et al. Auditing and characterisation of sisal processing waste: a bioresource for value addition. **Journal of Agricultural and Biological Science**, v.8, n.7, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242 p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washintgton, D.C.: National Academy of Press, 2007. 384 p.

OLIVEIRA, A.C; SILVA, R.R; et al. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.62, n.19, p.57-72, 2013a.

OLIVEIRA, J.P.F.; FERREIRA, M.A.; et al. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. v.31, n.4, p.529-536, 2018.

OLIVEIRA, M.V.M.; PÉREZ, J.R.O.; ALVES, E.L. Avaliação da composição de cortes comerciais, componentes corporais e órgãos internos de cordeiros confinados e alimentados com dejetos de suínos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1459-1468, 2002.

OLIVEIRA, P.B.; LIMA, P.M.T.; 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.

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.

OWENS, F.N.; DUBESKI, P.; HANSON, C.F. Factors that alter the growth and development of ruminants. **Journal of Animal Science**, v.71, p.3138-3150, 1993.

PALMQUIST, D.L. The feeding values of fat. In: TRIBE, E.; ORSKOV, R. (Eds.). **World animal science (Feedstuffs)**. Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1988. p.239-311.

PINTO, T.F.; COSTA, R.G.; et al. Use of cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) replacing corn on carcass characteristics and non-carcass components in Santa Inês lambs. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.40, n.6, p.1333-1338, 2011.

PITOMBO, R. S.; SOUZA, D. D. N.; et al. Qualidade da carne de bovinos superprecoces terminados em confinamento. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.65, p.1203-1207, 2013.

POLIDORI, P.; PUCCIARELLI, S.; et al. The effects of slaughter age on carcass and meat quality of Fabrianese lambs. **Small Ruminant Research**, v.155, p.12-15, 2017.

PURCHAS, R.W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A.Y. 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.

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

RICARDO, H.A.; FERNANDES, A.R.M.; et al. Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation. **Small Ruminant Research**, v.130, p.141-145, 2015.

ROSA, G. T.; PIRES, C.C.; et al. Crescimento 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.

ROTA, E.L.; OSÓRIO, M.T.M.; et al. Influência da castração e da idade de abate sobre as características subjetivas e instrumentais da carne de cordeiros Corriedale. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2397-2405, 2006.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. **Colloquium Agrariae**, v.2, p.32-45, 2006.

SANTOS, R.D.; PEREIRA, L.G.R.; et al. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, p.1502-1510, 2011.

SAÑUDO, C.; ENSER, M.E.; et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v.54, n.4, p.339-346, 2000.

SAÑUDO, C.; SIERRA, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, v.11, n.1, p.127-157, 1986.

SILVA SOBRINHO, A. G.; MANZI, G. M.; et al. Tissue Composition and Muscularity of Lamb Legs Fed with Sunflower Seeds and Vitamin E. **International Scholarly and Scientific Research e Innovation**, v.5, p.372-375, 2011.

SILVA SOBRINHO, A. G.; OSÓRIO, J. C. S. Aspectos quantitativos da produção de carne ovina. In: SILVA SOBRINHO, A. G.; SAÑUDO, C.; OSÓRIO, J. C. S.; ARRIBAS, M. M. C.; OSÓRIO, M. T. M. **Produção de carne ovina**. Jaboticabal: Funep, 2008. 228 p.

SILVA SOBRINHO, A.G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 302 p.

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, p.1070-1078, 2005.

SILVA, N.V. et al. Características de carcaça de ovinos alimentados com subproduto da goiaba. **Archivos de Zootecnia**. v.63, n.241, p.25-35, 2014.

SILVA, O.R.R.F.; CARVALHO, O.S.; et al. Peneira rotativa CNPA: uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal. Campina Grande: Embrapa Algodão (Embrapa Algodão. **Boletim de Pesquisa**, 36), 1998.

SOUZA, F.N.C.; SILVA, T.C.; RIBEIRO, C.V.D.M. Sisal silage addition to feedlot sheep diets as a water and forage source. **Animal Feed Science and Technology**, v.235, p.120-127, 2018.

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. Version 9.1. Cary: SAS Institute, USA. 2006.

TEIXEIRA, A.; BATISTA, S.; DELFA, R. et al. Lamb meat quality of two breeds with protected origin designation. Influence of breed, sex and live weight. **Meat Science**, v.71, n.2, p.530-536, 2005.

URBANO, S.A.; et al. Características de carcaça e composição tecidual de ovinos Santa Inês alimentados com manipueira. **Rev. Bras. Ciênc. Agrár.** Recife, v.10, n.3, p.466-472, 2015.

URRUTIA, O.; MENDIZABAL, J. A.; INSAUSTI, K.; et al. Effects of addition of linseed and marine algae to the diet on adipose tissue development, fatty acid profile, lipogenic gene expression, and meat quality in lambs. **PLOS ONE**, v.11, n.6, p.1-23, 2016.

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

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

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers. Ithaca: Cornell University, v.61, 1999. p.176-185.

WHEELER, T.T.; CUNDIFF, L.V.; KOCH, R. M. Effects of marbling degree on palatability and caloric content of beef. **Beef Research Progress Report**, v.71, p.133-134, 1995.

YANG, X.; CUSHMAN, J.C.; BORLAND, A.M.; et al. A roadmap for research on crassulacean acid metabolism (CAM) to enhance sustainable food and bioenergy production in a hotter, drier world. **New Phytologist**, v.207, p.491-504, 2015.

ZAMUDIO, D.M.; PINOS-RODRIGUEZ, J.M.; et al. Effects of Agave salmiana Otto Ex Salm-Dyck silage as forage on ruminal fermentation and growth in goats. **Animal Feed Science and Technology**, v.148, p.1-11, 2009.

ZEOLA, N.M.B.; SOUZA, P.A.; et al. Parâmetros qualitativos da carne ovina: um enfoque à maturação e marinação. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v.102, p.214-224, 2007.

ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; et al. Influência de diferentes níveis de concentrado sobre a qualidade da carne de cordeiros Morada Nova. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 97, p.175-180, 2002.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

O sisal é uma cultura extremamente adaptada à região semiárida e o Brasil é o maior produtor mundial de fibras desta agavácea. No processo de produção das fibras secas, é gerada imensa quantidade de resíduo, que pode ser melhor aproveitado na alimentação de ruminantes no semiárido, já que no semiárido a atividade pecuária, principalmente de pequenos ruminantes, é uma das maiores e rentáveis atividades devido às características edafoclimáticas desta região, que não permite a produção agrícola durante todo o ano ou até anos.

De um lado tem-se imensa quantidade de resíduos aproveitáveis para alimentação animal e de outro tem-se imenso quantitativo de pequenos ruminantes que sofrem com a estacionalidade de forragens, devido às secas periódicas que prejudicam a produção animal local.

Nesse contexto, o aprimoramento do aproveitamento dos resíduos do desfibramento do sisal na alimentação de ruminantes torna-se importante. Porém, como esse resíduo tem muita umidade para que possa ser utilizado na confecção de silagens, a utilização de aditivos absorventes de umidade passam a ser importantes para o melhor aproveitamento do resíduo do sisal, a exemplo de farelos de trigo e milho moído, entre outros, embora os produtores locais possam utilizar outros aditivos regionais e até outros resíduos para esta finalidade, como é o caso de palhadas secas (milho, feijão, etc). No entanto, pesquisas devem ser realizadas para confirmar tal assertiva.

De maneira geral, poucas pesquisas têm surgido com geração de conhecimentos e inovação com novos produtos e processos com a cultura do sisal em nosso país, principalmente com a mucilagem do desfibramento do sisal na alimentação de ruminantes.

Os resultados desta pesquisa poderão contribuir para o avanço do conhecimento científico e tecnológico sobre aspectos inexistentes ou explorados minimamente, com o aproveitamento destes resíduos na alimentação de ruminantes, no Brasil. Resultados estes

que poderão contribuir com a cadeia produtiva da pecuária e do sisal na região semiárida, através de ganhos econômicos e sociais, através do uso correto deste resíduo na forma de silagem, além de minimizar a pressão sobre os recursos naturais e seus efeitos na degradação ambiental no semiárido.