

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO CARMIM NA  
ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CRESCIMENTO**

**LEVI AUTO LOPES**

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO CARMIM NA  
ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CRESCIMENTO**

**LEVI AUTO LOPES**  
Zootecnista

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

**LEVI AUTO LOPES**

**PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO  
CARMIM NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CRESCIMENTO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco como requisito parcial para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – Orientador

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Ângela Maria Vieira Batista

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

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

L864p Lopes, Levi Auto  
Palma forrageira resistente à cochonilha do carmim na  
alimentação de ovinos em crescimento / Levi Auto Lopes. – 2019.  
84 f. : il.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.

Coorientador: Marcelo de Andrade Ferreira, Ângela Maria  
Vieira Batista.

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

Inclui referências.

1. Cactos 2. Carcaças 3. Desempenho 4. Digestibilidade  
I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Ferreira,  
Marcelo de Andrade, coorient. III. Batista, Ângela Maria Vieira,  
coorient. IV. Título

CDD 636

**LEVI AUTO LOPES**

**PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO CARMIM  
NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CRESCIMENTO**

Orientador:

---

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Comissão Examinadora:

---

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

Dr<sup>ª</sup>. Érica Carla Lopes da Silva  
Universidade Federal Rural de Pernambuco/PNPD

---

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior  
Universidade Federal de Alagoas

---

Prof. Dr. Robson Magno Liberal Vêras  
Universidade Federal Rural de Pernambuco/UAG

**RECIFE – PE  
JULHO – 2019**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

LEVI AUTO LOPES – filho de Ana Rosa Auto Lopes e Mucio Pina Lopes, nasceu em 12 de abril de 1990, na cidade de Maceió – AL. Em 2008 iniciou a graduação em Zootecnia no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (CECA/UFAL), obtendo o título de Bacharel em Zootecnia em 2013. Em março do mesmo ano ingressou no Mestrado na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, obtendo, em 2015, o título de Mestre. Em agosto deste ano ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (UFRPE), na área de Produção Animal, concluindo-o no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, com tese defendida em julho de 2019.

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus. Agradeço por tudo. Sempre presente em minha vida, sempre à frente de meus passos.

Aos meus pais, Ana e Mucio, e irmãos, Livia e Lucas, por todo amor e carinho, por serem a minha base de tudo, e por todo o suporte e compreensão.

À minha noiva Karine, pela cumplicidade, amor e carinho durante todos esses anos. Por me propiciar o anseio de estudar para atingir algo melhor. “Por dividir comigo todas as alegrias e tristezas desta jornada”.

À minha sogra, Dilma, pelo incentivo e por todo apoio e carinho.

Ao Prof. Francisco, pelas oportunidades, pelos seis anos de orientação e amizade, confiança, paciência, ensinamentos, e por sempre proporcionar todo o necessário para a realização desta tese.

Aos professores do PPGZ/PDIZ, em especial a Marcelo, Sherlanea e Ângela, por todas as co-orientações, contribuições e ensinamentos transmitidos durante toda a minha formação acadêmica e profissional.

Ao Prof. Dorgival, pela participação no exame de Qualificação e grande contribuição neste trabalho.

Ao casal de amigos Rogério e Waleska, por dividir conosco os altos e baixos desta jornada, por toda amizade e apoio.

Aos amigos Rodrigo, Daniel e Michel. Por serem o braço direito para realização desta pesquisa e por toda amizade. Hierarquia.

Às amigas Joana e Julyana, as chefes, que compartilharam todos os momentos da realização do experimento ao fim das análises laboratoriais e por toda amizade e paciência com todas as brincadeiras.

À Juliana Ferreira (Ju pequena), pela amizade e todo apoio na realização das pesquisas, do mestrado até hoje.

Aos amigos Ricardo, Tomás, Jasiel, Thalita, Gabi, Gustavo, Marina e Zé, pelo apoio e companheirismo, e a todos os colegas que dedicaram parte de seu tempo no comportamento, abate, cortes, coletas e análises.

À Professora Maria Inês Sucupira, pelo tempo dedicado, ensinamentos e auxílio na análise sensorial da carne, e por ter aberto as portas dos laboratórios de Economia Doméstica, assim como à Amanda, técnica de laboratório, pela disponibilidade e auxílio nas análises microbiológicas.

A toda a equipe sensorial, pelo empenho e determinação, em especial a Érica e Luciana, que lideraram e dedicaram todo seu tempo e possibilitaram a realização das análises, assim como a todos os participantes e julgadores.

Aos estagiários Guilherme, Jessica e Leticia, pelo auxílio na coleta de dados, no manejo, e, principalmente, pela colaboração no cuidado com os animais.

Aos funcionários Lebre e Pedro, pelo fundamental auxílio durante a execução do experimento.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE – e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ e PDIZ), pela oportunidade de realização do mestrado e doutorado, e por proporcionar todo crescimento profissional.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo financiamento do projeto de pesquisa. Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA) e a Djalma Cordeiro, pela concessão da Palma Orelha de Elefante Mexicana.

À concessão da bolsa de estudo. O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Muito obrigado a todos!



## SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas .....	x
Resumo Geral .....	xii
Abstract .....	xiv
Considerações Iniciais.....	16
Capítulo 1 – Referencial Teórico. Palma Forrageira Resistente à Cochonilha do Carmim .....	18
1. <i>Ovinocultura no Semiárido</i> .....	19
2. <i>Palma Forrageira</i> .....	21
2.1. <i>Cochonilha do Carmim</i> .....	22
2.2. <i>Principais Variedades de Palma Forrageira</i> .....	23
2.3. <i>Composição Bromatológica</i> .....	25
2.4. <i>Consumo e Digestibilidade</i> .....	28
2.5. <i>Degradabilidade Ruminal</i> .....	32
2.6. <i>Minerais e Oxalatos</i> .....	33
3. <i>Desempenho Produtivo de Ovinos Alimentados com Palma Forrageira</i> .....	34
Referências Bibliográficas .....	36
Capítulo 2. Genótipos de Palma Forrageira Resistentes à Cochonilha do Carmim na Alimentação de Ovinos .....	43
Resumo.....	44
Abstract .....	45
Introdução.....	46
Material e Métodos .....	47
Resultados .....	53
Discussão.....	55
Conclusão .....	58
Referências Bibliográficas .....	58

Capítulo 3. Componentes do Peso Corporal e Qualidade da Carne de Ovinos Alimentados com Genótipos de Palma Forrageira Resistentes à Cochonilha do Carmim.....	61
Resumo.....	62
Abstract .....	63
Introdução.....	64
Material e Métodos .....	65
Resultados .....	72
Discussão.....	78
Conclusão .....	81
Referências Bibliográficas .....	81
Considerações Finais e Implicações .....	84

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 1 – Referencial Teórico

#### Palma Forrageira Resistente à Cochonilha do Carmim

	<b>Página</b>
<b>Tabela 1.</b> Composição bromatológica das diferentes espécies e genótipos de palma forrageira .....	26
<b>Tabela 2.</b> Digestibilidade aparente de diferentes espécies e genótipos de palma forrageira .....	30

### Capítulo 2 - Genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim na alimentação de ovinos

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas (g/kg de MS). ..	48
<b>Tabela 2.</b> . Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais. ....	49
<b>Tabela 3.</b> Consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim. ....	53
<b>Tabela 4.</b> Variáveis comportamentais e parâmetros fisiológicos de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim. ....	54
<b>Tabela 5.</b> Desempenho e medidas de ultrassom de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim.....	55

### Capítulo 3 – Componentes do peso corporal e qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas (g/kg de MS). ..	66
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais. ....	67
<b>Tabela 3.</b> Contagem das principais colônias de bactérias das amostras do músculo <i>Longissimus lumborum</i> . ....	71
<b>Tabela 4.</b> Características de carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim.....	73

<b>Tabela 5.</b> Morfometria e avaliações subjetivas da carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim. ....	74
<b>Tabela 6.</b> Peso dos cortes comerciais de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim. ....	75
<b>Tabela 7.</b> Órgãos, vísceras e subprodutos de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim. ....	76
<b>Tabela 8.</b> Composição tecidual do pernil, parâmetros físico-químicos do músculo Longissimus lumborum e composição química do músculo <i>Semimembranosus</i> de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim. ....	77
<b>Tabela 9.</b> Análise sensorial da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim. ....	78

## PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO CARMIM NA ALIMENTAÇÃO DE OVINOS EM CRESCIMENTO

### RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar os efeitos dos genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) e Miúda (*Nopalea*) sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho, características qualitativas e quantitativas da carcaça, pesos e rendimentos dos componentes não constituintes da carcaça, parâmetros físico-químicos e análise sensorial da carne de ovinos em crescimento. Foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos inteiros, com seis meses de idade e peso médio inicial de aproximadamente  $22,0 \pm 2,9$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (Tifton, *Nopalea* e *Opuntia*) com doze repetições. O período experimental foi de 86 dias, com os primeiros 30 dias para a adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os demais 56 dias para avaliação e coleta de dados. O tratamento *Nopalea* promoveu maior ( $P < 0,05$ ) consumo de matéria seca (g/dia e % PV/dia), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade dos carboidratos totais, enquanto o Tifton apresentou elevado ( $P < 0,05$ ) consumo de fibra em detergente neutro (g/dia e % PV/dia) e digestibilidade do referido nutriente. Não foi observada diferença entre os tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre tempo de alimentação (TAL), entretanto, tempo de ruminação (TRU) e tempo de mastigação total (TMT) foram superiores ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam dieta Tifton. *Nopalea* proporcionou maior ( $P < 0,05$ ) eficiência de alimentação (EAL g MS/h) em comparação à dieta Tifton. A eficiência de ruminação (ERU g MS/h) também foi inferior para dieta Tifton, em comparação aos demais tratamentos. O desempenho dos animais foi semelhante ( $P > 0,05$ ). O tratamento *Nopalea* promoveu aumento ( $P < 0,05$ ) na área de olho de lombo final (UAOLF) em comparação ao Tifton. As dietas *Nopalea* e *Opuntia* aumentaram ( $p < 0,05$ ) em 3,3 kg o peso de corpo vazio dos animais e em 2,0 kg o peso da carcaça fria, em comparação ao Tifton. O rendimento de carcaça fria nas dietas com palma (*Nopalea* e *Opuntia*) foi maior ( $P < 0,05$ ) que os alimentados com Tifton. As dietas com palma (*Nopalea* e *Opuntia*) proporcionaram maior quantidade ( $P < 0,05$ ) de gordura interna e gordura na carcaça dos ovinos quando comparadas ao Tifton. As dietas com palma aumentaram ( $P < 0,05$ ) o peso do fígado dos

ovinos. A dieta *Nopalea* proporciona maior peso de pele quando comparada ao Tifton. A perna dos animais dos tratamentos com palma forrageira resistente à cochonilha do carmim, indiferente ao genótipo, apresentaram uma maior ( $P < 0,05$ ) deposição de gordura. Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros físico-químicos da carne como também na composição química. Na avaliação sensorial, a pontuação atribuída para a cor da carne no tratamento *Opuntia* foi maior ( $P < 0,05$ ), assim como sabor característico para o tratamento *Nopalea*, ambos em comparação ao Tifton. A palma Miúda pode proporcionar maior consumo e digestibilidade dos nutrientes. Os genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim avaliados elevam o peso, rendimento e engorduramento da carcaça de ovinos confinados.

**Palavras-chave:** Cactáceas. Carcaça. Consumo. Cortes. Desempenho. Digestibilidade.

## CACTUS CLADODES RESISTANT TO CARMINE COCHINEAL IN FEEDING GROWING LAMBS

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of cactus cladodes resistant to carmine cochineal cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) and Miúda (*Nopalea*) on nutrient intake and digestibility, ingestive behavior, performance, qualitative and quantitative carcass characteristics, weights and yields of non-carcass components, physicochemical parameters and sensory analysis of sheep meat growing. Thirty-six male Santa Inês sheep, six months old and with an initial average weight of approximately  $22.0 \pm 2.9$  kg, were distributed in a completely randomized design with three treatments (Tifton, *Nopalea* and *Opuntia*) with twelve replications. The experimental period was 86 days, with the first 30 days for adaptation of the animals to the facilities, diets and management, and the remaining 56 days for evaluation and data collection. *Nopalea* treatment promoted higher ( $p < 0.05$ ) dry matter intake (g/day and % BW/day), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN) and total carbohydrate digestibility, while Tifton showed high ( $P < 0.05$ ) neutral detergent fiber consumption (g/day and % BW/day) and digestibility of said nutrient. There was no difference between treatments ( $P > 0.05$ ) on feeding time (FT), however, rumination time (RT) and total chewing time (TCT) were higher ( $P < 0.05$ ) for the animals who received Tifton diet. *Nopalea* provided higher ( $P < 0.05$ ) feed efficiency (FE g DM/h) compared to Tifton diet. The rumination efficiency (RE g DM/h) was also lower for Tifton diet compared to other treatments. Animal performance was similar ( $P > 0.05$ ). *Nopalea* treatment promoted an increase ( $P < 0.05$ ) in the final loin eye area (FLEA) compared to Tifton. The *Nopalea* and *Opuntia* diets increased ( $P < 0.05$ ) the empty bodyweight of the animals by 3.3 kg and the cold carcass weight by 2.0 kg compared to Tifton. Cold carcass yield in cactus cladodes diets (*Nopalea* and *Opuntia*) was higher ( $P < 0.05$ ) than those fed with Tifton. Diets with cactus cladodes (*Nopalea* and *Opuntia*) provided a higher amount ( $P < 0.05$ ) of internal fat and fat in sheep carcass when compared to Tifton. Cactus cladodes diets increased ( $P < 0.05$ ) the weight of sheep liver. The *Nopalea* diet provides higher skin weight compared to Tifton. The leg of the animals treated with carmine-resistant fodder palm of carmine, indifferent to the genotype, presented a higher ( $P < 0.05$ ) fat deposition. There was no significant difference

( $P>0.05$ ) in the physicochemical parameters of the meat as well as in the chemical composition. In the sensory evaluation, the score attributed to meat color in the *Opuntia* treatment was higher ( $P<0.05$ ), as well as the characteristic flavor for the *Nopalea* treatment, both compared to Tifton. Spineless cactus Miúda can provide greater consumption and digestibility of nutrients. The evaluated cactus cladodes resistant to carmine cochineal increase the carcass weight, yield, and fat of confined sheep.

**Keywords:** Cactus. Carcass. Intake. Cuts. Performance. Digestibility.



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Uma das maiores dificuldades no desenvolvimento de novas tecnologias para o avanço da pecuária é a propagação do conhecimento, aceitação e finalmente adoção por parte dos produtores rurais. Dentre as várias tentativas de difusão de novas tecnologias para a nutrição animal no semiárido, a palma forrageira é provavelmente a mais consagrada.

Em suma, a palma forrageira é uma planta introduzida que se adaptou às condições edafoclimáticas do Nordeste, com elevado valor nutritivo e alta aceitabilidade por parte dos animais, substituta de alimentos tradicionais energéticos e/ou volumosos, de fácil manejo e propagação, baixo custo do kg de matéria seca, entre outros fatores, que a fizeram conquistar o apreço principalmente dos produtores de leite e de pequenos ruminantes da região.

Contudo, com a propagação, adensamento e intensificação do plantio, aliado a grandes períodos de seca, facilitou-se também a proliferação de sua praga, a cochonilha do carmim. Este inseto provocou diversos prejuízos nos palmais susceptíveis, dizimando milhares de hectares de palma, dos cultivares até então mais comumente utilizados, cv. Gigante e cv. Redonda.

Assim, visando conter o avanço e minimizar as perdas provocadas pela cochonilha do carmim para a palma forrageira foram desenvolvidos genótipos resistentes. Dentre eles, destacaram-se dois cultivares, a palma Miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck) e, mais recente, a palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* spp.). Todavia, o conhecimento dos efeitos da utilização deste cultivar na alimentação de ovinos em crescimento ainda é escasso.

Com o interesse de contribuir em busca de soluções relacionadas aos problemas da produção animal nas condições brasileiras, especialmente no Nordeste, este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar os efeitos dos genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim cv. Orelha de Elefante Mexicana e cv. Miúda na alimentação de ovinos em crescimento sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho, características qualitativas e quantitativas da

carcaça, pesos e rendimentos dos componentes não constituintes da carcaça, parâmetros físico-químicos e análise sensorial da carne.

Esta tese é composta por três capítulos, estruturados da seguinte forma:

Capítulo 1 - Referencial Teórico. Palma forrageira resistente à cochonilha do carmim;

Capítulo 2 - Genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim na alimentação de ovinos;

Capítulo 3 - Componentes do peso corporal e qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim.

**CAPÍTULO 1 – Referencial Teórico**

---

**PALMA FORRAGEIRA RESISTENTE À COCHONILHA DO  
CARMIM**

## Referencial Teórico

### 1. *Ovinocultura no semiárido*

No Brasil a pecuária tem o uso dominante das terras, sendo 158,66 milhões de hectares de pastagens (IBGE, 2017). O país tem a pecuária como uma das principais atividades da economia, constituindo-se como um grande exportador de carnes. A ovinocultura é uma das alternativas pecuária no país, que se concentra na região Nordeste, onde apresenta grande potencial produtivo e econômico, destacando-se como uma das principais atividades produtivas no semiárido. Entretanto, de forma semelhante aos outros países em desenvolvimento, a ovinocultura precisa superar diversas dificuldades de produção, que normalmente resultam em baixos índices produtivos.

O Nordeste abrange 18,27% do território brasileiro, possui uma área de 1.561.177,8 km<sup>2</sup>, destes 962.857,3 km<sup>2</sup> estão inseridos no denominado Polígono das Secas, delimitado em 1936 e revisado em 1951, dos quais 841.260,9 km<sup>2</sup> abrangiam o semiárido nordestino. A precipitação é irregular e variável, com grandes extensões abaixo de 800mm/ano até 1500mm/ano na zona da costa (CUNHA et al., 2015). A zona semiárida nordestina do Brasil enfrenta sérios ciclos de seca devido à posição geográfica e processos meteorológicos (LEMOS et al., 2018). É justamente da conjugação do meio ambiente adverso com a atividade econômica, basicamente dependente da natureza, que emerge a extrema vulnerabilidade desse sistema produtivo, sujeito a colapsos nas ocasiões climáticas desfavoráveis à produção. Daí, em parte, deriva a fragilidade da economia regional (FERREIRA, 2005).

Segundo o IBGE (2017), o Nordeste brasileiro concentra cerca de 64% (11,5 milhões) de ovinos do país, do total de 17,9 milhões de cabeças. A ovinocultura no Brasil é uma atividade pecuária em expansão, principalmente para produção de carne. Historicamente, a região Nordeste lidera a participação nacional na produção destes rebanhos; entretanto, apresenta baixos índices zootécnicos em comparação a outras regiões. A rusticidade natural desses animais foi fator preponderante para o sucesso na adaptação às condições no semiárido nordestino; contudo, as condições climáticas afetam diretamente a produtividade da espécie a região. Os ovinos criados no Nordeste são, em sua maioria, mestiços (sem padrão racial definido) adaptados, resultado do cruzamento

das raças introduzidas no período colonial. São animais tipicamente deslanados, criados para abate, que geralmente é feito com idade avançada.

De acordo com a FAO (2017), o Brasil teve produção de 88,5 mil toneladas de carne ovina, 5,5 milhões de animais abatidos e 16 kg de carne por animal em média. Apesar do potencial em pastagens, o Brasil não supre a demanda interna e ainda é um país importador de carne ovina, principalmente do Uruguai, Chile, Argentina e Nova Zelândia (MAPA, 2015). O consumo de carne de ovinos e caprinos no Brasil aumentou de 0,55 kg/hab./ano em 2003 para 0,62 kg/hab./ano em 2013. Entretanto, quando comparado com a produção (9,5 milhões de toneladas) e o consumo (39,25 kg/hab./ano) de carne bovina, a discrepância é muito evidenciada (FAO, 2013).

Como relatado anteriormente, embora a carne ovina represente apenas uma pequena participação na produção total de carne, a criação de ovinos tem relevância econômica e social nos países produtores (PONNAMPALAM et al., 2016), e apesar de sua importância socioeconômica, a ovinocultura no semiárido brasileiro demonstra pouco aproveitamento no potencial da região.

O sistema de produção animal baseado em pastagens é considerado a fonte mais econômica de nutrientes nos trópicos; contudo, o desempenho animal varia de acordo com a disponibilidade e qualidade de seus constituintes, principalmente na estação seca, assim como a escassez de forragem é um dos principais desafios da ovinocultura nas regiões áridas e semiáridas do mundo (MALECKY et al., 2017).

É notório que as condições edafoclimáticas do Nordeste inviabiliza a produção racional nos sistemas tradicionais de produção (a pasto), durante todo o ano, restando aos produtores a utilização de alimentos convencionais e/ou alternativos adaptados à região. Assim, são necessárias formas estratégicas de alimentação para os rebanhos, devendo-se considerar a necessidade de produção de volumoso suplementar e a utilização racional de alimentos. O uso de forragem adaptada às condições locais, aliado ao sistema de criação, visa melhorar o sistema de produção de carne para reduzir custos e minimizar o uso de grãos utilizados como para alimentação humana (CAMPOS et al., 2017).

Uma alternativa que vem sendo utilizada nas duas últimas décadas no semiárido brasileiro é a palma forrageira. Destaca-se no semiárido como uma das principais

forrageiras cultivadas para alimentação de ruminantes. Apresenta alta produtividade nessas regiões, além de alta tolerância a regiões áridas e semiáridas, com fotossíntese CAM e alta eficiência no uso da água (SILVA et al., 2014) e atributos nutricionais, como teor de umidade e conteúdo energético (BATISTA et al., 2003; COSTA et al., 2012). Diante da atual discussão sobre o aumento da temperatura global e contínuo declínio dos recursos hídricos do planeta, presume-se que a palma forrageira se revele ainda com maiores expectativas futuras para alimentação animal e também humana.

## 2. *Palma forrageira*

A palma forrageira pertence à família Cactaceae, possui cerca de 130 gêneros e 1.500 espécies (SANTOS et al., 2013). A utilização de espécies do grupo *Opuntia* e *Nopalea* nos sistemas produtivos consiste em uma importante alternativa para alimentação de ruminantes, pois suas características anatômicas e fisiológicas permitiram adaptação às condições edafoclimáticas nas regiões áridas e semiáridas. Atualmente, o Brasil é o país com maior cultivo da palma forrageira do mundo, com área estimada em 600 mil hectares (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013).

A palma apresenta grande diversidade genética, apesar de possuir o mesmo tipo fotossintético, os genótipos de cactos diferem em suas características morfológicas por possuírem diferentes tamanhos e estruturas de cladódios (BARBOSA et al., 2018). Da mesma maneira, o valor nutritivo da palma forrageira pode ser influenciado por uma gama de fatores adaptativos atribuídos a aridez, de modo que, segundo Batista et al. (2013), essas adaptações são capazes de modificar suas características químicas e podem ter diferentes implicações sobre o consumo de ração e a utilização dos diferentes nutrientes. Além dos fatores mencionados, pode-se destacar as diferenças fenotípicas entre as espécies, variedades ou genótipos da planta, adubação e tratos culturais, idade, cladódios e tempo de armazenamento após o corte, entre outros aspectos, que juntos terão diferentes implicações na nutrição animal.

Como todas as culturas agrícolas, a palma forrageira também está sujeita ao ataque de pragas, e vem sofrendo com infestações de Cochonilha do Carmim (*Dactylopius opuntiae*) durante a última década (FALCÃO et al., 2013). Recentemente prolongados períodos críticos de seca e escassez de forragem, como os que ocorreram nos anos de 2011 a 2013 no Nordeste, promoveram condições favoráveis para a proliferação deste

inseto-praga. A Cochonilha rapidamente se alastrou nos palmais, especialmente no estado de Pernambuco, cujas variedades mais cultivadas de palma forrageira estão entre as mais susceptíveis a infestação, e dizimou milhares de hectares de palma, prejudicando, assim, a pecuária e a economia regional.

### **2.1. Cochonilha do Carmim**

A cochonilha é um inseto da ordem dos hemípteros fitófagos e pertencentes à Família Dactylopiidae, que possui um único gênero, o *Dactylopius*, contendo nove espécies nativas do continente americano (RODRÍGUEZ et al., 2001). É relatado como importante fonte para produção de corante natural, ácido carmínico (ARUWA, et al., 2018), que é adicionado aos produtos alimentícios (LÓPEZ-PALACIOS et al., 2015); contudo, também considerados como praga invasora na Austrália, África do Sul e Brasil.

O ciclo de vida da cochonilha dura cerca de 90 dias, sujeito a variações, a depender principalmente da temperatura. Apresenta metamorfose completa. Do ovo eclode uma pequena larva denominada ninfa migrante, medindo 0,8 x 0,4 mm que se locomove rapidamente até as bordas da raquete, facilmente disseminadas pelo vento. As ninfas, ao se fixarem passam por vários estágios, originam adultos fêmeas e machos que copulam à maturidade. O inseto adulto macho é alado, semelhante a um pulgão, e morre logo após a cópula. As fêmeas desse gênero caracterizam-se por possuir corpo pequeno, de 1 a 6 mm de comprimento, coberto por secreção serosa branca como algodão e cheios do princípio colorante ácido carmínico, colocam de 400 a 600 ovos, e morrem após a postura (CHIACCHIO, 2008; MORENO et al., 2009).

Durante o ciclo de vida da cochonilha, com exceção à fase de ninfa migrante, as demais fases se fixam na palma forrageira. Segundo Cavalcanti et al. (2001), as cochonilhas sugam as raquetes da palma para alimentação e inoculam toxinas, o que resulta no enfraquecimento das plantas, provocando o amarelecimento e a queda dos cladódios. Em ataques mais severos, quando não é adotada medida de controle, podem ocorrer a morte da planta e a destruição do palmal.

Segundo Chiacchio (2008), a disseminação é feita de raquetes infestadas ou outras partes vivas da palma, pelo homem ou qualquer animal que transite nas lavouras atacadas, assim como pelo vento. Na superfície dos cladódios aparecem pequenas manchas brancas

semelhantes a algodão quando esmagadas liberam uma substância avermelhada, denominado carmim. O ataque da cochonilha também atrai formigas e facilita infestações secundárias, como de fungo fuliginoso, conhecido por fumagina.

Na literatura, o combate à praga da cochonilha é indicado de forma física, cortando os cladódios infestados, em situações de baixas infestações ou pequenos focos. Em casos de grandes áreas atacadas, é indicada a realização do controle químico; entretanto, por seu elevado custo e suas possíveis implicações ambientais, torna-se difícil, principalmente em virtude das condições socioeconômicas dos pequenos produtores rurais (VASCONCELOS et al., 2009).

A perda de produtividade pode alcançar até 100% do palmar, inviabilizando a pecuária, com sérios prejuízos para o agronegócio pecuário, em que essas cactáceas são eficientes suportes alimentares para as suas cadeias produtivas (CHIACCHIO, 2008). Nos estados da Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte, o ataque afetou de forma irrecuperável cerca de 70 mil hectares cultivados com a cultura (CÂNDIDO et al., 2013).

Dessa forma, a melhor alternativa de cultivo e utilização de palma forrageira em regiões atacadas por esse inseto é o plantio de genótipos resistentes (SILVA et al., 2018). Essa estratégia reduz a população do inseto a níveis toleráveis, cumulativamente. Plantas resistentes têm uma forte relação predador-presa e tendem a minimizar os danos causados por insetos ou patógenos em detrimento da perda de desempenho por meio de investimentos em defesas físicas e químicas (FALCÃO et al., 2013).

Na literatura são encontrados trabalhos com seleção de genótipos visando resistência à cochonilha do carmim. Identificou-se que os cultivares Miúda (*Nopalea cochenillifera* - Salm Dyck) e Orelha de Elefante Africana (*Opuntia undulata* Griffiths) (VASCONCELOS et al., 2009), bem como a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* spp.) (LOPES et al., 2010), apresentam resistência a essa praga e recomendam a utilização desses genótipos na implantação da cultura, principalmente na região de ocorrência da praga. No entanto, ainda precisam ser avaliados quanto ao seu valor nutricional e desempenho promovido quando utilizados na alimentação animal (ROCHA FILHO, 2012).

## **2.2. Principais Variedades de Palma Forrageira**



A literatura científica na última década de avaliação de palma forrageira na alimentação de ruminantes destaca, sobretudo, três variedades: Gigante, Miúda e mais recente o Orelha de Elefante Mexicana.

Gigante, Redonda e Clone IPA-20, [Gênero: *Opuntia* sp., (espécie: *Opuntia ficus indica*– Mill)]. Estes cultivares se destacam pela rusticidade, tolerância a secas intensas e a infestações da cochonilha de escamas *Diaspis echinocacti* (SANTOS et al., 2010a). A palma Gigante apresenta raquetes ovaladas de cor verde escura com 19 a 28 mm de espessura, 30 a 60 cm de comprimento, 20 a 40 cm de largura, pesando entorno de 1,8 kg e recobertas por uma camada de cera. Estas plantas têm porte arborescente com 3 a 5 m de altura (MARQUES et al., 2017). Entretanto, a ocorrência da cochonilha do carmim tem promovido acentuada redução das áreas de cultivo e da produção de palma forrageira dos cultivares Gigante, Redonda e o clone IPA 20, suscetíveis ao inseto (FERRAZ et al., 2017).

Palma Miúda [Gênero: *Nopalea* sp., (Espécie: *Nopalea cochenilifera* Salm-Dyck)]. O genótipo Miúda é um dos principais cultivados, principalmente por apresentar resistência à cochonilha do carmim. É considerada altamente palatável por ruminantes em comparação com outras variedades, porém apresenta uma menor resistência à seca (SILVA; SANTOS, 2006). Segundo Silva e Sampaio (2015), são plantas de porte pequeno e caule bastante ramificado. Sua raquete pesa cerca de 350 g, possuem quase 25 cm de comprimento, forma acentuadamente obovada (ápice mais largo que a base) e coloração verde intenso brilhante. É uma variedade mais exigente em fertilidade de solo e sensível à cochonilha de escama (SILVA; SANTOS, 2006; CAVALCANTI et al., 2008a). É mais exigente em umidade e temperatura noturna mais amena quando comparada aos outros cultivares (ROCHA FILHO, 2012).

Palma Orelha de Elefante Mexicana - OEM [Gênero: *Opuntia* sp., (espécie: *Opuntia strica* Haw.) ou *Opuntia* spp.]. Possui como principal característica resistência à infestação por cochonilha do carmim (VASCONCELOS et al., 2009). Apresenta espinhos, o que pode comprometer sua palatabilidade e dificultar seu manejo como planta forrageira (CAVALCANTI et al., 2008b). Entretanto, a palma OEM tem mostrado boas repostas agrônômicas, menos exigente em nutrientes, mais tolerante às condições de estresse hídrico e também tem apresentado maior produção de matéria seca por unidade

de área do que a palma Miúda. A variedade tem se destacado nas recentes pesquisas com bovinos leiteiros no que diz respeito aos efeitos na produção animal.

Aparentemente, alguns fatores que conferem a resistência às pragas, como lignificação, silicificação ou células epidérmicas mais espessas, não influenciam negativamente o valor nutritivo dos genótipos, visto que genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim mostram características nutricionais semelhantes ou melhores do que genótipos suscetíveis tradicionalmente usados (SANTOS et al., 2018).

### **2.3. Composição bromatológica**

Independente do gênero (*Opuntia* ou *Nopalea*), os principais genótipos de palma forrageira pesquisados para nutrição animal apresentam composição química com pequena variação (Tabela 1). Com médias de  $110\pm 27$  g/kg de Matéria Seca (MS),  $874\pm 42$  g/kg de Matéria Orgânica (MO),  $126\pm 42$  g/kg de Matéria Mineral (MM),  $48\pm 12$  g/kg de Proteína Bruta (PB),  $16\pm 5$  g/kg de Extrato Etéreo (EE),  $536\pm 72$  g/kg de Carboidratos Não-Fibrosos (CNF),  $256\pm 27$  g/kg de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDN) e  $169\pm 39$  g/kg de Fibra Insolúvel em Detergente Ácido (FDA).

**Tabela 1.** Composição bromatológica das diferentes espécies e genótipos de palma forrageira.

Referência	Palma Forrageira	MS g/kg	MO g/kg	MM g/kg	PB g/kg	EE g/kg	CNF g/kg	FDN g/kg	FDA g/kg
Silva et al. (2017)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	140	913	87	32	11	667	202	200
Lopes et al. (2017)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	83	789	211	75	18	460	236	-
Silva et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	94	881	119	60	12	547	262	-
Monteiro et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	150	910	90	35	-	574	257	-
Oliveira et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	109	844	156	44	14	534	243	146
Siqueira et al. (2018)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	139	860	140	41	15	523	277	-
Barros et al. (2017)	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	112	869	131	51	16	528	257	-
Silva et al. (2017)	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	127	914	86	33	12	642	227	172
Silva et al. (2018)	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	157	929	71	33	10	639	246	-
Monteiro et al. (2018)	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	123	914	86	55	-	550	259	-
Conceição et al. (2018)	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	105	802	198	55	12	406	291	-
Bispo et al. (2007)	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	93	882	118	49	24	480	328	241
Batista et al. (2009)	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	153	919	81	44	24	398	248	179
Pessoa et al. (2013)	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	93	880	120	38	24	527	290	225
	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	82	925	75	46	22	614	244	130
	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	96	848	152	46	17	539	246	128
Rocha Filho (2012)	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>4</sup>	74	815	185	59	16	504	236	140
	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	77	859	141	69	19	509	262	139
	<i>Opuntia undulata</i> Griffiths <sup>5</sup>	82	860	140	51	10	549	250	155

<sup>1</sup>cv. Orelha de Elefante Mexicana; <sup>2</sup>cv. Miúda; <sup>3</sup>cv. Gigante; <sup>4</sup>cv. IPA Sertânia; <sup>5</sup>cv. Orelha de Elefante Africana; Matéria seca (MS); matéria orgânica (MO); proteína bruta (PB); carboidratos não-fibrosos (CNF); fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Uma das principais características nutricionais da palma forrageira é o alto teor de CNF e baixo teor de lignina, os quais resultam em alta degradabilidade ruminal da MS (BATISTA et al., 2009). Isso desperta o interesse para sua utilização em substituição a concentrados energéticos, como o milho ou trigo (COSTA et al., 2012; FELIX et al., 2016; CONCEIÇÃO et al., 2018). Além disso, vale ressaltar que uma porção elevada do CNF é composta por amido, 200 g/kg MS em média (BATISTA et al., 2009), e pectina 72 g/kg MS em média (BATISTA et al., 2003b), que é considerada fibra solúvel, sua fermentação produz menos lactato, reduzindo o risco de acidose ruminal.

O teor de FDN da palma tem uma característica peculiar em relação a outras fontes de volumoso (ROCHA FILHO, 2012), sendo considerado de baixa efetividade, tornando-se necessário à sua associação com outra forragem para manter os níveis de fibra dentro do recomendável (FERREIRA et al., 2009). Segundo Batista et al. (2013), é importante ressaltar a necessidade de se adicionar um mínimo de 15 a 20% de uma fonte de fibra fisicamente efetiva, na base da MS, para otimizar o consumo de MS em dietas baseadas em palma forrageira. A substituição total da fonte de fibra efetiva por palma na dieta já foi relatada por diversos autores, em que todos os resultados comprovam decréscimo (linear ou quadrático) do CMS com o nível mais alto de substituição da fonte de fibra efetiva (BEZERRA, 2015; OLIVEIRA et al., 2017; BARROS et al., 2017; MACIEL et al., 2019).

O teor de PB da palma é insuficiente para o adequado desempenho animal; entretanto, a alta concentração de carboidratos solúveis na palma possibilita a incorporação de fontes de nitrogênio não proteico (NNP) com o objetivo de elevar o teor de proteína (FERREIRA et al., 2009), sendo comum a associação com ureia pecuária. A proporção de proteína verdadeira é baixa. Segundo Batista et al. (2003a), as diversas variedades de palma contêm em média altos níveis de proteína solúvel e baixos níveis de proteína insolúvel em detergente neutro e ácido, 57% da proteína bruta na palma forrageira é representado por PB solúvel, sendo que 71% dessa fração é de nitrogênio não proteico (NNP). Com relação ao EE, apesar de baixo, Abidi et al. (2009) relataram alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados em 67,7% do total de ácidos graxos presentes na palma forrageira. Aliado a isso, a rápida taxa de passagem pode favorecer a diminuição da biohidrogenação no rúmen, o que pode promover mudança desejável no perfil de ácidos graxos da carne e do leite de animais alimentados com palma forrageira.

#### 2.4. *Consumo e Digestibilidade*

A palma forrageira apresenta alta aceitabilidade e grandes quantidades podem ser voluntariamente consumidas (FERREIRA et al., 2009). Entretanto, devido a diferenças na composição química ou morfológica, como presença de espinhos, pode haver diferença entre espécies no efeito sobre a ingestão da ração, como também o nível de inclusão de palma na dieta, a participação de outros alimentos na ração ou a associação entre esses fatores, contribuam para essas diferenças (BATISTA et al., 2013).

Siqueira et al. (2017) avaliaram a inclusão de palma forrageira cv. Miúda em substituição ao feno de tifton para novilhos e relataram comportamento quadrático para o consumo de matéria seca (CMS) e matéria orgânica digestível (MOD), com valores máximos estimados de 8,89 e 5,75 kg/dia com inclusão máxima de palma em 339 e 418 g/kg, respectivamente. Em adição, Barros et al. (2017), avaliando a substituição total do feno tifton por palma (OEM) na dieta de novilhas encontraram decréscimo linear no consumo de MS de 4,5 para 3,65 kg/dia, respectivamente. Corroborando com Silva et al. (2018), ao substituir palma Miúda por OEM para vacas leiteiras, houve decréscimo linear de 14,3 para 12,9 kg/dia no CMS, como também 9,38 para 7,92 kg/dia de nutrientes digestíveis totais (NDT). Por outro lado, Monteiro et al. (2018) relatam que é possível substituir 100% de Miúda pelo genótipo OEM para vacas leiteiras de alta produção, sem prejuízo no consumo de MS e demais nutrientes, destacando o genótipo OEM como uma nova opção de forragem para pequenos sistemas pecuários em regiões semiáridas, proporcionando diversificação agrícola.

Oliveira et al. (2017) em estudo com a substituição total da fonte volumosa, cana-de-açúcar por palma forrageira cv. Miúda, para ovinos em crescimento, verificou decréscimo linear no consumo de 1,10 para 0,97 kg/dia. Costa et al. (2012) relataram os efeitos da substituição de milho por palma forrageira cv. Gigante no desempenho de cordeiros, sendo que o máximo CMS foi de aproximadamente 54,0% de palma em substituição na dieta, na qual a ingestão de MS alcançou 1,49 kg/dia, como também efeito quadrático para o consumo de NDT, estimado como máximo 0,904 kg/dia com 43,3% de palma. Não foi observado efeito na ingestão de cordeiros alimentados com palma forrageira cv. Miúda substituindo farelo de trigo (FELIX et al., 2016). Pessoa et al. (2013) relataram que diferentes suplementos (farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão ou

caroço de algodão) associados à palma forrageira cv. Gigante em dietas para ovinos não alterou o CMS.

Quando a palma forrageira é utilizada fixa na dieta também pode-se observar comportamentos distintos. Lopes et al. (2017), avaliando a substituição do feno de tifton por feno de alfafa em dietas com 400 g/kg de MS de palma Miúda para cabras leiteiras, relataram aumento do CMS, assim como Souza et al. (2009) avaliando a substituição do feno de tifton por casca de soja na dieta de caprinos com 600 g/kg de palma Gigante, relataram diminuição linear na ingestão de matéria seca. Entretanto, Ramos et al. (2013), associando diferentes fontes de fibra como feno de tifton, casca de soja e caroço de algodão à palma forrageira, relatam não influenciar o consumo de MS no presente estudo.

É importante ressaltar também que, de acordo com McDonald et al. (2011), o aumento no consumo de alimentos por um animal geralmente provoca um aumento na taxa de passagem da digesta, e, assim, o alimento é exposto à ação digestiva por um curto período de tempo e a digestibilidade pode ser reduzida.

Na Tabela 2 são apresentados os dados referentes à digestibilidade aparente da palma forrageira. De acordo com os dados da literatura citada, em média a digestibilidade da matéria seca (DMS) foi de  $658 \pm 78$  g/kg, matéria orgânica (DMO)  $699 \pm 57$  g/kg; proteína bruta (DPB)  $705 \pm 121$  g/kg; carboidratos não-fibrosos (DCNF)  $909 \pm 38$  g/kg e da fibra em detergente neutro (DFDN)  $509 \pm 64$  g/kg; em função de diferentes espécies e genótipos de palma forrageira.

**Tabela 2.** Digestibilidade aparente de diferentes espécies e genótipos de palma forrageira

Referência	Animal	Palma Forrageira	Palma Forrageira g/kg	Demais Volumoso g/kg	DMS g/kg	DMO g/kg	DPB g/kg	DCNF g/kg	DFDN g/kg
Lins et al. (2016)	Ovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	492	377	666	700	737	861	519
Siqueira et al. (2017)	Bovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	588	90	788	789	832	-	597
Lopes et al. (2017)	Caprino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	400	300	628	635	684	-	596
Silva et al. (2018)	Bovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	480	300	716	747	863	-	529
Cardoso et al. (2019)	Ovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	450	50	755	793	759	917	503
Silva et al. (2017)	Bovino	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	500	300	673	727	656	-	622
Barros et al. (2017)	Bovino	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	500	0	726	727	644	860	485
Monteiro et al. (2018)	Bovino	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	390	310	686	700	764	964	387
Silva et al. (2018)	Bovino	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	480	300	658	704	845	-	495
Misra et al. (2006)	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	309	ad lib.	463	-	315	-	452
Bispo et al. (2007)	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	560	90	695	715	708	881	526
Vieira et al. (2008)	Caprino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	765	50	700	740	707	870	550
Santos et al. (2010b)	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	730	150	679	728	709	-	613
Pessoa et al. (2013)	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	628	251	598	660	777	872	437
Ben Salem et al. (1996)	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Inermis	300	ad lib.	491	543	537	-	483
	Ovino	<i>Opuntia ficus indica</i> Mill <sup>3</sup>	400	585	631	660	686	948	423
	Ovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>2</sup>	400	585	664	691	703	934	506
Rocha Filho (2012)	Ovino	<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm-Dyck <sup>4</sup>	400	585	662	689	728	934	511
	Ovino	<i>Opuntia</i> spp. <sup>1</sup>	400	585	658	681	733	916	508
	Ovino	<i>Opuntia undulata</i> Griffiths <sup>5</sup>	400	585	627	656	705	945	437

<sup>1</sup>cv. Orelha de Elefante Mexicana; <sup>2</sup>cv. Miúda; <sup>3</sup>cv. Gigante; <sup>4</sup>cv. IPA Sertânia; <sup>5</sup>cv. Orelha de Elefante Africana; Digestibilidade da matéria seca (DMS); Digestibilidade da matéria orgânica (DMO); Digestibilidade da proteína bruta (DPB); Digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos (DCNF) e Digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN).

Todas as espécies de palma forrageira apresentam alta digestibilidade da MS, com pequena diferença entre elas (BATISTA et al., 2009), como também MO, PB e CNF. Diversos autores relatam aumento da digestibilidade da MS e/ou demais nutrientes (MO, PB, EE, CNF e CHTO) da dieta com a inclusão de palma forrageira (BISPO et al., 2007; COSTA et al., 2012; MONTEIRO et al., 2014; FELIX et al., 2015; LINS et al., 2016; CONCEIÇÃO et al., 2016; SIQUEIRA et al., 2017).

Os coeficientes máximos de digestibilidade da MO, PB, EE, CNF e CHTO da palma forrageira podem ser encontrados em diferentes níveis de inclusão e dependente da associação com demais ingredientes e categoria animal. Conforme relatado por McDonald et al. (2011), a digestibilidade de um alimento está intimamente relacionada à composição química, sendo a fração fibrosa que exerce maior influência, tanto em quantidade como em qualidade. Além disso, muitos outros fatores podem influenciar na digestibilidade, nível de consumo, efeito associativo, proporção dos ingredientes, processamento dos alimentos, além de outros fatores dependentes dos animais e do nível nutricional.

Rocha Filho (2012) verificou que DMS de diferentes genótipos foram semelhantes para ovinos, assim como Monteiro et al. (2018), substituindo palma Miúda por OEM para vacas em lactação. Ferreira et al. (2009) relatam a palma forrageira como muito digestível, apresentando coeficientes de digestibilidade *in vitro* na matéria seca da ordem de 74,4; 75,0 e 77,40% para as cultivares Redonda, Gigante e Miúda, respectivamente.

Entretanto, para os nutrientes PB e FDN, quando comparadas à digestibilidade das diferentes espécies, em função das distintas pesquisas, notam-se maiores médias para *Nopalea* Miúda (DPB 797±88 g/kg; DFDN 558±39 g/kg), seguido das espécies do gênero *Opuntia* OEM (DPB 728±83 g/kg; DFDN 499± 84 g/kg) e Gigante (DPB 650± 167 g/kg; DFDN 500± 75 g/kg).

Silva et al. (2018) relataram diminuição da DPB, avaliando a substituição de palma Miúda por OEM na dieta de vacas em lactação. Assim como Rocha Filho (2012), ao avaliar os efeitos dos diferentes genótipos de palma sobre o coeficiente de DPB para vacas em lactação, confirmou superioridade da DPB para palma Miúda em comparação a Gigante. O mesmo autor, em pesquisa com ovinos, relatou maior DPB para palma OEM em comparação a Gigante.



É válido ressaltar que aliado ao baixo teor de fibra efetiva em sua composição, a inclusão de palma na alimentação de ruminantes pode diminuir a DFDN da dieta. A associação de palma com concentrados elevar ao máximo a degradabilidade de CNF no rúmen, que pode favorecer a produção de ácidos graxos voláteis; entretanto, como também a mucilagem pode reduzir sua absorção e o acúmulo diminuir o pH ruminal, resultando em ambiente desfavorável ao crescimento dos microrganismos que degradam a referida fração, aliado ao aumento de taxa de passagem, e diminuição do tempo de colonização e degradação. Esses fatores associados podem resultar em efeitos prejudiciais a atividade fibrolítica microbiana.

A literatura também confirma que, em comparação, os diferentes genótipos de palma também podem divergir quanto a DFDN. Monteiro et al. (2018) relataram que a DFDN aumentou linearmente com a substituição da Miúda por OEM. Rocha Filho (2012) relatou superioridade na DFDN para os genótipos Miúda, OEM e IPA Sertânia em comparação a palma Gigante em dietas para ovinos como também para vacas leiteiras.

Monteiro et al. (2014), ao substituírem farelo de trigo por palma (Gigante) na dieta de novilhas, a DFDN diminuiu linearmente. Barros et al. (2017) explicam que a redução na DFDN pode ser associada pelo aumento do conteúdo da CNF e pela diminuição da fibra, com a substituição de tifton por palma (OEM). Corroborando também com Cavalcanti et al. (2006), que relataram a redução da DFDN devido a altos níveis de carboidratos solúveis no ambiente ruminal, avaliando o efeito da substituição do feno de Tifton por palma forrageira (Gigante).

Por fim, de acordo com Fotius et al. (2014), diferentes sequências de oferta dos ingredientes em dietas com palma forrageira não afetam o consumo de nutrientes; contudo, a sequência da oferta de palma e concentrado pela manhã, e feno e concentrado à tarde, independentemente do horário de fornecimento dos ingredientes, promove melhor digestibilidade dos nutrientes (MS, MO, FDN e CHOT).

## **2.5. Degradabilidade ruminal**

De acordo com Batista et al. (2009), todos os cultivares de palma forrageira apresentaram alta degradabilidade ruminal da MS, com poucas diferenças entre eles. Batista et al. (2003b) relataram desaparecimento *in situ* da MS de mais de 800 g/kg<sup>-1</sup> em

até 48h de incubação, justificando isso ao baixo teor de fibras e alto teor de carboidratos solúveis. Ainda, os mesmos autores relataram diferenças entre as variedades de palma avaliadas e descrevem ser decorrentes principalmente de diferentes padrões de fermentação dos carboidratos.

Batista et al. (2003b) relataram que 63% da FDN em média dos genótipos avaliados de palma forrageira desapareceram após 48h de incubação ruminal *in situ*. De tal maneira, a alta taxa de degradação na FDN pode ser atribuída à baixa concentração de lignina  $11,6 \text{ g/kg}^{-1}$  em média (BATISTA et al., 2009). Ainda, os mesmos autores relatam que as diferenças encontradas entre os estudos são provavelmente devido a diferenças nos materiais utilizados nas incubações *in situ* e a forma de processamento da palma.

Segundo Batista et al. (2003a), as variedades de palma apresentaram baixa fração solúvel, que variou de 17 a  $111 \text{ g/kg}^{-1}$  de PB. Isto é diferente de outras forragens, como leguminosas e fenos de gramíneas, em que a proteína solúvel constitui uma grande porção da PB total. A fração lentamente degradável ( $\text{g/kg}^{-1}$  de PB) e sua taxa de degradação foram semelhantes entre as variedades de palma e apresentaram uma média de  $900 \text{ g/kg}^{-1}$  de PB e  $9 \text{ \%}/\text{h}^{-1}$ , respectivamente.

A alta degradabilidade ruminal tem sido destacada por maximizar a capacidade fermentativa do rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana, a produção de ácidos graxos voláteis e, com consequência, a condução de nutrientes para o animal (FERREIRA, 2005). Contudo, em altos níveis de palma forrageira na alimentação de ruminantes a alta degradabilidade ruminal também é relatada por causar distúrbios digestivos, como enchimento e efeito laxativo (GEBREMARIAM, 2006).

## **2.6. Minerais e Oxalatos**

É relatado que a palma forrageira possui elevados teores de Ca, além de K e Mg (BATISTA et al., 2009), com formação de oxalatos, o que pode reduzir a absorção desses minerais, limitando o crescimento microbiano e a digestibilidade de diferentes ingredientes (BEN SALEM et al., 1996). Rekik et al. (2010) relataram teor de  $105,3 \text{ g/kg}$  MS de oxalato, o que pode tornar reduzida a disponibilidade de cálcio e outros minerais, como resultado do seu sequestro na forma de cristais de oxalato de cálcio (MCCONN; NAKATA, 2004).

A absorção de oxalato provoca elevações na excreção urinária deste composto, o que pode aumentar a precipitação de oxalato de cálcio e a formação de cálculos urinários. Segundo McConn e Nakata (2004), 75% dos cálculos urinários e renais contêm como principal componente oxalato de cálcio. Está bem estabelecido que o ácido oxálico apresenta grande afinidade com o cálcio e o magnésio, dificultando sua utilização pelo hospedeiro e microrganismos ruminais; de tal maneira, essa questão deve ser considerada durante a formulação de dietas com palma para ruminantes (BEN SALEM; ABIDI, 2009).

### 3. *Desempenho produtivo de ovinos alimentados com palma forrageira*

O efeito da palma forrageira sobre o desempenho produtivo depende de uma série de fatores, entre eles a concentração energética da dieta e do consumo de MS, os quais variam em decorrência de que alimento será substituído pela palma forrageira e do ajuste da dieta (BATISTA et al., 2013). A dieta também pode modificar diversas características da carcaça, parâmetros organolépticos da qualidade da carne, como composição físico-química e perfil de ácidos graxos (RAMIREZ-RETAMAL; MORALES, 2014).

A importância da nutrição na produção e características gerais da carcaça e da carne de pequenos ruminantes justifica a necessidade de estudos que investiguem a influência da dieta sobre a qualidade dos produtos finais destes animais. Além disso, mais estudos visam a descoberta de sistemas alternativos de alimentação adaptáveis às condições de criação de regiões áridas e semiáridas (GUSHA et al., 2015; PEREIRA et al., 2016).

Knupp et al. (2019), em meta-análise avaliando o efeito da palma forrageira sobre o desempenho de ovinos, relataram que, embora o consumo de MS, PB e FDN tenha diminuído com alta quantidade de palma na dieta (>500 g/kg de MS), o ganho de peso médio diário (GMD) permaneceu inalterado e a eficiência alimentar aumentou, mesmo em comparação com os animais sem palma forrageira na dieta. No entanto, o CMS e o GMD melhoraram em animais alimentados com quantidades baixas e médias de palma, o que significa que a palma forrageira pode ser oferecida a cordeiros de até 50% da dieta. Os mesmos autores ainda encontraram, em média, 197,7 g de GMD para ovinos alimentados com palma forrageira.

Andrade et al. (2016) avaliaram o efeito da substituição parcial ou total do feno de tifton 85 por palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) fresca ou desidratada,

sobre o desempenho e componentes do peso corporal de ovinos. De acordo com os autores, a substituição parcial ou total do feno de Tifton 85 por palma forrageira fresca ou desidratada, em dietas completas para ovinos, aumentou o peso dos componentes da carcaça fria e não-carcaça.

Ribeiro et al. (2017) relatam que dietas completas com silagem de milho podem ser substituídas por dietas contendo palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) associada ao bagaço de cana ou feno de Tifton em confinamento de ovinos, sem efeitos no desempenho, nos componentes do peso corporal ou na qualidade da carne.

Oliveira et al. (2018) recomendaram a substituição de cana-de-açúcar por palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) ao nível de 44% para cordeiros em terminação, considerando que este nível melhorou a maioria das características de carcaça, pesos e rendimentos de cortes comerciais e composição tecidual dos pernis.

Felix et al. (2015) avaliaram diferentes níveis de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) em substituição ao farelo de trigo em dietas para ovinos, sobre desempenho e as características de carcaça, e encontraram maiores valores para GMD e peso de carcaça fria ao nível de 66% de substituição (187 g/kg de MS). Em complemento ao estudo anterior, Abreu et al. (2018), avaliando a mesma dieta e seus efeitos na qualidade da carne de ovinos, relataram que a substituição total pode ser recomendada, visto que análises sensoriais indicam boa aceitação da carne, independentemente do nível de inclusão de palma.

Conforme descrito anteriormente, com base na literatura, o desempenho produtivo de ovinos alimentados com palma Miúda mostra-se positivo, em geral com melhoria significativa sobre as características avaliadas. Entretanto, ainda não foram reportados os efeitos do genótipo Orelha de Elefante Mexicana sobre as repostas produtivas de ovinos como desempenho, rendimento de carcaça, cortes comerciais e qualidade da carne de ovinos. Sendo assim, fica evidenciada a necessidade de mais pesquisas com este genótipo de palma resistente.

A utilização de palma forrageira já é uma realidade na alimentação de ruminantes em diversas regiões carentes de recursos hídricos em várias regiões do mundo, dentre estas o semiárido brasileiro, e já foi documentado, sendo apontada como alternativa a diversos alimentos convencionais empregados na nutrição animal. Assim, o entendimento

do valor nutritivo dos diferentes genótipos desta forragem é necessário para otimizar a nutrição de ruminantes e maximizar as respostas de desempenho produtivo.

Diante do exposto, uma vez que, tradicionalmente, nas principais regiões onde se criam ovinos, os palmais têm sido dizimados pela Cochonilha do Carmim, é preciso intensificar os estudos com genótipos de palma forrageira resistentes à praga, e assim garantir a manutenção deste alimento nas condições atuais do semiárido, o que se traduz em alimento consagrado para formulação de dietas eficientes para região.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDI, S.; SALEM, H. B.; VASTA, V.; PRIOLO, A. Supplementation with barley or spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. inermis) cladodes on digestion, growth and intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. **Small Ruminant Research**, v. 87, p. 9-16, 2009.
- ABREU, K. S. F. et al. Quality of meat from sheep fed diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). **Meat science**, v. 148, p. 229-235, 2019.
- ANDRADE, S. F. J. D. et al. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, p. 155-161, 2016.
- ARUWA, C. E.; AMOO, S. O.; KUDANGA, T. *Opuntia* (Cactaceae) plant compounds, biological activities and prospects—A comprehensive review. **Food Research International**, v. 112, p. 28-344. 2018.
- BARBOSA, M. L.; SILVA, T. G. F. D.; ZOLNIER, S.; FERREIRA, W. P. M. Environmental variables influencing the expression of morphological characteristics in clones of the forage cactus. **Revista Ciência Agronômica**, v. 49, p. 399-408, 2018.
- BARROS, L. J. A. et al. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers diets. **Tropical Animal Health Production**, v. 50, p. 149-154, 2017.
- BATISTA, Â. M. V.; CARVALHO, F. F. R.; FILHO, R. R. R. A. Palma forrageira na alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro. In: **Anais**. II Simpósio brasileiro de produção de ruminantes. 2013, Itapetinga: UESB, 2013.
- BATISTA, Â. M. V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland ecology & management**, v. 62, p. 297-301, 2009.
- BATISTA, A. M. V. et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal of Agronomy and crop Science**, v.189, p.123-126, 2003a.

BATISTA, A. M. V. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 83, p. 440-445, 2003b.

BEN SALEM, H.; ABIDI, S. Recent advances on the potential use of *Opuntia* spp. in livestock feeding. **Acta Horticulturae**, v. 811, p. 317-326, 2009.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; ABDOULI, H.; ØRSKOV, E. R. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v. 62, p. 293-299, 1996.

BEZERRA, S. B. L. Inclusão da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck) em dietas de ovinos em crescimento. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2015.

BISPO, S. V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1902-1909, 2007.

CAMPOS, F. S. 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.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMES, G. M. F.; LOPES, M. N.; XIMENES, L. J. F. Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Informe Rural**, ano VII, n.3, 2013.

CARDOSO, D. B. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 23-31, 2019.

CAVALCANTI, C. V. D. A. U. et al. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça holandesa em lactação. **Revista brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 689-693, 2008a.

CAVALCANTI, M. C. A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.). **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, p. 173-179, 2008b.

CAVALCANTI, C. V. A. et al. Forage cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) and urea in replacement of tifton hay (*Cynodon* spp) in lactating Holstein cows diet. 1. Digestibility. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 28, p. 145–152, 2006.

CAVALCANTI, V. A. L. B. et al. Controle das cochonilhas da palma forrageira. **Boletim IPA Responde**, n. 39, p. 1-2, 2001.

CHIACCHIO, F. P. B. Incidência da cochonilha do carmim em palma forrageira. **Bahia Agrícola**, v. 8, p. 12-14, 2008.

CONCEIÇÃO, M. G. et al. Can Cactus [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw] Cladodes Plus Urea Replace Wheat Bran in Steers' Diet? **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 31, p. 1627–1634, 2018.

CONCEIÇÃO, M. G. D. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus in sugarcane-based diets for steers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 158-164, 2016.

COSTA, R. G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, p. 13-17, 2012.

CUNHA, A. P. M.; ALVALÁ, R. C.; NOBRE, C. A.; CARVALHO, M. A. Monitoring vegetative drought dynamics in the Brazilian semiarid region. **Agricultural and forest meteorology**, v. 214, p. 494-505, 2015.

DUBEUX JÚNIOR, J. C.; SANTOS, M. V. F.; CAVALCANTE, M.; SANTOS, D. C. Potencial de la tuna en Sud América (Potential of cactus pear in South America). **Cactusnet Newsletter**, v. 13, p. 29-40, 2013.

FALCÃO, H. M. et al. Ecophysiological performance of three *Opuntia ficus-indica* cultivars exposed to carmine cochineal under field conditions. **Scientia horticultrae**, v. 150, p. 419-424, 2013.

FELIX, S. C. R. et al. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical animal health and production**, v. 48, p. 465-468, 2016.

FERRAZ, A. P. F.; ARRUDA, D. M. P.; MELLO, A. C. L. Pragas e Doenças. In: LIRA, M. A. **Palma Forrageira: Cultivo e Usos**. Cadernos do Semiárido: Riquezas e Oportunidades, Recife: CREAPE, 2017.

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

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, 2005.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. **Livestock Primary**. 2017. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QL>> Acesso em: jun. 2019.

\_\_\_\_\_. **Food Balance Sheets**. 2013. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/FBS>> Acesso em: out. 2018.

FOTIUS, A. C. A. et al. Estratégia de nutrientes para ovinos em distintas sequências de fornecimento alimentar em dieta a base de palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 15, p. 504-516, 2014.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**. v. 131, p. 42–51, 2006.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. The effect of *Opuntia ficus indica* and forage legumes based diets on goat productivity in smallholder sector in Zimbabwe. **Small Ruminant Research**, v. 125, p. 21-25, 2015.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Pesquisa Pecuária Municipal**. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/ppm/tabelas>>. Acesso em: jun. 2019.

KNUPP, L. S. et al. Meta-analysis of spineless cactus feeding to meat lambs: performance and development of mathematical models to predict dry matter intake and average daily gain. **Animal**, 1-8. 2019.

LEMOS, M. D. et al. Nutritional evaluation of forage cactus fertigated with domestic sewage effluent. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 476-486, 2018.

LINS, S. E. B. et al. Spineless cactus as a replacement for wheat bran in sugar cane-based diets for sheep: intake, digestibility, and ruminal parameters. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 45, p. 26-31, 2016.

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; ALBUQUERQUE, I. C.; BATISTA, J. L. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia spp.*) e (*Nopalea spp.*) resistentes à cochonilha-do-carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell, 1929) na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental – Espírito Santo do Pinhal**, v. 7, p. 204-215, 2010.

LOPES, L. A. et al. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) for dairy goats. **Small Ruminant Research**, v. 156, p. 7-11, 2017.

LÓPEZ-PALACIOS, C. et al. Inter-and intra-specific variation in fruit biomass, number of seeds, and physical characteristics of seeds in *Opuntia spp.*, Cactaceae. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 62, p. 1205-1223, 2015.

MACIEL, L. P. A. A. et al. Intake, digestibility and metabolism in sheep fed with increasing levels of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck). **Tropical animal health and production**, v. 51, p. 1717–1723, 2019.



MALECKY, M. et al. Effect of replacing alfalfa with processed potato vines on growth performance, ruminal and total tract digestibility and blood metabolites in fattening lambs. **Small Ruminant Research**, v. 146, p. 13-22, 2017.

MARQUES, O. F. C. et al. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno de Ciências Agrárias**, v. 9, p. 75-93, 2017.

MCCONN, M. M.; NAKATA, P. A. Oxalate reduces calcium availability in the pads of the prickly pear cactus through formation of calcium oxalate crystals. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 1371-1374, 2004.

MCDONALD, P. et al. **Animal Nutrition**. Pearson education. 2011.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. MAPA. **Estatísticas de Comércio Exterior do Agronegócio Brasileiro**. 2015. Disponível em: <http://indicadores.agricultura.gov.br/agrostat/index.htm> >. Acesso em: jun. 2018.

MISRA, A. K. et al. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**, v. 63, p. 125-134, 2006.

MONTEIRO, C. C. F. et al. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v. 59, p. 479-485, 2018.

MONTEIRO, C. C. F. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. **Tropical animal health and production**, v. 46, p. 1149-1154, 2014.

MORENO, C. K. C.; TECANTE, A.; CASAS, A. The *Opuntia* (Cactaceae) and *Dactylopius* (Hemiptera: Dactylopiidae) in Mexico: a historical perspective of use, interaction and distribution. **Biodiversity and Conservation**, v. 18, p. 3337-3355, 2009.

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

OLIVEIRA, J. P. F. et al. Spineless cactus as a replacement for sugarcane in the diets of finishing lambs. **Tropical animal health and production**, v. 49, p. 139-144, 2017.

PEREIRA, L. et al. Nutritional characteristics of lambs meat fed diets with cotton cake. **Journal of Food Quality**, v. 39, p. 140-149, 2016.

PESSOA, R. A. et al. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, p. 508-517, 2013.

PONNAMPALAM, E. N.; HOLMAN, B. W. B.; SCOLLAN, N. D. Sheep: meat. In B. CABALLERO, P. M.; FINGLAS, F.; TOLDRÁ (Eds.), **Encyclopedia of food and health**. Oxford, England: Elsevier Ltd, 450-457, 2016.

RAMÍREZ-RETAMAL, J.; MORALES, R. Influence of breed and feeding on the main quality characteristics of sheep carcass and meat: A review. **Chilean Journal of Agricultural Research**, v. 74, p. 225-233, 2014.

RAMOS, A. O. et al. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 4, 2013.

REKIK, M. et al. Supplementation of Barbarine ewes with spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) cladodes during late gestation-early suckling: Effects on mammary secretions, blood metabolites, lamb growth and postpartum ovarian activity. **Small Ruminant Research**, v. 90, p. 53-57, 2010.

ROCHA FILHO, R. R. Palma gigante e genótipos resistentes à cochonilha do carmim em dietas para ruminantes. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife, 2012.

RODRÍGUEZ, L. C.; MÉNDEZ, M. A.; NIEMEYER, H. M. Direction of dispersion of cochineal (*Dactylopius coccus Costa*) within Americas. **Antiquity**, v. 75, p. 73-77, 2001.

SANTOS, R. D. et al. Divergence in nutrient concentration, in vitro degradation and gas production potential of spineless cactus genotypes selected for insect resistance. **The Journal of Agricultural Science**, v. 156, p. 450-456, 2018.

SANTOS, D. D. et al. Estratégias para uso de cactáceas em zonas semiáridas: novas cultivares e uso sustentável das espécies nativas. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 15, p. 111-121, 2013.

SANTOS, M. D. et al. Palma forrageira. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: Ed. UFV, 2010a.

SANTOS, A. O. A. et al. Effects of Bermudagrass hay and soybean hulls inclusion on performance of sheep fed cactus-based diets. **Tropical animal health and production**, v. 42, p. 487-494. 2010b.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Nutritional Performance and Metabolic Characteristics of Cattle Fed Spineless Cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 20, p. 13-22, 2018.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal feed science and technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

SILVA, R. C. et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, p. 516-525, 2018.

SILVA, E. T. D. S. et al. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 761-767, 2017.

SILVA, R. R.; SAMPAIO, E. V. S. B. Palmas forrageiras *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera*: sistemas de produção e usos. **Revista Geama**, v. 1; p. 151-161, 2015.

SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, p. 2064-2071, 2014.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v. 7, p. 1-13, 2006.

SOUZA, E. J. et al. Effects of soybean hulls inclusion on intake, total tract nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Small ruminant research**, v. 85, p. 63-69. 2009.

VASCONCELOS, A. D. et al. Seleção de clones de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (*Dactylopius sp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, p. 827-831, 2009.

VIEIRA, E. L. et al. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient 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.

## **CAPÍTULO 2**

---

### **Genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim na alimentação de ovinos**

## Genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim na alimentação de ovinos

### RESUMO

Objetivou-se avaliar os efeitos dos genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) e Miúda (*Nopalea*) sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em crescimento. Foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos inteiros, com seis meses de idade e peso médio inicial aproximadamente de  $22,0 \pm 2,9$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (Tifton, *Nopalea* e *Opuntia*) com doze repetições. O período experimental foi de 86 dias, com os primeiros 30 dias para a adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os demais 56 dias para avaliação e coleta de dados. O tratamento *Nopalea* que promoveu maior ( $P < 0,05$ ) consumo de matéria seca (g/dia e % PV/dia), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT) e digestibilidade dos carboidratos totais, enquanto o Tifton apresentou elevado ( $P < 0,05$ ) consumo de fibra em detergente neutro (g/dia e % PV/dia) e digestibilidade do referido nutriente. Não foi observado efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre tempo de alimentação (TAL), entretanto, tempo de ruminação (TRU) e tempo de mastigação total (TMT) foram superiores ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam dieta Tifton. *Nopalea* proporcionou maior ( $P < 0,05$ ) eficiência de alimentação (EAL g MS/h) em comparação a dieta Tifton. A eficiência de ruminação (ERU g MS/h) também foi inferior para dieta Tifton, em comparação aos demais tratamentos. O desempenho dos animais foi semelhante ( $P > 0,05$ ). O tratamento *Nopalea* promoveu aumento ( $P < 0,05$ ) na área de olho de lombo final (UAOLF) em comparação ao Tifton. A adição de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim (*Nopalea*) na dieta de ovinos eleva o consumo de nutrientes, mas não influencia no desempenho dos animais. O ganho em peso de ovinos alimentados com palma, independente do genótipo, foi similar aos ovinos alimentados com feno de Tifton.

**Palavras-chave:** Cactáceas. Comportamento. Consumo. Desempenho. Digestibilidade.

## Genotypes cactus cladodes resistant to carmine cochineal in feeding lambs

### ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of genotypes cactus cladodes resistant to carmine cochineal cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) and Miúda (*Nopalea*) on nutrient intake and digestibility, ingestive behavior and performance of growing sheep. Thirty-six male Santa Inês sheep, six months old and with an initial average weight of approximately  $22.0 \pm 2.9$  kg, were distributed in a completely randomized design with three treatments (Tifton, *Nopalea* and *Opuntia*) with twelve replications. The experimental period was 86 days, with the first 30 days for adaptation of the animals to the facilities, diets and management, and the remaining 56 days for evaluation and data collection. *Nopalea* treatment promoted higher ( $P < 0.05$ ) dry matter intake (g/day and % BW/day), crude protein (CP), total digestible nutrients (TDN) and total carbohydrate digestibility, while Tifton showed high ( $P < 0.05$ ) neutral detergent fiber consumption (g/day and % BW/day) and digestibility of said nutrient. No effect of treatments ( $P > 0.05$ ) on feeding time (FT) was observed, however, rumination time (RT) and total chewing time (TCT) were higher ( $P < 0.05$ ) for animals that received Tifton diet. *Nopalea* provided higher ( $P < 0.05$ ) feed efficiency (FE g DM/h) compared to Tifton diet. The rumination efficiency (RE g DM/h) was also lower for Tifton diet compared to other treatments. Animal performance was similar ( $P > 0.05$ ). *Nopalea* treatment promoted an increase ( $P < 0.05$ ) in the final loin eye area (FLEA) compared to Tifton. The addition of cactus cladodes resistant to carmine cochineal (*Nopalea*) to the sheep diet increases nutrient intake but does not influence animal performance. Weight gain sheep fed cactus cladodes, regardless of genotype, were similar to Tifton hay-fed sheep.

**Keywords:** Cactus. Behavior. Intake. Performance. Digestibility.

## INTRODUÇÃO

O uso de recursos alimentares alternativos que estão prontamente disponíveis em regiões socialmente vulneráveis podem ser adotados como meio de aliviar a escassez de alimentos, especialmente em períodos de déficit (GUSHA et al., 2015). De tal modo, nos últimos anos tem havido um grande interesse na pesquisa da palma forrageira para alimentação animal e suas diferentes espécies e genótipos, pelo importante papel que desempenham no sucesso de sistemas agrícolas sustentáveis em zonas áridas e semiáridas por todo mundo.

A palma forrageira apresenta-se como uma boa alternativa alimentar para ovinos em região semiárida, o que contribui para o aumento na produtividade desses animais (WANDERLEY et al., 2012). Cardoso et al. (2019) também relatam que a inclusão da palma forrageira miúda na dieta com até 450 g/kg matéria seca melhora a eficiência microbiana, a utilização de nutrientes e o desempenho de cordeiros, assim como, de acordo com Costa et al. (2012), o aumento dos níveis de palma forrageira na dieta de ovinos favorece uma alta digestibilidade dos nutrientes.

Entretanto, nos últimos anos, a propagação da praga cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*) constituiu-se um fator limitante para o cultivo da palma forrageira, principalmente dos cultivares Redonda e Gigante, afetando diretamente sua produção. A utilização de genótipos resistentes tem se tornado estratégia necessária como alternativa de utilização da palma em regiões susceptíveis a esta praga, destacando-se dois cultivares: Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de Elefante Mexicana – OEM (*Opuntia* spp.) (SILVA et al., 2018).

Apesar de já serem conhecidos alguns benefícios da alimentação de pequenos ruminantes com palma forrageira (GUSHA et al., 2015; COSTA et al., 2012; GEBREMARIAM et al., 2006), mas respostas acerca da utilização dos genótipos resistentes à cochonilha do carmim ainda são limitadas, principalmente para Orelha de Elefante Mexicana. A composição química e, portanto, o valor nutritivo da palma forrageira pode ser influenciado por diversos fatores, e estes incluem as espécies e os genótipos (BATISTA et al., 2009). De tal modo, o nível de inclusão de palma na dieta, associações com diferentes ingredientes, diferenças anatômicas como a presença de espinhos, entre outros fatores, que terão diferentes implicações no plano nutricional e podem influenciar de forma direta ou indireta o desempenho animal.

Diante do exposto, hipotetizou-se que ovinos alimentados com palma Orelha de Elefante Mexicana apresentem respostas nutricionais e produtivas semelhantes aos alimentados com palma Miúda, e superiores aos alimentados com feno de gramínea. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos do uso da palma Miúda e palma OEM sobre consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho de ovinos em crescimento.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Caprinovinocultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no município de Recife (PE) e situado sob as coordenadas geográficas de 8°04'03''S e 34°55'00''W.

### *Animais, manejo e coleta de dados*

O manejo e os cuidados com os animais foram realizados de acordo com as diretrizes e recomendações do Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da UFRPE, sob o número de licença (142/2018). Para determinação do consumo de nutrientes e obtenção das amostras foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos inteiros, com seis meses de idade e peso médio inicial de aproximadamente  $22,0 \pm 2,9$  kg, distribuídos em três tratamentos e doze repetições, em delineamento inteiramente casualizado, com período experimental de 86 dias, sendo os 30 primeiros destinados à adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os 56 dias restantes para avaliação e coleta de dados e amostras. A área experimental destinada aos animais foi constituída de baias individuais, com dimensões de 1,0 m x 1,8 m, providos de bebedouros e comedouros, dispostas em aprisco coberto. Antes do início do experimento todos os animais foram identificados e submetidos ao controle de endoparasitas e vacinados contra clostridioses.

### *Dietas experimentais*

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, de forma a atender às exigências nutricionais de ovinos pesando 25 kg de peso corporal, visando um ganho médio diário de 200 g, aproximadamente, de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2007). As dietas experimentais consistiram de três tratamentos: “Tifton”; “*Nopalea*” – Palma forrageira cv. Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e



“*Opuntia*” - Palma forrageira cv. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* spp.) - OEM. Os ingredientes e composição química das dietas experimentais são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas (g/kg de MS).

	Feno de Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>	Farelo de Soja	Milho Moído
Matéria Seca <sup>1</sup>	895,5	123,6	97,2	882,7	877,1
Fração solúvel (a)	211,0	362,8	457,5	367,1	283,0
Fração insolúvel (b) <sup>2</sup>	434,4	515,0	558,1	620,0	850,3
kd (%/h) <sup>3</sup>	1,42	2,72	1,41	0,603	1,38
Degradação Efetiva	307,1	544,3	580,3	433,8	466,9
Proteína Bruta	86,0	40,0	55,0	487,0	85,0
Fração A	25,1	23,4	15,0	17,7	15,3
Fração B1+B2	26,7	42,1	58,4	76,6	70,1
Fração B3	42,1	16,2	16,1	3,1	8,3
Fração C	6,1	18,2	10,5	2,5	6,2
Matéria mineral	83,9	129,4	149,0	70,3	12,3
Matéria Orgânica	916,0	870,5	850,9	929,6	987,6
Extrato Etéreo	22,6	13,8	17,8	15,0	38,3
FDNcp	669,4	252,7	198,0	134,5	146,7
Fibra em detergente ácido	336,1	137,1	95,3	116,7	24,4
FDNi	214,2	73,9	70,0	8,2	13,7
Lignina	66,7	22,7	24,4	11,1	5,1
Carboidratos Não-Fibrosos	138,0	563,9	580,0	293,0	717,6
Carboidratos Totais	807,4	816,6	778,1	427,5	864,3

<sup>1</sup> g/kg na matéria natural; <sup>2</sup> Fração insolúvel potencialmente degradável; <sup>3</sup> Taxa de degradação da fração b; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido, para cinzas e proteína; FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível.

**Tabela 2.** . Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos (g/kg)		
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>
Feno de Tifton-85	600	150	150
Palma Miúda	0	450	0
Palma OEM	0	0	450
Milho	270	271	273
Farelo de soja	110	100	100
Ureia	5	14	12
Sal mineral <sup>1</sup>	15	15	15
Total	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)			
Matéria seca <sup>2</sup>	890,8	234,8	190,3
Fração solúvel (a)	243,4	303,8	346,4
Fração insolúvel (b) <sup>3</sup>	558,4	527,5	546,9
Kd (%/h) <sup>4</sup>	1,29	1,84	1,25
Degradação Efetiva	358,6	445,5	455,6
Matéria orgânica	924,0	904,2	895,3
Proteína bruta	142,1	141,8	143,2
Extrato etéreo	25,6	21,5	23,4
FDNcp	456,1	267,4	243,1
Fibra em detergente ácido	221,1	130,4	111,7
Carboidratos não fibrosos	300,2	473,4	485,8
Carboidratos totais	756,3	740,8	728,8
Lignina	42,6	22,8	23,5
Cinzas	76,0	95,8	104,7
Nutrientes digestíveis totais	648,2	709,8	632,7

<sup>1</sup> Nutrientes/kg do produto: Cálcio (Ca) = 140g; Fósforo (P) = 70g; Magnésio (Mg) = 1.320mg; Ferro (Fe) = 2.200mg; Cobalto (Co) = 140mg; Manganês (Mn) = 3.690mg; Zinco (Zn) = 4.700mg; Iodo (I) = 61mg; Selênio (Se) = 45mg; Enxofre (S) = 12g; Sódio (Na) = 148g; Flúor (F) = 700mg; <sup>2</sup> g/kg na matéria natural; <sup>3</sup> Fração insolúvel potencialmente degradável; <sup>4</sup> Taxa de degradação da fração b; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido, para cinzas e proteína; OEM – Orelha de Elefante Mexicana.

A palma forrageira foi triturada diariamente, em máquina própria (Laboremus®, FP1001N) para processamento de palma. O feno foi triturado em máquina forrageira com peneira de crivo de 8 mm, a fim de reduzir a seleção por parte dos animais. Todos os ingredientes eram misturados para fornecimento na forma de ração completa.

### *Análises bromatológicas*

Foram coletadas amostras dos ingredientes, sobras e fezes, e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C, por no mínimo 72 horas, sendo, posteriormente, moídas em moinho de facas tipo Willey, passando por peneira de crivo de 2,0 e 1,0mm e analisados seguindo as recomendações da AOAC (1990). Foram determinados os teores de matéria seca (MS, método 934.01), proteína bruta (PB, Kjeldahl N  $\times$  6,25, método 981.10), extrato etéreo (EE, método 920.39), matéria orgânica (MO, método 930.05), cinzas (MM, método 942.05) e lignina (973.18). A concentração de fibra em detergente neutro (FDN) foi analisada utilizando uma amilase termoestável (MERTENS, 2002) e corrigida para proteína (LICITRA et al., 1996) e cinzas. Contudo, neste estudo, as amostras foram acondicionadas em vasos de polietileno com 100 mL de detergente neutro e autoclavado (SENGER et al., 2008). A determinação do teor de fibra em detergente ácido (FDA) foi estabelecida de acordo com os estudos de Van Soest e Robertson (1985). O teor de carboidratos totais (CHOT) foi calculado segundo Sniffen et al. (1992) e os carboidratos não-fibrosos (CNF) conforme Hall (2000).

O nitrogênio não proteico (NNP – Fração A) e proteínas insolúveis em detergente neutro (PIDN) e ácido (PIDA – Fração C) foram determinados de acordo com Licitra et al. (1996). A fração de proteína verdadeira (B) foi sub-fracionada com base nas taxas de degradação ruminal em B1 (rapidamente degradável), B2 (intermediário degradável) e B3 frações (lentamente degradáveis) (SNIFFEN et al., 1992).

### *Consumo e digestibilidade dos nutrientes*

Para estimar o consumo voluntário, as sobras foram recolhidas e pesadas antes de cada arraçoamento. O consumo foi mensurado pela diferença entre a oferta de ração e as sobras de cada animal/dia, e a quantidade fornecida era ajustada diariamente, baseada na ingestão voluntária do animal com estimativa de sobras de 15%.

Para o ensaio de digestibilidade foram coletadas amostras de fezes por cinco dias consecutivos, em horários alternados (0; 2; 4; 6 e 8 horas) após o fornecimento das rações, diretamente na ampola retal. As amostras foram misturadas por animal para formar uma amostra composta para o período. Para estimativa da produção de matéria seca fecal foi utilizada como marcador a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Amostras de

1,0 grama do alimento concentrado e 0,5 g de feno, palma, fezes e sobras da dieta, foram incubadas por 264 horas no rúmen de um bubalino fistulado, segundo metodologia descrita por Casali et al. (2008). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, cujo resíduo foi considerado FDNi. A produção de matéria seca fecal foi estimada pela relação entre o consumo do indicador e sua concentração nas fezes. Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi utilizada a equação descrita por Weiss (1999), em que  $NDT = (PBd + FDNcpd + CNFd + EEd * 2,25)$ , em que: PBd = proteína bruta digestível, FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigido, para cinzas e proteína digestível, CNFd = carboidrato não fibroso digestível e EEd = extrato etéreo digestível.

A estimativa da degradabilidade da MS foi obtida pela técnica *in situ* de sacos de tecido-não-tecido (TNT - 100 g/m<sup>2</sup>), onde foram incubadas amostras dos alimentos em um ovino fistulado no rúmen. Os dados sobre o desaparecimento da matéria seca foram ajustados por regressão não-linear, que prediz a degradabilidade potencial (DP) dos alimentos por meio do modelo proposto por Mehez e Ørskov (1977):  $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ , em que a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável; e c = taxa de degradação da fração “b”. A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada segundo Ørskov e McDonald (1979):  $DE = a + ((b * c)/(c + k))$ , em que k = taxa estimada de passagem de sólidos no rúmen.

#### *Comportamento ingestivo*

As observações sobre o comportamento ingestivo dos animais foram realizadas utilizando o método de varredura instantânea proposto por Martin e Bateson (1993). Os animais foram observados a cada cinco minutos por 24 horas por dia, durante três dias consecutivos, iniciando imediatamente após a alimentação matinal, totalizando 72 horas de observação. As atividades registradas para cada cordeiro foram ruminção, alimentação e ócio.

As eficiências de alimentação e ruminção (g/h) de MS e FDN foram calculadas dividindo-se o consumo de cada um desses nutrientes pelo tempo total de alimentação (eficiência alimentar) ou tempo de ruminção (eficiência de ruminção).

### *Desempenho e medidas de ultrassom*

Os animais foram pesados no início e no final do período experimental para avaliação dos ganhos em peso, total e médio diário (GMD). O ganho de peso total (GPT) foi obtido pela diferença entre o peso corporal final (PCF) e peso corporal inicial (PCI):  $GPT = (PCF - PCI)$ , e a estimativa de ganho médio diário (GMD) foi obtida por meio da relação entre o GPT e o total de dias referentes ao período de desempenho até o abate. A conversão alimentar (CA) foi calculada pela relação entre o consumo de matéria seca (CMS) e o GMD.

No início do período experimental e anterior ao abate foram avaliados *in vivo* a área de olho de lombo (músculo *Longissimus dorsi*) e a espessura de gordura cobrindo este músculo, na 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> área da costela usando uma varredura ultrassônica, equipamento Pie Medical, modelo Águila com transdutor de 3,5MHz. O pelame na área de medição foi removido por tosquia. O transdutor foi colocado entre a 12<sup>a</sup> e a 13<sup>a</sup> costelas laterais à coluna vertebral e paralelo à costela para obter as medidas. Os animais foram manualmente imobilizados e foi utilizado gel acústico para contato entre a sonda e a pele. Todas as medidas foram feitas no lado esquerdo a quatro cm da coluna vertebral. As imagens digitalizadas foram mensuradas com auxílio do software *Imagej* para determinação da área de olho de lombo inicial (AOLI), final (AOLF) e espessura de gordura subcutânea (EGS).

### *Análise Estatística*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com o peso inicial dos animais como covariável. As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análises de variância, ao nível de significância de 5%, usando o Statistical Analysis System (SAS) versão 9.0 com o procedimento GLM, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij};$$

Em que  $Y_{ij}$  é a variável dependente observada;  $\mu$  é a média geral;  $T_i$  é o efeito do tratamento ( $i = 1$  a 3);  $\beta (X_{ij} - X)$  é o efeito da covariável; e  $e_{ij}$  é o erro experimental. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

## RESULTADOS

### *Consumo e digestibilidade dos nutrientes*

O tratamento *Nopalea* promoveu maior ( $p < 0,05$ ) consumo de MS (g/dia, % PV/dia), PB, NDT e digestibilidade dos CHOT, enquanto o Tifton apresentou maior ( $p < 0,001$ ) consumo de FDNcp (g/dia, % PV/dia) e digestibilidade do referido nutriente (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo e digestibilidade dos nutrientes da dieta de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim

Nutrientes	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
<i>Consumo (g/dia)</i>					
Matéria Seca	1129 ± 149b	1290 ± 175a	1172 ± 176ab	0,03	0,020
Matéria Orgânica	1041 ± 136b	1168 ± 155a	1055 ± 159ab	0,027	0,039
Proteína Bruta	170 ± 23b	192 ± 24a	168 ± 25b	0,004	0,010
FDNcp	473 ± 64a	331 ± 44b	282 ± 38c	0,016	<0,001
CNF	357 ± 46b	609 ± 85a	564 ± 90a	0,022	<0,001
NDT	728 ± 68b	916 ± 130a	740 ± 103b	0,023	0,001
<i>Consumo (% PV/dia)</i>					
Matéria Seca	3,92 ± 0,19b	4,34 ± 0,32a	3,94 ± 0,34b	0,06	0,002
FDNcp	1,64 ± 0,08a	1,11 ± 0,07b	0,95 ± 0,6c	0,051	<0,001
<i>Digestibilidade aparente (%)</i>					
Matéria Seca	67,97 ± 3,9b	75,14 ± 3,2a	68,15 ± 4,4b	0,87	0,001
Matéria Orgânica	70,01 ± 4,1b	77,50 ± 3,2a	71,17 ± 4,0b	0,84	<0,001
Proteína Bruta	71,50 ± 4,0ab	72,91 ± 4,2a	67,80 ± 5,8b	0,87	0,038
FDNcp	63,72 ± 3,7a	58,74 ± 2,8b	45,46 ± 6,2c	1,51	<0,001
CNF	77,86 ± 4,9b	86,49 ± 3,8a	83,62 ± 3,0a	0,89	<0,001

FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; NDT - Nutrientes digestíveis totais; CHTO - Carboidratos Totais; CNF - Carboidratos Não-Fibrosos; EMP - Erro padrão da média. As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos

Não foi observado diferença dos tratamentos ( $P>0,05$ ) sobre o tempo de alimentação (TAL), com valores médios de 3,5 h/dia (Tabela 4). Entretanto, o tempo de ruminação (TRU) e o tempo de mastigação (TMT) foram superiores ( $p<0,001$ ) para os animais que receberam dieta Tifton, não diferindo entre os tratamentos contendo palma (*Nopalea* e *Opuntia*). *Nopalea* proporcionou maior ( $P<0,05$ ) eficiência de alimentação (EAL g MS/h) em comparação à dieta Tifton; no entanto, não diferiu ( $P>0,05$ ) para ovinos alimentados com *Opuntia*, quando comparado aos demais tratamentos. A ERU (g MS/h) também foi inferior para dieta Tifton, em comparação aos demais tratamentos.

**Tabela 4.** Variáveis comportamentais de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim.

Variáveis	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
<i>Comportamento ingestivo</i>					
Alimentação (h/dia)	4,20 ± 1,25	3,19 ± 1,23	3,10 ± 0,79	0,210	0,072
Ruminação (h/dia)	8,15 ± 0,8a	6,29 ± 1,5b	5,41 ± 1,5b	0,301	0,001
Ócio (h/dia)	11,65 ± 1,6b	14,51 ± 2,4a	15,48 ± 2,0a	0,437	0,001
Mastigação (h/dia)	12,34 ± 1,6a	9,48 ± 2,4b	8,51 ± 2,0b	0,437	0,001
<i>Eficiência alimentar</i>					
EAL (g MS/h)	298 ± 105b	497 ± 185a	402 ± 111ab	0,033	0,040
EAL (g FDN/h)	125 ± 45	126 ± 49	97 ± 26	0,014	0,240
ERU (g MS/h)	141 ± 33b	218 ± 63a	241 ± 102a	0,008	0,007
ERU (g FDN/h)	59 ± 13	56 ± 16	58 ± 23	0,003	0,905

EAL (kg\MS h) – Eficiência de alimentação em função do consumo de MS; EAL (kg\FDN h) - Eficiência de ruminação em função do consumo de FDN; ERU (kg\MS h) - Eficiência de ruminação em função do consumo de MS; ERU (kg\FDN h) - Eficiência de ruminação em função do consumo de FDN; EMP - Erro padrão da média. As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### Desempenho e medidas de ultrassom

O desempenho dos animais foi semelhante ( $P>0,05$ ) entre as variedades de palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*) e a dieta Tifton (Tabela 5), com médias de 36,0 kg para o peso final; 13,4 kg para ganho de peso total; 240 g/dia ganho de peso diário e 5,34 de conversão alimentar.

Os resultados das medidas *in vivo* realizadas por ultrassonografia foram semelhantes ( $P>0,05$ ) para área de olho de lombo o inicial (UAOLI), como o esperado; contudo, em função das dietas experimentais, *Nopalea* promoveu aumento na área de olho de lombo final (UAOLF) em relação ao Tifton.

**Tabela 5.** Desempenho e medidas de ultrassom de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim

Variáveis	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
<i>Desempenho</i>					
Peso inicial (kg)	22,4 ± 3,1	22,6 ± 3,3	22,8 ± 2,2		
Peso final (kg)	35,0 ± 3,0	36,7 ± 5,0	36,5 ± 4,1	0,704	0,491
Ganho de peso total (kg)	12,6 ± 2,5	14,1 ± 5,2	13,7 ± 3,3	0,654	0,607
Ganho de peso diário (g/d)	225 ± 45	252 ± 93	245 ± 60	0,012	0,605
Conversão Alimentar	5,28 ± 1,4	5,68 ± 1,8	5,07 ± 1,3	0,265	0,512
AOLF (cm <sup>2</sup> )	9,93 ± 1,2b	12,46 ± 2,8a	11,65 ± 2,2ab	0,460	0,047
EGS (mm)	0,51 ± 0,09	0,55 ± 0,08	0,52 ± 0,11	0,02	0,525

AOLI - Área de olho de lombo inicial; AOLF - Área de olho de lombo final; EGS - Espessura de gordura subcutânea; EMP - Erro padrão da média.

## DISCUSSÃO

Em condição semelhante a este estudo, Vieira et al. (2008) relatam que, para maximizar a ingestão de palma forrageira, é necessário um mínimo de 150 g/kg MS de feno de Tifton aliado a uma quantidade adequada de proteína degradável. Ainda assim, segundo Gebremariam et al. (2006), a utilização de palma forrageira na alimentação de ovinos também provoca distensão abdominal. Todavia, de acordo com os dados encontrados para a degradabilidade e rápida taxa de passagem das dietas com palma forrageira (Tabela 2), o efeito de enchimento pode ser brando, e pequenas pausas de consumo podem ser suficientes para reduzir a distensão ruminal e o animal voltar a ingerir a ração. Vale ressaltar que, neste caso, a ingestão de MS pode ser relacionada à concentração energética e aos produtos da fermentação. Assim, quantidades excessivas de nutrientes podem limitar a ingestão devido a regulações fisiológicas (SIQUEIRA et al., 2017).

Rapisarda et al. (2012) relataram a preferência de cordeiros por alimentos que fornecem energia prontamente disponível, como amido. Esse fato pode ser relacionado à alta palatabilidade do tratamento *Nopalea*, o qual apresenta alto conteúdo de carboidratos



(SILVA et al., 2017) e em média 205 g/kg<sup>-1</sup> MS de amido (BATISTA et al., 2009), o que provavelmente poderia explicar o alto consumo de MS e NDT deste tratamento.

O menor consumo de FDNcp dos tratamentos com palma forrageira se deu em função da menor disponibilidade deste nutriente na composição das dietas, como também a diferença entre os genótipos, sobretudo *Opuntia*.

Batista et al. (2009), avaliando diferentes genótipos de palma forrageira, relataram alta degradabilidade ruminal da MS (701 g/kg<sup>-1</sup>), superiores aos valores encontrados no presente estudo. A suplementação de palma forrageira é referida por maximizar a capacidade de fermentação ruminal (COSTA et al., 2016), como também aumentar a síntese de proteína microbiana e produção de ácidos graxos voláteis (FERREIRA et al., 2009; TOSTO et al., 2015; MORAES et al., 2019). Entretanto, é provável que os diferentes genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim promovam diferentes padrões de fermentação ruminal, visto os efeitos das dietas sobre a maior digestibilidade de MS, PB, MO, FDN e CHOT para o tratamento *Nopalea*, em comparação a *Opuntia*. É possível que o padrão de fermentação deste genótipo (Miúda) na dieta de ovinos tenha acarretado melhor equilíbrio energia/proteína, maximizando a disponibilidade e o aproveitamento dos nutrientes para os microrganismos ruminais, conseqüentemente, suprindo ácidos graxos voláteis e proteína microbiana para o animal.

Todavia, indiferente ao genótipo, a fermentação ruminal de dietas com palma forrageira parece afetar ligeiramente a queda do pH (SIQUEIRA et al., 2018). O maior consumo e digestibilidade de CNF, dos tratamentos contendo palma forrageira, pode ter ocasionado uma redução do pH ruminal, devido a maior produção de ácidos graxos voláteis, reduzindo a atividade celulolítica e a digestibilidade da FDNcp, sobretudo para o tratamento *Opuntia*, o que pode ainda ter ocorrido restrição do acesso microbiano à proteína que está ligada a essa fração, diminuindo a digestibilidade da PB.

Pode-se considerar ainda, de acordo com os dados referentes ao fracionamento da proteína dos diferentes ingredientes, que apesar de *Nopalea* apresentar maior participação da fração indigestível (C), em comparação a *Opuntia*, também apresenta maior teor de nitrogênio não proteico (A) de rápida degradação, aliado à alta taxa de passagem de ambos os genótipos, parte da proteína verdadeira (B), que é superior na *Opuntia*, seja sobrepassante no rúmen, diminuindo o tempo de retenção e degradação, podendo assim,

reduzir a produção da proteína microbiana e digestibilidade deste nutriente. Mesmo comportamento foi confirmado por Silva et al (2018), avaliando genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim (Miúda e OEM) para vacas leiteiras, os quais também relatam maior consumo de PB e NDT, e maior digestibilidade MS, MO e PB para Miúda em comparação a OEM.

Para o comportamento ingestivo apresentado pelos animais, apesar do TAL semelhante entre os tratamentos, o tempo de ruminação, bem como o tempo de mastigação total foram reduzidos nas dietas com palma forrageira, em comparação ao Tifton. As taxas de ruminação são influenciadas pelo consumo total de FDN, o que pode ser relacionado com a retenção de conteúdo e preenchimento ruminal, que estimula a mastigação, corroborando com fatos anteriores mencionados. Os animais que consumiram *Nopalea* demonstraram maior EAL g MS/h (66,7%), em comparação ao Tifton, ou seja, consumiram maior quantidade de matéria seca por unidade de tempo, como também o aumento da ERU (g MS/h) para os tratamentos com palma está relacionado à redução da fibra efetiva das dietas e reflexo das taxas de degradação e fluxo ruminal.

Com o aumento do consumo de nutrientes proporcionado pelo tratamento *Nopalea* esperava-se reflexo no desempenho produtivo; contudo, visto a diferença já relatada anteriormente de enchimento ruminal e taxa da passagem das dietas, é provável que tenha ocorrido maior retenção de peso de conteúdo abiótico no trato gastrointestinal para tratamento Tifton, o que pode ter ocultado o ganho de peso esperado em tecidos muscular e adiposo. Estatisticamente, os animais ganharam quantidades semelhantes de peso absoluto por cada quilograma de matéria seca ingerida, consumindo Tifton, *Nopalea* e *Opuntia*.

Apesar do peso final (PF) semelhante entre os animais, foi possível observar maior indicativo de desenvolvimento muscular pela AOLP para o tratamento *Nopalea*, prévio ao abate. De acordo com diversos autores (SILVA 2017; AKDAG et al. 2015; EMENHEISER et al., 2014), é possível observar alta correlação positiva entre as medidas de ultrassom *in vivo* e a composição da carcaça, confirmando a importância desta ferramenta na predição de carcaça.

## CONCLUSÃO

A adição de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim (*Nopalea*) na dieta de ovinos eleva o consumo de nutrientes, mas não influencia no desempenho dos animais. O ganho em peso de ovinos alimentados com palma, independente do genótipo, foi similar aos ovinos alimentados com feno de Tifton.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKDAG, F. et al. Prediction of carcass composition by ultrasonic measurement and the effect of region and age on ultrasonic measurements. **Small Ruminant Research**, v.133, p. 82-87, 2015.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official methods of analysis**, 15th ed. Arlington, VA: AOAC International; 1990.

BATISTA, Â. M. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland ecology & management**, v. 62, p. 297-301, 2009.

CARDOSO, D. B. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 23-31, 2019.

CASALI, A. O. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 335-342, 2008.

COSTA, C. T. F. et al. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. **Livestock Science**, v. 188, p. 55-6, 2016.

COSTA, R. G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, p.13-17, 2012a.

EMENHEISER, J. C. et al. Use of ultrasound scanning and body condition score to evaluate composition traits in mature beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 92, p. 3868–3877, 2014.

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

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef

(*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 42–51, 2006.

GUSHA, J.; HALIMANI, T. E.; KATSANDE, S.; ZVINOROVA, P. I. The effect of *Opuntia ficus indica* and forage legumes based diets on goat productivity in smallholder sector in Zimbabwe. **Small Ruminant Research**, v. 125, p. 21-25, 2015.

HALL, M. B. **Calculation of Non-structural Carbohydrate Content of Feeds That Contain Non-protein Nitrogen**. University of Florida, Gainesville, 2000.

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

MARTIN, P.; BATESON P. **Measuring behavior: an introductory guide**. 2th ed. Cambridge University Press, New York, 1993.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R. A study of artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **The Journal of Agricultural Science**, v. 88, p. 645-650, 1977.

MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC international**, v. 85, p. 1217–1240, 2002.

MORAES, G. S. O. et al. Cactus [*Opuntia stricta* (Haw.) Haw] cladodes and corn silage: How do we maximize the performance of lactating dairy cows reared in semiarid regions?. **Livestock Science**, v. 221, p. 133-138, 2019.

NRC, National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and New World camelids**. 7th ed., D.C.: National Academy Press, Washington, 2007. 384p.

ØRSKOV, E. R.; MC DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **The Journal of Agricultural Science**, v. 92, p.499-503, 1979.

RAPISARDA, T. et al. Volatile organic compounds and palatability of concentrates fed to lambs and ewes. **Small Ruminant Research**, v. 103, p.120-132, 2012.

SENGER, C. C. D. et al. Evaluation of autoclave procedures for fibre analysis in forage and concentrate feedstuffs. **Animal Feed Science and Technology**, v.146, p.169–174, 2008.

SILVA, E. T. D. S. et al. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, p. 761-767, 2017.

SILVA, R. C. et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, p. 516-525, 2018.

SILVA, S. R. Use of ultrasonographic examination for in vivo evaluation of body composition and for prediction of carcass quality of sheep. **Small Ruminant Research**, v. 152, p. 144–157, 2017.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

SIQUEIRA, M. C. B. et al. Nutritional Performance and Metabolic Characteristics of Cattle Fed Spineless Cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, v. 20, p. 13-22, 2018.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, p. 3562–3577, 1992.

TOSTO, M. S. L. et al. In vitro rumen fermentation kinetics of diets containing oldman saltbush hay and forage cactus, using a cattle inoculum. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 67, p. 149-158, 2015.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ithaca: Cornell University; 1985.

VIEIRA, E. L. et al. Effects of hay inclusion on intake, in vivo nutrient 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.

WANDERLEY, W. L. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 444-456, 2012.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, pp. 176-185, 1999.

### **CAPÍTULO 3**

---

**Componentes do peso corporal e qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim**

## **Componentes do peso corporal e qualidade da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) e palma Miúda (*Nopalea*) sobre as características qualitativas e quantitativas da carcaça, pesos e rendimentos dos componentes não-constituintes da carcaça, parâmetros físico-químicos e análise sensorial da carne de ovinos confinados. Foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos inteiros, com peso inicial de  $22,0 \pm 2,9$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, sendo três tratamentos (Tifton, *Nopalea* e *Opuntia*), com doze repetições e abatidos após 56 dias de confinamento, para obtenção das amostras. As dietas *Nopalea* e *Opuntia* aumentaram ( $p < 0,05$ ) em 3,3 kg o peso de corpo vazio dos animais e em 2,0 kg o peso da carcaça fria em comparação ao Tifton. O rendimento de carcaça fria nas dietas com palma (*Nopalea* e *Opuntia*) foi maior ( $p < 0,05$ ) que os alimentados com Tifton. As dietas com palma (*Nopalea* e *Opuntia*) proporcionaram maior quantidade ( $P < 0,05$ ) de gordura interna e gordura na carcaça dos ovinos quando comparadas ao Tifton. As dietas com palma aumentaram ( $P < 0,05$ ) o peso do fígado dos ovinos. A dieta *Nopalea* proporciona maior peso de pele quando comparada com Tifton. Os pernis dos tratamentos com palma forrageira resistente à cochonilha do carmim, indiferente ao genótipo, apresentaram uma maior ( $P < 0,05$ ) deposição de gordura (kg; %). Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) nos parâmetros físico-químicos da carne (*Longissimus lumborum*), como também na composição química (*Semimembranosus*) entre os tratamentos. Na avaliação sensorial, a pontuação atribuída para a cor da carne no tratamento *Opuntia* foi maior ( $P < 0,05$ ), assim como sabor característico para o tratamento *Nopalea*, ambos em comparação ao Tifton. A palma forrageira, independente da variedade, eleva o peso, rendimento e engorduramento da carcaça de ovinos confinados. Os genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim são alternativas nutricionais para ovinos em áreas infestadas por esta praga.

**Palavras-chave:** Carcaça. Composição tecidual. Cordeiros. Constituintes não-carcaça. Cortes cárneos. *Nopalea*.

**Components of body weight and meat quality of lambs fed genotypes cactus cladodes resistant to carmine cochineal**

**ABSTRACT**

The objective of this study was to evaluate the effects of Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*) and Miúda (*Nopalea*) cactus cladodes on the qualitative and quantitative carcass characteristics, weights and yields of carcass non-constituent components, physicochemical parameters and meat sensory analysis of confined sheep. Thirty-six male Santa Inês sheep, with an initial weight of  $22.0 \pm 2.9$  kg, were distributed in a completely randomized design, with three treatments (Tifton, *Nopalea* and *Opuntia*), with twelve replications and slaughtered after 56 days, containment for obtaining the samples. *Nopalea* and *Opuntia* diets increased ( $P < 0.05$ ) the empty bodyweight of the animals by 3.3 kg and the cold carcass weight by 2.0 kg compared to Tifton. Cold carcass yield in cactus cladodes diets (*Nopalea* and *Opuntia*) was higher ( $P < 0.05$ ) than those fed with Tifton. Diets with cactus cladodes (*Nopalea* and *Opuntia*) provided a higher amount ( $P < 0.05$ ) of internal fat and fat in sheep carcass when compared to Tifton. Cactus cladodes diets increased ( $P < 0.05$ ) the weight of sheep liver. The *Nopalea* diet provides higher skin weight compared to Tifton. Genotypes indifferent to the cactus cladodes resistant to carmine cochineal treatments showed higher ( $P < 0.05$ ) fat deposition (kg; %). There was no significant difference ( $P > 0.05$ ) in the physicochemical parameters of meat (*Longissimus lumborum*), as well as in the chemical composition (*Semimembranosus*) between treatments. In the sensory evaluation, the score attributed to meat color in the *Opuntia* treatment was higher ( $P < 0.05$ ), as well as the characteristic flavor for the *Nopalea* treatment, both compared to Tifton. Cactus cladodes, regardless of variety, increase the weight, yield and carcass fat of confined sheep. Genotypes cactus cladodes resistant to carmine cochineal are nutritional alternatives for sheep in areas infested with this plague.

**Keywords:** Carcass. Tissue composition. Lambs. Non-carcass constituents. Meat cuts.



## INTRODUÇÃO

A palma forrageira destaca-se como alimento estratégico para pequenos ruminantes criados em zonas áridas e semiáridas. Essa cactácea possui teores elevados de carboidratos não-fibrosos (523 g/kg MS), baixo teor de fibra insolúvel em detergente neutro (94,7 g/kg MS) e alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (608 g/kg MS) (SIQUEIRA et al., 2017; COSTA et al., 2012a).

No entanto, a disseminação da cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae*), uma praga debilitante da cultura da palma forrageira, constitui um fator limitante para produção dessa forrageira em áreas da África, América e Ásia. Nesse contexto, foram desenvolvidos genótipos resistentes à cochonilha do carmim, destacando-se dois cultivares: Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de Elefante Mexicana (OEM) (*Opuntia* spp.).

Especificamente para genótipos de palma resistentes à cochonilha do carmim, alguns estudos foram conduzidos com cultivar Miúda na terminação de ovinos (CARDOSO et al., 2019a; OLIVEIRA et al., 2018; FELIX et al., 2016; COSTA et al., 2012b). Contudo, são inexistentes estudos avaliando a palma OEM na terminação de ovinos. Alguns indícios (SILVA et al., 2018; MONTEIRO et al., 2018) apontam potencial da palma OEM em substituir a palma Miúda na dieta de bovinos leiteiros.

Assim, hipotetizou-se que ovinos alimentados com palma OEM apresentam características de carcaça e carne semelhantes aos alimentados com palma Miúda e superiores aos alimentados com feno de gramínea. Portanto, objetivou-se avaliar os efeitos do uso da palma Miúda e palma OEM sobre as características qualitativas e quantitativas da carcaça, pesos e rendimentos dos componentes não-constituintes da carcaça, parâmetros físico-químicos e análise sensorial da carne de ovinos confinados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Caprinovinocultura da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado no município de Recife (PE) e situado sob as coordenadas geográficas de 8°04'03''S e 34°55'00''W.

### *Animais e dietas experimentais*

O manejo e os cuidados com os animais foram realizados de acordo com as diretrizes e recomendações do Comitê de Ética em Uso Animal (CEUA) da UFRPE, sob o número de licença (142/2018). Para determinação do consumo de nutrientes e obtenção das carcaças, foram utilizados 36 ovinos da raça Santa Inês, machos inteiros, com seis meses de idade e peso médio inicial aproximadamente de  $22,0 \pm 2,9$  Kg, distribuídos em três tratamentos e doze repetições, em delineamento inteiramente casualizado, com período experimental de 86 dias, sendo os 30 primeiros destinados à adaptação dos animais às instalações, às dietas e ao manejo, e os 56 dias restantes para avaliação e coleta de dados. A área experimental destinada aos animais foi constituída de baias individuais, com dimensões de 1,0 m x 1,8 m, providas de bebedouros e comedouros, e dispostas em aprisco coberto. Antes do início do experimento, todos os animais foram identificados e submetidos ao controle de endoparasitas e vacinados contra clostridioses.

As dietas foram formuladas para serem isonitrogenadas, de forma a atender às exigências nutricionais de ovinos pesando 25 kg de peso corporal, visando a um ganho médio diário de 200 g, aproximadamente, de acordo com as recomendações nutricionais do NRC (2007). As dietas experimentais consistiram de três tratamentos: Feno de Tifton; Palma forrageira *cv.* Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) - Miúda e *cv.* Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia* spp.) - OEM. Os ingredientes e composição química das dietas experimentais são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas (g/kg de MS)

	Feno de Tifton-85	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>	Farelo de Soja	Milho Moído
Matéria Seca <sup>a</sup>	895,5	123,6	97,2	882,7	877,1
Proteína Bruta	86,0	40,0	55,0	487,0	85,0
Matéria mineral	83,9	129,4	149,0	70,3	12,3
Matéria Orgânica	916,0	870,5	850,9	929,6	987,6
Extrato Etéreo	22,6	13,8	17,8	15,0	38,3
FDNcp	669,4	252,7	198,0	134,5	146,7
FDA	336,1	137,1	95,3	116,7	24,4
FDNi	214,2	73,9	70,0	8,2	13,7
Lignina	66,7	22,7	24,4	11,1	5,1
CNF	138,0	563,9	580,0	293,0	717,6
Carboidratos Totais	807,4	816,6	778,1	427,5	864,3
Oxalato	38,0	29,1	57,7	18,8	55,9

<sup>a</sup> g/kg na matéria natural; FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDA - Fibra em detergente ácido; FDNi - Fibra em detergente neutro indigestível; CNF - Carboidratos não-fibrosos.

**Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Ingredientes	Tratamentos (g/kg)		
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>
Feno de Tifton-85	600	150	150
Palma Miúda	0	450	0
Palma OEM	0	0	450
Milho	270	271	273
Farelo de soja	110	100	100
Ureia	5	14	12
Sal mineral <sup>1</sup>	15	15	15
Total	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)			
Matéria seca <sup>2</sup>	890,8	234,8	190,3
Matéria orgânica	924,0	904,2	895,3
Proteína bruta	142,1	141,8	143,2
Extrato etéreo	25,6	21,5	23,4
FDNcp	456,1	267,4	243,1
Fibra em detergente ácido	221,1	130,4	111,7
Carboidratos não fibrosos	300,2	473,4	485,8
Carboidratos totais	756,3	740,8	728,8
Lignina	42,6	22,8	23,5
Cinzas	76,0	95,8	104,7
Nutrientes digestíveis totais	648,2	709,8	632,7

<sup>1</sup> Nutrientes/kg do produto: Cálcio (Ca) = 140g; Fósforo (P) = 70g; Magnésio (Mg) = 1.320mg; Ferro (Fe) = 2.200mg; Cobalto (Co) = 140mg; Manganês (Mn) = 3.690mg; Zinco (Zn) = 4.700mg; Iodo (I) = 61mg; Selênio (Se) = 45mg; Enxofre (S) = 12g; Sódio (Na) = 148g; Flúor (F) = 700mg;

<sup>2</sup> g/kg na matéria natural;

FDNcp - Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

A palma forrageira foi triturada diariamente, em máquina própria (Laboremus®, FP1001N) para processamento de palma. O feno foi triturado em máquina forrageira com peneira de crivo de 8 mm, a fim de reduzir a seleção por parte dos animais. Todos os ingredientes eram misturados para fornecimento na forma de ração completa.

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

Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 16 horas, e imediatamente antes do abate foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). Após a obtenção do PCA, os animais foram insensibilizados pelo método mecânico penetrante com dardo cativo (pistola pneumática) e suspensos pelos membros posteriores presos em

ganchos e sangrados por cisão das artérias carótidas e veias jugulares. O sangue foi recolhido e pesado em balde devidamente identificado e, após a sangria, foram realizadas a esfolagem manual e a evisceração.

Após esta etapa foram retirados a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital), patas (secção nas articulações carpo e tarso-metatarsianas) e cauda para a determinação do peso da carcaça quente (PCQ). Todos os órgãos foram separados e pesados individualmente, assim como a gordura interna do trato gastrointestinal. Posteriormente, a vesícula biliar, a bexiga e o TGI (rúmen, retículo, omaso, abomaso, intestinos delgado e grosso) foram pesados cheios e, em seguida, esvaziados, lavados e novamente pesados para determinação do peso do corpo vazio (PCV), obtido pela soma dos pesos do TGI, vesícula biliar e bexiga, cabeça, carcaça, couro, cauda, patas e sangue subtraídos dos pesos dos conteúdos do trato gastrointestinal (CTGI), bexiga e vesícula biliar.

As carcaças quentes foram conduzidas à câmara fria com temperatura média de 4°C, onde permaneceram por 24 horas, suspensas em ganchos pelo tendão do músculo *gastrocnêmio* e, após este período de resfriamento, foram pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). As perdas por resfriamento (PPR) foram quantificadas por diferença  $PPR \text{ (kg)} = PCQ - PCF$ , e pela fórmula:  $PPR \text{ (\%)} = (PCQ - PCF / PCQ) * 100$ . Os rendimento biológico (RB), rendimento da carcaça quente (RCQ) e rendimento da carcaça fria (RCF) foram determinados pelas seguintes fórmulas:  $\%RB = PCQ / PCV * 100$ ,  $\%RCQ = PCQ / PCA * 100$  e  $\%RCF = PCF / PCA * 100$ .

Foram feitas as avaliações subjetivas de conformação, acabamento e gordura pélvico-renal, de acordo com metodologia proposta por Cezar e Sousa (2007). Ainda suspensas, com auxílio de fita métrica e compasso, foram realizadas as seguintes medidas morfométricas nas carcaças: comprimento interno da carcaça (CIC), distância máxima entre o bordo anterior da sínfise ísquio-pubiana e o bordo anterior da primeira costela em seu ponto médio; comprimento externo da carcaça (CEC), medida que inicia na base do pescoço e termina na base da cauda; comprimento da perna (CP), distância entre o períneo e o bordo anterior da superfície tarso metatarsiana, na face interna da perna; perímetro do tórax (PT), medida tomada em torno da superfície externa do tórax; perímetro da garupa (PG), medida da superfície externa da garupa; profundidade do tórax (Pr.T), distância máxima entre o esterno e o dorso a nível da sexta vértebra torácica; largura do tórax (LT),

distância máxima entre as costelas e largura da garupa (LG), largura máxima entre os trocânteres de ambos os fêmures.

A partir do estabelecimento das relações entre as medidas peso da carcaça fria, comprimento interno da carcaça, largura da garupa e comprimento da perna foram calculados os índices de compacidade da carcaça ( $ICC \text{ (kg/cm)} = \text{Peso de carcaça fria/comprimento interno da carcaça}$ ); e o índice de compacidade da perna ( $ICP \text{ (cm/cm)} = \text{Largura da garupa/comprimento da perna}$ ), segundo descrito por Cezar e Sousa (2007).

Posteriormente, as carcaças foram divididas sagitalmente e as meia-carcaças seccionadas em seis regiões anatômicas que constituem os cortes cárneos, segundo metodologia de Cezar e Sousa (2007), obtendo-se os seguintes cortes: pescoço, paleta, costilhar, serrote, lombo e pernil. A determinação da composição regional relativa da carcaça foi realizada por meio do cálculo relativo de cada corte pelo peso reconstituído da meia carcaça esquerda. O percentual do peso relativo de cada corte foi calculado pela seguinte fórmula:  $\text{Corte (\%)} = (\text{peso do corte/peso da meia carcaça reconstituída}) \times 100$ .

Para obtenção da área de olho de lombo (AOL) na carcaça foi realizado um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costelas para exposição do músculo *Longissimus dorsi*, cuja área foi tracejada, com marcador permanente, sobre uma película plástica transparente, que posteriormente foi medida com planímetro digital (HAFF®, modelo Digiplan) utilizando-se a média de três leituras. A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi mensurada com auxílio de paquímetro no músculo *Longissimus dorsi*, obtida a  $\frac{3}{4}$  de distância do lado medial do músculo (CEZAR; SOUSA, 2007).

O lombo e pernil esquerdo de cada animal foi congelado embalado a vácuo (-15 °C) para análises de qualidade de carne. Para determinação da composição tecidual, os pernis foram descongelados por 24h sob refrigeração (4 °C). A composição tecidual foi obtida por intermédio da dissecação, conforme metodologia descrita por Cesar e Souza (2007). Com o auxílio de bisturi e pinça foi feita a separação de gordura, músculos, ossos e outros tecidos. Foram obtidos os pesos e rendimentos dos tecidos dissecados e calculados, as relações músculo:osso, músculo:gordura. Foi calculado o índice de musculosidade da perna,  $IMP = (\sqrt{P5M/CF})/CF$ , em que P5M= peso dos músculos (bíceps femural, quadríceps femural, semimembranoso, semitendinoso e adutor), em g; CF = comprimento do fêmur, em cm.

Para as análises físico-químicas da carne utilizaram-se os lombos (*Longissimus lumborum*), os quais foram descongelados por 24 h sob refrigeração (4 °C). A capacidade de retenção de água (CRA) foi realizada segundo metodologia de Santos-Silva et al. (2002). Foram pesadas amostras de aproximadamente 300 mg, em papéis filtro, prensadas por cinco minutos, utilizando um peso de 3,4 kg. Após este processo realizou-se a pesagem dos papéis filtro, após desprezar as amostras.

As avaliações das perdas na cocção e força de cisalhamento foram realizadas segundo a metodologia de Wheeler et al. (1993). Para determinação das perdas por cocção (PPC) foram utilizadas amostras de 2,5cm de espessura e pesadas, em seguida assadas até atingir 75°C no centro geométrico, em forno pré-aquecido a 200°C, posteriormente pesadas novamente e, por diferença, obtidas as PPC. Em seguida, com as amostras remanescentes do cozimento, foi realizada a força de cisalhamento (FC). A força necessária de corte foi medida utilizando equipamento Warner-Bratzler Shear Force, com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20 cm/min.

As avaliações da coloração da carne: luminosidade (L\*), intensidade da cor vermelha (a\*) e intensidade da cor amarela (b\*) (MINOLTA CORP., 1994) foram realizadas com auxílio de colorímetro digital Minolta Chroma Meter CR-400. Para avaliação de pH da carne foram realizadas leituras com o auxílio de pHmetro, segundo metodologia descrita por Rodrigues et al. (2008).

Foram determinados os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas da carne, para determinação da composição química, segundo AOAC (1995), de acordo com os métodos 925,04; 981,10; 935,38 e 938,08, respectivamente.

Previamente foi realizada análise microbiológica da carne no Laboratório de Microbiologia/UFRPE, com kits comerciais (Compact Dry®) para garantir o controle sanitário e proteção da saúde dos julgadores na realização da análise sensorial, respeitada a tolerância indicada para Coliformes a 45°C, *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* sp. (Tabela 3) segundo RDC nº 12 de 02/01/01 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - ANVISA (BRASIL, 2001).

**Tabela 3.** Contagem das principais colônias de bactérias das amostras do músculo *Longissimus lumborum*

Colônias (UFC/ml)	Tratamentos		
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>
Coliformes termo tolerantes 45°C	3 x10 <sup>-2</sup>	1 x10 <sup>-2</sup>	1 x10 <sup>-2</sup>
<i>Staphylococcus aureus</i>	0	0	0
<i>Salmonella sp.</i>	Ausente	Ausente	Ausente

A análise sensorial da carne (*Longissimus lumborum*) foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Ciências Domésticas/UFRPE, por meio de análise descritiva quantitativa (ADQ), em uma escala hedônica não estruturada, como descrito por Ston e Sidel (2004). Em cabines individuais, 13 julgadores treinados avaliaram os atributos: aroma, cor, textura, maciez, sabor, suculência e aparência geral. Para o preparo das amostras de carnes, foram cozidas em forno pré-aquecido a 200 °C, até 75 °C de temperatura do centro geométrico, posteriormente fracionadas em cubos com dimensões de 2,5 cm e 15g de peso. A avaliação seguiu modelo experimental de blocos completos, de forma que cada amostra foi avaliada em triplicata por cada julgador.

#### *Análise Estatística*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, sendo o peso inicial dos animais, covariável. As variáveis estudadas foram interpretadas por meio de análises de variância, ao nível de significância de 5%, usando o Statistical Analysis System (SAS) versão 9.0 com o procedimento GLM, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \beta(X_{ij} - X) + e_{ij};$$

Em que  $Y_{ij}$  é a variável dependente observada;  $\mu$  é a média geral;  $T_i$  é o efeito do tratamento ( $i = 1$  a 3);  $\beta (X_{ij} - X)$  é o efeito da covariável; e  $e_{ij}$  é o erro experimental. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Para análise sensorial foi adotado o delineamento em bloco casualizado, usando como efeitos fixos o tratamento ( $n = 3$ ) e julgadores ( $n = 13$ ). Os dados foram analisados pelo procedimento PROC MIXED do SAS. As médias foram comparadas pelo Teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).



## RESULTADOS

### *Consumo e características de carcaça*

As ingestões de matéria seca (MS) e nutrientes digestíveis torais (NDT), expressos em g/dia, apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ) em função das dietas, sendo superior para *Nopalea* (Tabela 4). Não foi observado efeito dos tratamentos ( $P > 0,05$ ) sobre o peso corporal ao abate (PCA), com valores médios de 34,4kg. Contudo, o conteúdo do trato gastrointestinal expresso em kg (CTGI) e em função do peso ao abate (%) foram superiores ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam dieta Tifton.

O uso de palma (*Nopalea* e *Opuntia*) aumentou ( $P < 0,05$ ) o peso do corpo vazio (PCV); peso de carcaça quente (PCQ); peso de carcaça fria (PCF) e seus rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RQF). As perdas por resfriamento, quando expressos em kg, não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ), em média de 0,68 kg; contudo, proporcionalmente ao peso da carcaça (PPR%), a perda por resfriamento foi superior ( $P < 0,05$ ) para o tratamento Tifton. A dieta *Nopalea* proporcionou aumento ( $P < 0,05$ ) da área de olho de lombo (AOL) medida na carcaça, em comparação à dieta Tifton. No entanto, a AOL não diferiu ( $P > 0,05$ ) na carcaça de ovinos alimentados com *Opuntia*, quando comparado aos demais tratamentos, assim como a medida de espessura de gordura subcutânea (EGS) não diferiu entre os tratamentos.

**Tabela 4.** Características de carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim

Variáveis	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
PI (kg)	22,4	22,6	22,8		
Consumo Diário (g/dia <sup>-1</sup> )					
Matéria Seca	1129±149b	1290±175a	1172±176ab	0,030	0,010
NDT	728±68b	916±130a	740±103b	0,028	0,009
Características de Carcaça					
PCA (kg)	33,7±2,84	35,0±4,55	34,6±3,79	0,641	0,621
PCV (kg)	26,9±2,75b	30,4±4,08a	30,1±3,14a	0,620	0,009
CTGI (kg)	6,79±1,38a	4,68±0,79b	4,54±0,85b	0,244	0,001
CTGI:PA (%)	20,1±3,87a	13,3±1,77b	13,1±1,64b	0,689	<0,001
PCQ (kg)	15,3±1,77b	17,3±2,42a	17,1±1,97a	0,376	0,020
PCF (kg)	14,6±1,70b	16,6±2,37a	16,4±1,86a	0,366	0,019
PPR (kg)	0,70±0,11	0,67±0,08	0,68±0,13	0,019	0,742
PPR (%)	4,60±0,52a	3,90±0,56b	3,97±0,39b	0,098	0,003
RCQ (%)	45,4±2,88b	49,4±2,28a	49,4±1,82a	0,503	0,001
RCF (%)	42,8±2,82b	47,1±2,21a	47,5±1,78a	0,503	0,001
RB (%)	56,9±1,20	57,1±2,24	56,9±1,63	0,291	0,948
AOL (cm <sup>2</sup> )	9,98±1,72b	12,6±3,26a	11,0±1,94ab	0,435	0,047
EGS (mm)	0,63±0,15	0,61±0,19	0,57±0,16	0,028	0,870

PI – Peso inicial; EPM - Erro padrão da média; NDT - Nutrientes Digestíveis Totais; PCA – Peso corporal ao abate; PCV – Peso do corpo vazio; CTGI - Conteúdo do trato gastrointestinal; PCQ – Peso de carcaça quente; PCF – Peso de carcaça fria; PPR – Perdas por resfriamento; RCQ - Rendimento de carcaça quente; RCF - Rendimento de carcaça fria; RB – Rendimento biológico; AOL – Área de olho de lombo; EGS – Espessura de gordura subcutânea; As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### *Medidas morfológicas e avaliação subjetiva*

Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para as medidas morfológicas das carcaças (Tabela 5). As médias observadas foram de 63,55; 23,15; 64,85cm, respectivamente, para as variáveis: comprimento interno; largura da garupa e perímetro da garupa.

Não foi verificado efeito significativo ( $P>0,05$ ) das dietas quanto às medidas subjetivas de conformação e acabamento das carcaças. A gordura perirrenal foi avaliada de forma inferior ( $P<0,05$ ) para animais que receberam Tifton.

**Tabela 5.** Morfometria e avaliações subjetivas da carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim

Variáveis (cm)	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
Comprimento interno	62,6±2,57	64,4±3,91	63,5±2,43	0,524	0,381
Comprimento externo	58,0±2,11	58,2±2,46	56,5±2,78	0,437	0,201
Comprimento da perna	40,9±1,32	41,9±1,87	41,7±1,20	0,259	0,294
Largura do tórax	21,5±1,25	22,7±1,75	23,0±1,46	0,272	0,066
Largura da garupa	22,7±0,58	23,5±0,94	23,1±1,17	0,172	0,126
Perímetro da perna	40,5±2,36	42,3±3,71	41,6±2,23	0,490	0,270
Perímetro da garupa	63,5±2,68	65,9±3,81	65,0±3,26	0,590	0,220
Perímetro torácico	21,5±2,40	22,7±2,84	23,0±2,42	0,476	0,118
Profundidade torácica	25,4±0,95	25,6±1,40	26,0±0,84	0,186	0,437
ICC (kg/cm)	0,23±0,02b	0,25±0,02a	0,25±0,02a	0,004	0,003
ICP (cm/cm)	0,55±0,03	0,56±0,03	0,55±0,03	0,005	0,796
Conformação	2,32± 0,39	2,63± 0,52	2,60± 0,52	0,084	0,21
Acabamento	2,16± 0,56	2,44± 0,61	2,42± 0,63	0,103	0,44
G. perirrenal	1,90± 0,36b	2,44± 0,49a	2,41± 0,39a	0,081	0,01

EPM - Erro padrão da média. As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### *Peso e rendimento dos cortes comerciais*

Em relação aos cortes cárneos comerciais (Tabela 6), não foi observado diferença ( $P>0,05$ ) sobre os pesos absolutos das peças: paleta (1,48 kg), pescoço (0,67 kg), serrote (0,61 kg) e pernil (2,64 kg). Os cortes costilhar e lombo foram mais pesados ( $P<0,05$ ) para o tratamento *Nopalea* em comparação ao Tifton; no entanto, a *Opuntia* não diferiu ( $P> 0,05$ ) das demais. Os rendimentos dos cortes não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos, em média: paleta (19,6%), costilhar (19,5%), serrote (8,1%), lombo (9,0%) e pernil (34,8%).

**Tabela 6.** Peso dos cortes comerciais de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim

Peso (kg)	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
Paleta	1,38±0,12	1,56±0,21	1,50±0,28	0,039	0,145
Pescoço	0,61±0,23	0,70±0,14	0,70±0,11	0,029	0,329
Costilhar	1,35±0,20b	1,61±0,24a	1,48±0,21ab	0,040	0,007
Serrote	0,57±0,10	0,63±0,11	0,65±0,10	0,018	0,156
Lombo	0,61±0,09b	0,73±0,17a	0,70±0,08ab	0,022	0,042
Pernil	2,50±0,31	2,72±0,41	2,70±0,37	0,063	0,265

EPM - Erro padrão da média; As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

#### *Pesos e rendimentos dos componentes não-constituintes da carcaça*

O uso de palma (*Nopalea* e *Opuntia*) aumentou ( $P<0,05$ ) o peso do fígado dos ovinos. Quando avaliado em relação ao peso corporal, o peso do fígado foi 2,24% para *Nopalea*, 2,16% para *Opuntia* e 1,87% para Tifton. O peso do rúmen e retículo de ovinos alimentados com *Opuntia* foi maior ( $P<0,05$ ), assim como o peso da gordura interna de ovinos alimentados com *Nopalea* foi maior ( $P<0,05$ ), ambos em comparação ao Tifton (Tabela 7).

**Tabela 7.** Pesos e rendimentos dos componentes não-constituintes da carcaça de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim

	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
<i>Órgãos</i>					
Coração	0,14±0,19	0,16±0,24	0,15±0,25	0,004	0,064
Fígado	0,50±0,60b	0,68±0,12a	0,65±0,12a	0,022	0,001
Rins	0,98±0,18	0,11±0,14	0,11±0,27	0,004	0,228
Baço	0,60±0,10	0,73±0,14	0,70±0,17	0,003	0,093
Pâncreas	0,57±0,13	0,58±0,18	0,80±0,12	0,002	0,402
Pulmões	0,34±0,38	0,37±0,50	0,38±0,89	0,011	0,386
Órgãos:PCV(%)	4,50±0,37	4,79±0,26	4,76±0,47	0,067	0,148
<i>Vísceras</i>					
Rúmen	0,67±0,73b	0,77±0,12ab	0,85±0,10a	0,021	0,002
Retículo	0,11±0,24b	0,13±0,25ab	0,15±0,28a	0,005	0,039
Omaso	0,99±0,25	0,11±0,22	0,12±0,27	0,008	0,111
Abomaso	0,14±0,31	0,14±0,34	0,15±0,24	0,021	0,399
Intestino delgado	0,64±0,85	0,70±0,82	0,71±0,78	0,014	0,135
Intestino grosso	0,33±0,30	0,34±0,59	0,36±0,60	0,009	0,306
Vísceras:PCV(%)	7,77±0,71ab	7,54±0,59b	8,07±0,43a	0,104	0,045
<i>Subprodutos</i>					
Pele	2,34±0,21b	2,83±0,44a	2,57±0,22ab	0,062	0,009
Sangue	1,27±0,22	1,30±0,22	1,22±0,24	0,038	0,634
Cabeça	1,97±0,17	1,99±0,22	1,96±0,19	0,033	0,952
Subprodutos:PCV (%)	23,9±1,14a	23,1±0,81a	22,0±0,70b	0,199	<0,0001
<i>Gordura</i>					
Gordura Interna	0,91±0,34b	1,46±0,47a	1,28±0,38ab	0,077	0,004
Gorduras:PCV(%)	3,33±0,95b	4,73±1,24a	4,25±1,07ab	0,208	0,013

EPM - Erro padrão da média; PCV - Peso do corpo vazio; As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

### *Qualidade de carne*

Os pernis dos animais submetidos aos tratamentos com palma forrageira resistente à cochonilha do carmim (*Nopalea* e *Opuntia*), indiferente ao genótipo, apresentaram uma maior ( $P<0,05$ ) deposição de gordura (kg; %). Tratamento Tifton apresentou maior ( $P<0,05$ ) relação M:G. O peso e proporção dos demais tecidos no pernil não variaram ( $P>0,05$ ) e corresponderam a 1,69kg e 66,35% de músculo e 0,52kg e 20,27% de ossos

(Tabela 8). Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) nos parâmetros físico-químicos da carne (*Longissimus lumborum*), como também na composição química (*Semimembranosus*) entre os tratamentos.

**Tabela 8.** Composição tecidual do pernil, características físico-químicas da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim

Variáveis	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
<i>Composição Tecidual</i>					
Músculo (kg)	1,62±0,20	1,74±0,29	1,72±0,25	0,042	0,476
Ossos (kg)	0,51±0,05	0,53±0,08	0,51±0,09	0,013	0,834
Gordura (kg)	0,16±0,05b	0,22±0,05a	0,22±0,06a	0,012	0,001
Subcutânea	0,12±0,04b	0,16±0,04a	0,15±0,05ab	0,008	0,031
Intermuscular	0,04±0,01b	0,06±0,02a	0,06±0,02a	0,004	0,002
Outros tecidos (kg)	0,19±0,03	0,11±0,04	0,13±0,03	0,006	0,335
Músculo (%)	65,8±2,17	66,8±2,84	66,3±1,89	0,392	0,775
Ossos (%)	20,7±1,42	20,2±1,35	19,7±1,80	0,274	0,489
Gordura (%)	6,65±1,74b	8,73±1,40a	8,76±1,83a	0,319	0,004
Outros tecidos (%)	6,70±0,91	4,21±1,56	5,07±1,17	0,216	0,274
Relação M:O	1,88±0,29	1,89±0,21	1,97±0,20	0,040	0,668
Relação M:G	5,35±1,42a	3,74±0,64b	3,95±0,88b	0,209	0,001
Relação GS:GI	3,19±0,97	3,04±1,45	2,39±0,60	0,187	0,195
IMP (g/cm)	0,40±0,03	0,42±0,03	0,41±0,05	0,006	0,706
<i>Características físico-químicas</i>					
CRA (%)	25,9±2,70	25,4±3,2	25,5±3,18	0,507	0,922
PPC (%)	43,4±2,59	43,7±2,49	42,4±2,8	0,454	0,499
FC (Kg/cm <sup>2</sup> )	2,18±0,27	2,18±0,51	2,30±0,64	0,084	0,257
L*	38,7±1,87	39,6±1,61	39,7±2,51	0,355	0,508
a*	16,0±1,43	16,9±1,69	16,7±1,96	0,294	0,427
b*	8,78±1,16	9,77±1,12	9,58±1,31	0,213	0,159
pH	5,43±0,10	5,43±0,08	5,49±0,10	0,016	0,295
Umidade	78,2±0,67a	76,9±1,06b	77,4±1,43ab	0,207	0,0202
Cinzas	1,24±0,35	1,33±0,26	1,38±0,38	0,057	0,6535
Proteína Bruta	18,5±0,47	18,9±0,80	19,1±1,06	0,144	0,2176
Extrato Etéreo	1,71±0,47b	2,31±0,50a	2,28±0,54a	0,093	0,0201

EPM - Erro padrão da média; M:O - músculo:osso; M:G - Músculo:Gordura; GS:GI - Gordura subcutânea : Gordura intermuscular; IMP - Índice de musculosidade da perna; As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na avaliação sensorial da carne (*Longissimus lumborum*) não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos para os parâmetros: aparência geral, aroma

característico ovino, maciez e suculência (Tabela 9). Contudo, a pontuação atribuída para a cor da carne no tratamento *Opuntia* foi maior ( $P < 0,05$ ), assim como sabor característico da carne de ovinos para o tratamento *Nopalea*, ambos em comparação ao Tifton.

**Tabela 9.** Análise sensorial da carne de ovinos alimentados com genótipos de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim

Variáveis	Tratamentos			EPM	Pr>F
	Tifton	<i>Nopalea</i>	<i>Opuntia</i>		
Aparência geral	7,09±1,12	7,28±0,99	7,21±1,03	0,09	0,226
Cor	5,21±1,56b	5,3±1,69ab	5,54±1,38a	0,14	0,037
Aroma característico	3,19±1,73	3,33±1,81	3,36±1,79	0,16	0,317
Maciez	6,58±1,76	6,75±1,80	6,54±1,78	0,16	0,563
Suculência	4,67±2,24	4,90±2,27	4,64±2,36	0,21	0,251
Sabor característico	3,30±1,83b	3,81±2,04a	3,46±1,92ab	0,18	0,009

EPM - Erro padrão da média; As médias nas linhas seguidas por letras diferentes são estatisticamente diferentes pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## DISCUSSÃO

De modo geral, o uso da palma forrageira (*Nopalea* e *Opuntia*), indiferente ao genótipo, elevou o PCV, PCQ e PCF dos cordeiros em crescimento. O alto teor de carboidratos não-fibrosos aliado à alta degradabilidade da palma forrageira é relatado por maximizar a capacidade de fermentação ruminal (BATISTA et al. 2009; SIQUEIRA et al. 2017), como também elevados teores de nutrientes digestíveis totais; sendo assim, é provável que tenha havido aumento do fluxo de nutrientes nos tecidos de animais alimentados com palma, favorecendo o anabolismo muscular (RIBEIRO, et al. 2017).

O CTGI mais elevado nos animais alimentados com feno de gramínea pode ser atribuído a menor degradabilidade ruminal efetiva da MS do feno (365,7 g/kg MS) (JOBIM et al., 2011) quando comparada à palma (711 g/kg MS) (BATISTA et al., 2009). Ainda nesse contexto, o maior peso do CTGI dos ovinos do tratamento Tifton refletiu negativamente sobre os rendimentos de carcaça. O aumento na PPR (%) do referido tratamento também pode ser relacionado ao inferior desenvolvimento da carcaça, aumento na deposição de água na composição química do músculo e semelhante CRA (%), discutidos ao final.

Os índices de compacidade da carcaça (ICC) e da perna (ICP) são variáveis altamente correlacionadas ao grau de musculatura da carcaça e da perna, respectivamente, equivalendo a maior deposição de tecido muscular por unidade de área (cm<sup>2</sup>),

consequentemente, melhor a qualidade da carcaça (AMORIM et al., 2008; OLIVEIRA, et al. 2018), o que corrobora maiores valores encontrados para PCF dos animais alimentados com palma forrageira e semelhantes pesos dos pernis.

Em estudos alométricos são relatados que cordeiros apresentam crescimento isogônico para o pescoço, a paleta e a perna, enquanto costela e lombo desenvolvem-se mais lentamente, em relação à carcaça e ao corpo do animal (FURUSHO-GARCIA et al., 2006; PEREIRA FILHO et al., 2008; PEREIRA et al., 2011). No presente estudo, animais com peso e idade semelhantes, o aumento no peso de cortes de desenvolvimento tardio (lombo e costilhar) para o tratamento *Nopalea*, pode caracterizar-se como aumento na velocidade de desenvolvimento da carcaça, efeito corroborado com o aumento na AOL e consumo de energia.

É válido ressaltar que raças nativas, as quais foram selecionadas em regiões tropical ou tropical semiárida, onde disponibilidade de alimentos é sazonal, necessitam de deposição e mobilização rápida das reservas do corpo (principalmente dos tecidos gordurosos internos), como importante fator de sobrevivência sob tais condições (MIRKENA et al., 2010, REGADAS FILHO et al., 2013). Por esse motivo, é relatado que a raça Santa Inês, apesar de baixa deposição de gordura subcutânea, acumula grandes quantidades de gordura interna (RIBEIRO et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2018), o que corrobora os resultados encontrados neste trabalho. Apesar de elevada deposição de gordura interna, animais alimentados com *Opuntia* não diferiram do tratamento Tifton. Isso nos permite inferir menores perdas com subprodutos de abate (Subprodutos:PCV) e maior eficiência no uso da energia da dieta com *Opuntia* em comparação à *Nopalea*.

Aliado a isso, de acordo com Costa et al. (2017), a utilização de palma Miúda enriquecida com 1,5% de ureia potencializou a concentração máxima de acetato no rúmen, estimada em 70,9 mmol mL<sup>-1</sup>. Deste modo, é possível que no presente estudo o mesmo alimento, que promoveu maiores CMS e NDT, resultou em maior fermentação de carboidratos não fibrosos e disponibilidade energética em ácidos graxos voláteis (AGV), principalmente na forma de acetato, fundamental AGV utilizado no suprimento energético dos tecidos viscerais e principal substrato para lipogênese no tecido adiposo (CAMPBELL et al., 2016), resultando em maior reserva energética visceral.

O fígado tem um papel central no metabolismo de ácidos orgânicos e proteínas dietéticas e pode ter hipertrofiado para processar o maior fluxo desses compostos no corpo



dos animais alimentados com palma forrageira (RIBEIRO et al., 2017; HENTZ et al., 2016).

Já é conhecido que o desenvolvimento do rúmen e retículo pode ser influenciado pela proporção de FDN da dieta, provocando enchimento e retenção do alimento nestes compartimentos, favorecendo o desenvolvimento muscular. Contudo, este comportamento foi observado de maneira inversa no presente estudo. Vale salientar que a dieta *Opuntia* apresentou maior umidade, e, por consequência, maior consumo de matéria natural (6159 g/d), que pode ter provocado distensão e estimulado o maior crescimento destes compartimentos.

Confirmando os achados anteriores, as mudanças dos tecidos adiposos podem ser relacionadas à dieta, raça ou idade (COSTA et al., 2012b). O aumento da deposição de gordura referente à composição tecidual do pernil nos tratamentos com palma forrageira, possivelmente está relacionado ao maior desenvolvimento das carcaças, visto que o tecido adiposo é o tecido que apresenta maior desenvolvimento quando comparado aos demais (muscular e ósseo), à medida que aumenta o peso da carcaça, após a puberdade.

A diferença na composição química da carne entre os tratamentos pode ser relacionada ao aumento do PCV e a maior deposição de gordura dos animais alimentados com palma. De acordo com Abdullah e Qudsieh (2009), a diminuição no teor de umidade da carne está relacionada ao aumento da deposição de gordura, sendo esta um tecido de maturação tardia que ocupa o lugar da umidade muscular e leva a uma diminuição na quantidade de água nos músculos.

É possível que o maior grau de engorduramento intermuscular e subcutâneo do tratamento *Nopalea* tenha intensificado a percepção do atributo sabor característico na avaliação sensorial da carne ovina. Além disso, a utilização de palma na dieta de cordeiros pode promover alterações no perfil de ácidos graxos da carne (ABREU et al., 2018). Muitos estudos têm focado o papel dos ácidos graxos sobre as características sensoriais da carne e afirmaram que modificações no perfil de ácidos graxos podem exercer influência sobre tais atributos (VIEIRA et al., 2019; CARDOSO et al., 2019b; NEETHLING et al., 2016).

## CONCLUSÃO

A palma forrageira, independente da variedade, eleva o peso, o rendimento e o engorduramento da carcaça de ovinos confinados. Os genótipos de palma forrageira resistentes à cochonilha do carmim são alternativas nutricionais para ovinos em áreas infestadas por cochonilha do carmim.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, Y. A.; QUDSIEH, R. I. Carcass characteristics of Awassi ram lambs slaughtered at different weights. **Livestock Science**, v. 117, p. 165-175, 2008.

ABREU, K. S. F. et al. Quality of meat from sheep fed diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Meat science**, v. 148, p. 229-235, 2019.

AMORIM, G. L. et al. Substituição do milho por casca de soja: consumo, rendimentos e características de carcaça e rendimento de buchada de caprinos. **Revista Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 30, p. 41-49, 2008.

AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 16th ed. AOAC, Arlington, VA, 1995.

BATISTA, Â. M. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland ecology & management**, v. 62, p. 297-301, 2009.

BRASIL 2001. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001**. Aprova o Regulamento Técnico Sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, nº 7-E, p. 45-53.

CAMPBELL, E. M. G. et al. Adiposity, lipogenesis, and fatty acid composition of subcutaneous and intramuscular adipose tissues of Brahman and Angus crossbred cattle. **Journal of animal Science**, v. 94, p. 1415-1425, 2016.

CARDOSO, D. B. et al. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 247, p. 23-31, 2019a.

CARDOSO, D. B. et al. Physicochemical parameters, fatty acid profile, and sensory attributes of meat from lambs fed with cassava dregs in replacement of corn. **Tropical animal health and production**, v. 1, p. 1-7, 2019b.

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

COSTA, C. T. F. et al. Multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea for cattle. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 39, p. 363-369, 2017.

COSTA, R. G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v. 102, p. 13-17, 2012a.

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

FELIX, S. C. R. et al. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical animal health and production**, v. 48, p. 465-468, 2016.

FURUSHO-GARCIA, I. F.; PEREZ, J. R. O.; BONAGURIO, S.; SANTOS, C. L. Estudo alométrico dos cortes de cordeiros Santa Inês puros e cruzas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1416-1422, 2006.

HENTZ, F. et al. Relationship between level of forage intake, blood flow and oxygen consumption by splanchnic tissues of sheep fed a tropical grass forage. **Journal of animal physiology and animal nutrition**, v. 5, p. 1-6. 2016.

JOBIM, C. C. et al. Cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e Tifton-85 e da silagem de milho. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, p. 747-758, 2011.

MINOLTA CORP. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. Ramsey: Minolta Corporation Instrument Systems Division, 1994. 49p.

MIRKENA, T. et al. Genetics of adaptation in domestic farm animals: a review. **Livestock Science**, v. 132, p. 1-12, 2010.

MONTEIRO, C. C. F. et al. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. **Animal Production Science**, v. 59, p. 479-485, 2018.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.

NEETHLING, J.; HOFFMAN, L. C.; MULLER, M. Factors influencing the flavour of game meat: A review. **Meat science**, v. 113, p. 139-153, 2016.

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

PEREIRA FILHO, J. M. et al. Características da carcaça e alometria dos tecidos de cabritos F1 Boer× Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 905-912, 2008.

PEREIRA, F. M. et al. Alometria dos cortes da carcaça de cordeiros alimentados com silagem de capim-elefante com casca de maracujá desidratada. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, p. 3, 2011.

RIBEIRO, J. S. et al. Spineless cactus associated with Tifton hay or sugarcane bagasse may replace corn silage in sheep diets. **Tropical Animal Health and Production**, v. 49, p. 995-1000, 2017.

REGADAS FILHO, J. G. L. et al. Body composition and net energy requirements for Santa Ines lambs. **Small ruminant research**, v. 109, p. 107-112. 2013.

RODRIGUES, G. H.; SUSIN, I.; PIRES, A. V. Citrus pulp in diets for feedlot lambs: carcass characteristics and meat quality. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1869-1875, 2008.

SANTOS-SILVA, J.; MENDES, I. A.; BESSA, R. J. B. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lambs. II: Growth, carcass composition and meat quality. **Livestock Science**, v.76, p. 17-25, 2002.

SILVA, R. C. et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of Animal Science**, v. 48, p. 516-525, 2018.

SIQUEIRA, M. C. et al. Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility, fiber dynamics and ruminal parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p. 56-64, 2017.

STON, H.; SIDEL, J. **Sensory Evaluation Practices**. 3ed. California: Elsevier Academic Press, 2004. 408p.

VIEIRA, C. et al. Suckling lamb meat quality from ewes fed with different sources of fat, during storage under display conditions. **Small Ruminant Research**, v. 176, p. 47-54, 2019.

WHEELER, T. L.; 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, 1993.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Os resultados do presente estudo, confirmam os benefícios nutricionais da utilização da palma Miúda na alimentação de ovinos, visto que potencializa o consumo e digestibilidade dos nutrientes. A utilização de ambos os genótipos de palma forrageira (Miúda e Orelha de Elefante Mexicana) resistentes à cochonilha do carmim proporcionam melhores carcaças de ovinos, sem prejuízos aos parâmetros físico-químicos e análise sensorial da carne.

A palma Orelha de Elefante Mexicana em 450 g/kg da MS, assim como a palma Miúda, pode ser utilizada como alternativa na alimentação de ovinos em terminação, em regiões semiáridas. Posto que diferentes fatores podem alterar o valor nutritivo da palma forrageira, fazem-se necessários ainda novos estudos com este genótipo, com diferentes níveis de participação na dieta, além de fontes distintas de alimentos fibrosos, proteicos e energéticos comumente disponíveis na região.