

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

**INCLUSÃO DE PALMA MIÚDA (*NOPALLEA COCHENILLIFERA* SALM DYCK)
NA DIETA DE CORDEIROS**

DANIEL BARROS CARDOSO

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2018**

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

**INCLUSÃO DE PALMA MIÚDA (*NOPALLEA COCHENILLIFERA* SALM DYCK)
NA DIETA DE CORDEIROS**

DANIEL BARROS CARDOSO

Zootecnista

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2018**

DANIEL BARROS CARDOSO

**INCLUSÃO DE PALMA MIÚDA (*NOPALLEA COCHENILLIFERA* SALM
DYCK) NA DIETA DE CORDEIROS**

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

Área de Concentração: Produção de ruminantes

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho - Orientador

Prof. Dr.^a Adriana Guim - Coorientadora

Pesquisador Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros - Coorientador

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2018**

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

C268i Cardoso, Daniel Barros.
Inclusão de palma miúda (*Nopallea cocherilifera salm dyck*)
na dieta de cordeiros / Daniel Barros Cardoso. – Recife, 2018.
88 f.: il.

Orientador(a): Francisco Fernando Ramos de Carvalho.
Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba /
Universidade Federal do Ceará. Departamento de Zootecnia da
UFRPE, Recife, 2018.
Inclui referências.

1. Forrageira adaptada 2. Semiárido 3. Estratégia
4. Desempenho 5. ICC 6. Perfil lipídico I. Carvalho, Francisco
Fernando Ramos de, orient. II. Título

CDD 636

DANIEL BARROS CARDOSO

**INCLUSÃO DE PALMA MIÚDA (*NOPALLEA COCHENILLIFERA SALM DYCK*)
NA DIETA DE CORDEIROS**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 23 de fevereiro de 2018.

Orientador:

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

Comissão Examinadora:

Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

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

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat
Universidade Federal Rural de Pernambuco - UFRPE

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

**RECIFE – PE
FEVEREIRO – 2018**

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DANIEL BARROS CARDOSO - filho de Josefa Alves de Barros Cardoso e Antônio Luiz Cardoso, nasceu em 22 de junho de 1984, na cidade de Recife – PE. Em 2007 iniciou sua vida acadêmica na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). Graduou-se Zootecnia em 2012. Em agosto de 2012, ingressou no Mestrado na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), concentrando seus estudos na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, obtendo em 2014 o título de Mestre; neste mesmo ano ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (UFRPE), na área de Produção Animal, defendendo tese em fevereiro de 2018.

Aos meus pais Josefa Alves Barros Cardoso e Antônio Luiz Cardoso,
pelo amor, apoio e incentivo aos meus estudos, muitas vezes realizando
esforços incondicionais para que isso ocorresse.

Aos meus avós, Helena Gomes de Melo, Manoel de Barros e João Cardoso
(*in memoriam*).

À minha avó Genilda, por todo apoio e carinho dedicados a mim.

Aos meus tios e primos, que apoiaram de alguma forma.

Aos meus irmãos, Levi e Thiago, pelo apoio e incentivo.

À minha esposa e companheira Daniele Castro e à minha Amada filha Cecília, por todo
apoio, compreensão e amor dedicados a mim.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de realizar a minha formação acadêmica desde a graduação até o doutorado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Corpo Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, por todos os ensinamentos passados durante minha formação acadêmica e profissional.

Ao meu orientador Francisco Fernando Ramos de Carvalho, pelas oportunidades oferecidas, pelos ensinamentos e pela orientação.

Aos meus coorientadores professora Dra. Adriana Guim e o pesquisador Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros, pelos ensinamentos e pela orientação, principalmente a este último, pela confiança e oportunidade para execução de seu projeto de pesquisa e por todo apoio na condução do experimento.

Ao Instituto Nacional do Semiárido, pela oportunidade e apoio na execução da pesquisa, principalmente aos colaboradores José Carlos e Genilson, pela colaboração nos trabalhos de campo e ao bolsista Luan Dantas, pelo auxílio na condução da pesquisa.

Um especial agradecimento à professora Ana Maria Duarte Cabral, pelo grande esforço na organização e realização das coletas de sangue e urina, bem como nas demais etapas do experimento.

A Juraci Marcos Alves Suassuna e ao professor Paulo Sérgio de Azevedo, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB) e toda sua equipe, pelo apoio e exceção do abate dos animais e avaliação das carcaças.

Aos professores Sherlânea Chaves Vêras, Ariosvaldo Nunes de Medeiros, Robson Magno Liberal Vêras e André Luiz Rodrigues Magalhães, pelas contribuições no exame de Qualificação.

Aos amigos da pós-graduação Gustavo Vasconcelos, Kelly Cristina, Karen Abreu, Ana Barros, Stela Urbano, Michelle Siqueira, Juliana de Paula, José Gomes, Ximena Galvis, Daurivane, João Vitor, Jucelane, Gleidiana Amélia, Wandemberg Rocha, Randerson, Caio Costa, Gilcifran, Janiele, Lucíola, Marina, Tomás, Sharleny,

Thalyta Polyana, Felipe José, Suelen Maria, Talita de Paula, Janerson, Levi Auto, Luiz Wilker, Rodrigo Andrade, Michel Maciel, Laura Maciel, Diego Coelho, Márcia Pereira, pela ajuda nas coletas e pelos momentos compartilhados.

Aos técnicos Carlos e Vanessa, do laboratório de nutrição animal (LNA), e os técnicos Patrícia, Júlio e seu Marcelo do Cenapesq, pelas contribuições nas análises químicas. Ao Dr. Cleyton Charles Dantas Carvalho, do Laboratório de Patologia Clínica do Departamento de Medicina Veterinária da UFRPE, pelo auxílio nas análises de sangue e urina.

À técnica Juciley da Costa Marino, do laboratório de Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), pela realização das análises de ácidos graxos e colesterol.

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

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
RESUMO GERAL.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS.....	1
Capítulo 1 - Níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta de cordeiros em confinamento.....	2
Resumo.....	3
Abstract.....	4
Introdução.....	5
Material e Métodos.....	6
Resultados.....	11
Discussão.....	16
Conclusões.....	20
Referências Bibliográficas.....	20
Capítulo 2 - Características de carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck).....	25
Resumo.....	26
Abstract.....	27
Introdução.....	28
Material e Métodos.....	29
Resultados.....	33
Discussão.....	38
Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas.....	40
Capítulo 3 – Composição tecidual da perna e qualidade da carne de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (<i>Nopalea cochenillifera</i> Salm Dyck).....	44
Resumo.....	45
Abstract.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	48
Resultados.....	55
Discussão.....	58
Conclusões.....	63
Referências Bibliográficas.....	63

LISTA DE TABELAS

Capítulo 1 - Níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de cordeiros

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS).....	7
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	7
Tabela 3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e teor de energia (NDT) da dieta de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	12
Tabela 4. Consumo de água por cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	13
Tabela 5. Desempenho de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	13
Tabela 6. Balanço de nitrogênio (N), excreção de metabólitos urinários e produção de proteína microbiana por cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	14
Tabela 7. Bioquímica sérica de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	15

Capítulo 2 - Características de carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS).....	30
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	30
Tabela 3. Características de carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	34
Tabela 4. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	35

Tabela 5. Medidas morfométricas e avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta..... 36

Tabela 6. Pesos dos órgãos e das vísceras de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta..... 37

LISTA DE TABELAS

Capítulo 3 - Composição tecidual da perna e qualidade da carne de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS).....	49
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	50
Tabela 3. Perfil lipídico das dietas experimentais (g/100g de AG totais).....	51
Tabela 4. Pesos e rendimentos dos componentes tissulares da perna de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	55
Tabela 5. Parâmetros físico-químicos do músculo Longissimus lumborum de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	56
Tabela 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de AG totais) do músculo Longissimus lumborum de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	57
Tabela 7. Relações dos ácidos graxos do músculo Longissimus lumborum de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (<i>Nopallea cochenillifera</i> Salm Dyck) na dieta.....	58

INCLUSÃO DE PALMA MIÚDA
(Nopalea cochenillifera Salm Dyck) NA DIETA DE CORDEIROS

RESUMO GERAL – Objetivou-se com este estudo avaliar o consumo e digestibilidade dos nutrientes, consumo de água, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e parâmetros sanguíneos, desempenho animal, características de carcaça, pesos e rendimentos dos cortes cárneos, composição tecidual da perna e a qualidade da carne de cordeiros alimentados com níveis de inclusão (0, 150, 300 e 450 g/kg) da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta. Quarenta cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com o peso corporal inicial como covariável, sendo quatro tratamentos e dez repetições. Houve comportamento quadrático sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), com valores máximos de 1.089; 994; 190; 35,6; 786 e 793 g/dia, para os níveis de inclusão de palma Miúda de 242,9; 236,4; 229,2; 218,2; 238,2 e 284,5 g/kg, respectivamente. Os consumos de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro (FDN) apresentaram efeito linear crescente e decrescente, respectivamente. O consumo voluntário de água reduziu com o aumento dos níveis de palma. Porém, o consumo de água via alimento e o consumo total de água aumentou. Houve efeito linear crescente na digestibilidade da MS, MO, CNF, CHOT e no NDT%. O ganho de peso total e o ganho de peso diário apresentaram efeito linear crescente, enquanto a conversão alimentar decresceu. O volume urinário e a síntese de proteína microbiana aumentaram, enquanto a excreção de ureia reduziu com a inclusão da palma Miúda. Houve efeito quadrático sobre os níveis séricos de glicose e cálcio com valores máximos aos níveis de inclusão de palma Miúda de 36,89 e 15%. Já o β -hidroxibutirato e ureia sanguínea decresceram linearmente, enquanto as concentrações de fósforo e magnésio aumentaram. Verificaram-se valores máximos de 32,23; 28,79; 15,54 e 15,21 kg, para o peso corporal ao abate, peso do corpo vazio, pesos de carcaça quente e fria com 26,48; 29,87; 25,40 e 28,53% de inclusão de palma Miúda. Os rendimentos de carcaça quente e fria, os pesos da paleta, costela e perna, apresentaram comportamento linear crescente. Os pesos do coração, fígado, baço, rins, gordura perirrenal e o peso total de vísceras aumentaram. Os pesos da perna e dos músculos apresentaram valores de 2.348 g e 1769,4 g, aos níveis

de inclusão de palma Miúda de 32,63 e 23,53 %. Por sua vez, a gordura intermuscular aumentou. Não houve efeito da inclusão da palma Miúda sobre os parâmetros físico-químicos e a composição química da carne. O ácido graxo oleico e o total dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) aumentaram linearmente. Porém, os ácidos graxos heptadecanoico, cisvacênico, transvacênico, linoleico e eicosapentaenoico apresentaram comportamento quadrático, com valores máximos aos níveis de 25,5; 24,5; 38,0; 29,83 e 21,67 de palma Miúda. A relações AGMI/AGS e hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico, ácidos graxos desejáveis, e o índice aterogenicidade apresentaram efeito linear crescente. Já a relação AGPI/AGS, o total de ômega 3 e ômega 6 apresentaram comportamento quadrático, com valores máximos estimados aos níveis de inclusão de palma Miúda de 25,0; 23,33 e 24,3%. Recomenda-se um nível de inclusão da palma Miúda de 45% na dieta de cordeiros em confinamento.

Palavras-chave: Forrageira adaptada, Semiárido, Estratégia, Desempenho, ICC, Perfil lipídico

INCLUSION OF SPINELESS CACTUS

(Nopalea cochenillifera Salm Dyck) IN THE DIET OF LAMBS

ABSTRACT – The objective of this study was to evaluate the intake and digestibility of nutrients, water intake, nitrogen balance, microbial protein synthesis and blood parameters, animal performance, carcass characteristics, weight and yield of meat cuts, tissue composition of the leg and quality of lambs fed levels of inclusion (0, 150, 300 and 450 g/kg) of the spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet. Forty crossbred Santa Inês lambs with initial weight of 18.6 ± 2.8 kg were distributed in a completely randomized design with initial body weight as covariate, four treatments and ten replicates. There was a quadratic behavior of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN), with maximum values of 1.089; 994; 190; 35.6; 786 and 793 g/day, for inclusion levels of spineless cactus of 242.9; 236.4; 229.2; 218.2; 238.2 and 284.5 g/kg, respectively. Non-fibrous carbohydrates (NFC) and neutral detergent fiber (NDF) showed a linear increasing and decreasing effect, respectively. Voluntary water intake decreased with increasing spineless cactus levels. However, water intake via food and total water intake increased. There was an increasing linear effect on the digestibility of DM, OM, NFC, TC and TDN%. Total weight gain and daily weight gain showed an increasing linear effect, while feed conversion decreased. Urine volume and microbial protein synthesis increased, while urea excretion reduced with the inclusion of the spineless cactus. There was a quadratic effect on serum glucose and calcium levels with maximum values for inclusion of spineless cactus of 36.89 and 15%, whereas β -hydroxybutyrate and blood urea decreased linearly, while phosphorus and magnesium concentrations increased. There were maximum values of 32.23; 28.79; 15.54 and 15.21 kg, for slaughter body weight, empty body weight, hot and cold carcass weights with 26.48; 29.87; 25,40 and 28,53% inclusion of spineless cactus. The hot and cold carcass yields, the shoulder, rib and leg weights presented increasing linear behavior. The weights of heart, liver, spleen, kidneys, perirenal fat and total viscera weight increased. The weight of the leg and the muscles presented values of 2.348 g and 1769.4 g, at the inclusion levels of spineless cactus of 32.63 and 23.53%. In turn, intermuscular fat increased. There was no effect of the inclusion of the spineless cactus on the physical-chemical parameters and the chemical composition of the meat. Oleic fatty acid and

total monounsaturated fatty acids (MUFA) increased linearly. However, the fatty acids heptadecanoic, cisvacenic, transvacenic, linoleic, and eicosapentaenoic presented quadratic behavior, with maximum values at 25.5; 24.5; 38.0; 29.83 and 21.67 spineless cactus. The MUFA/SFA and hypocholesterolemic/hypercholesterolemic ratios, desirable fatty acids, and the atherogenicity index presented an increasing linear effect. The PUFA/AGS ratio, the total of omega 3 and omega 6, presented a quadratic behavior, with maximum values estimated at inclusion levels of spineless cactus of 25.0; 23.33 and 24.3%. It is recommended a level of inclusion of 45% spineless cactus in the diet of lambs in confinement.

Key words: Adapted forage, Semi-arid, Strategy, Performance, ICC, Lipid profile

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A atividade pecuária na região Nordeste do Brasil sofre grande influência das condições climáticas e edáficas, pois as chuvas se concentram em apenas três meses do ano, condição que dificulta a produção de forragem e grãos para a alimentação dos rebanhos. Assim, o uso de plantas forrageiras adaptadas a estas condições é uma prática viável aos produtores e uma forma de convivência com a seca.

Dentre as espécies adaptadas a essas condições semiáridas, tem-se a palma forrageira, que, além disso, apresenta características nutricionais particulares como: altos teores de carboidratos não fibrosos, carboidratos totais e nutrientes digestíveis totais, apresentando-se como uma fonte alimentar energética, o que a torna um alimento bastante utilizado na dieta de ruminantes. No entanto, algumas variedades de palma forrageira do gênero *Opuntia ficus-indica* Mill são susceptíveis a infestação pela Cochonilha do carmim (*Dactylopius sp - Hemiptera, Dactylopiidae*), causando grandes prejuízos aos produtores. Assim, a utilização de variedades resistentes vem sendo adotada como forma de controle desta praga e manutenção da atividade pecuária na região Nordeste do Brasil. Logo, a adoção de tecnologia com a finalidade de melhorar a eficiência produtiva é necessária.

Uma das variedades que se mostraram resistentes a esse inseto foi a palma Miúda ou Doce (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), que é bastante cultivada nos estados de Alagoas, Pernambuco e Paraíba. Esta geralmente apresenta teor de matéria seca superior às variedades de palma do gênero *Opuntia*, além de ser bastante aceita pelos animais.

Esta tese é composta por três capítulos. No primeiro capítulo, objetivou-se avaliar os níveis crescentes de inclusão da palma Miúda sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho, o consumo de água, balanço de nitrogênio, derivados de purina e perfil metabólico sanguíneo de cordeiros mestiços de Santa Inês em confinamento. No segundo capítulo, objetivou-se avaliar os efeitos dessas dietas sobre as características quantitativas e qualitativas das carcaças, os pesos e rendimentos dos componentes não constituintes da carcaça e a composição tecidual da perna de cordeiros. Por fim, no terceiro capítulo, o objetivo foi avaliar os efeitos dos níveis crescentes de inclusão da palma Miúda sobre as características físico-químicas, composição química e perfil dos ácidos graxos da carne de cordeiros.

CAPÍTULO 1

Níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)
na dieta de cordeiros

**Níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)
na dieta de cordeiros**

RESUMO: Objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes e água, digestibilidade, desempenho, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e parâmetros sanguíneos de cordeiros alimentados com níveis de inclusão (0, 150, 300 e 450 g/kg) da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta. Quarenta cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com o peso corporal inicial como covariável, sendo quatro tratamentos e dez repetições. Houve comportamento quadrático sobre os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), com valores máximos de 1.089; 994; 190; 35,6; 786 e 793 g/dia, para os níveis de inclusão de palma Miúda de 242,9; 236,4; 229,2; 218,2; 238,2 e 284,5 g/kg, respectivamente. Os consumos de carboidratos não fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro (FDN) apresentaram efeito linear crescente e decrescente, respectivamente. O consumo voluntário de água reduziu com o aumento dos níveis de palma. Porém, o consumo de água via alimento e o consumo total de água aumentou. Houve efeito linear crescente na digestibilidade da MS, MO, CNF, CHOT e no NDT%. O ganho de peso total e o ganho de peso diário apresentaram efeito linear crescente, enquanto a conversão alimentar decresceu. O volume urinário e a síntese de proteína microbiana aumentaram, enquanto a excreção de ureia reduziu com a inclusão da palma Miúda. Houve efeito quadrático sobre os níveis séricos de glicose e cálcio com valores máximos aos níveis de inclusão de palma Miúda de 36,89 e 15%. Já o β -hidroxibutirato e ureia sanguínea decresceram linearmente, enquanto as concentrações de fósforo e magnésio aumentaram. Os demais metabólitos não foram influenciados. A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora o valor nutritivo e o desempenho dos animais, sem causar efeitos negativos nos parâmetros sanguíneos.

Palavras-chave: Ovinos, Consumo, N microbiano, Desempenho, Cactácea forrageira

**Inclusion levels of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck)
in the diet of lambs**

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the intake of nutrients and water, digestibility, nitrogen balance, microbial protein synthesis, performance and blood parameters of lambs fed levels of inclusion (0, 150, 300 and 450 g/kg) of the spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet. Forty crossbred Santa Inês lambs with initial weight of 18.6 ± 2.8 kg were distributed in a completely randomized design with initial body weight as covariate, four treatments and ten replicates. There was a quadratic behavior of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ethereal extract (EE), total carbohydrates (TC) and total digestible nutrients (TDN), with maximum values of 1.089; 994; 190; 35.6; 786 and 793 g/day, for inclusion levels of spineless cactus of 242.9; 236.4; 229.2; 218.2; 238.2 and 284.5 g/kg, respectively. Non-fibrous carbohydrates (NFC) and neutral detergent fiber (NDF) showed a linear increasing and decreasing effect, respectively. Voluntary water intake decreased with increasing spineless cactus levels. However, water intake via food and total water intake increased. There was an increasing linear effect on the digestibility of DM, OM, NFC, TC and TDN%. Total weight gain and daily weight gain showed an increasing linear effect, while feed conversion decreased. Urine volume and microbial protein synthesis increased, while urea excretion reduced with the inclusion of the spineless cactus. There was a quadratic effect on serum glucose and calcium levels with maximum values for inclusion of spineless cactus of 36.89 and 15%, whereas β -hydroxybutyrate and blood urea decreased linearly, while phosphorus and magnesium concentrations increased. The other metabolites were not influenced. The inclusion of the spineless cactus up to 450 g/kg in the Santa Inês crossbred sheep diet in confinement improves the nutritional value and performance of the animals, without causing negative effects on the blood parameters.

Keywords: Sheep, Intake, N microbial, Performance, Forage cactus

INTRODUÇÃO

As regiões semiáridas no mundo se distribuem pelo continente Africano, Eurásia, Oceania, as Américas do Norte, Sul e Central além do Caribe, representando 18% do território mundial. Nessas regiões são característicos, por apresentarem irregularidades nas precipitações, períodos de seca, taxa de evaporação superior à precipitação, com relação precipitação/evapotranspiração potencial entre (0,2 a 0,5), com variações de 300 a 800 mm anuais FAO (2008). Devido a essas características climáticas a produção de forragens e grãos para a alimentação dos rebanhos é limitada. Logo, o uso de recursos alimentares não convencionais disponíveis e adaptados a estas áreas, com o uso mais eficiente da água, pode ser a melhor opção para garantir a viabilidade dos rebanhos nestas áreas suscetíveis à seca (Gusha et al., 2015).

Nesse contexto, destacam-se a palma forrageira, que é uma cactácea que apresenta características anatômicas e morfofisiológicas que favorecem sua adaptação às condições ambientais nessas regiões (Leite et al., 2014). Em função dessas características, esta vem sendo bastante cultivada e utilizada na alimentação dos rebanhos de caprinos, ovinos e bovinos.

Dentre as cultivares de palma forrageira, destaca-se a palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), que quanto à composição química apresenta baixos teores de matéria seca (124 g/kg de matéria natural (MN)), proteína bruta (42,8 g/kg de matéria seca (MS)) e fibra em detergente neutro (260 g/kg de MS) e elevados teores de carboidratos não fibrosos (528 g/kg de MS) (Oliveira et al., 2017; Siqueira et al., 2017), e nutrientes digestíveis totais (662 g/kg de MS) (Batista et al., 2003). Ainda, apresenta grande aceitação pelos animais (Véras et al., 2002). Outra vantagem da palma forrageira é o seu alto teor de umidade, entre 85 a 90%, aumentando o suprimento de água para os animais, fator este bastante importante para regiões semiáridas. Além disso, tem como vantagem a resistência à Cochonilha do carmim (*Dactylopius sp* - Hemiptera, *Dactylopiidae*) (Lopes et al., 2010).

Devido aos baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) da palma forrageira, é necessária a sua associação com fontes de fibras de alta efetividade, que é uma forma de contornar essa limitação. Pesquisas avaliando a associação da palma forrageira a algumas fontes de fibra vêm obtendo bons desempenhos produtivos na dieta de ovinos (Félix et al., 2014; Oliveira et al., 2017).

Hipotetizou-se que existe um nível de inclusão de palma Miúda que potencialize o consumo, digestibilidade dos nutrientes e a síntese de proteína microbiana e, como consequência, maximize o desempenho dos animais. Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a influência dos níveis crescentes de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de ovinos em confinamento, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, consumo de água, desempenho, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e parâmetros sanguíneos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido (INSA), localizado no município de Campina Grande, Paraíba, Brasil, com as coordenadas geográficas latitude: 07°13'50" S, longitude: 35°52'52" W e precipitação pluviométrica anual média de 492,4 mm e temperatura média de 24,6°C. Todos os procedimentos foram realizados com autorização da Comissão Interna de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRPE), licença de número (23082.012176/2014-51).

Foram utilizados 40 cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso corporal inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, alojados em baias individuais (1,0 m x 1,8 m), providas de bebedouro e comedouro. Os animais foram identificados, tratados contra ecto e endoparasitas com ivermectina, vacinados contra clostridioses e suplementados com vitamina (ADE). O período experimental teve duração de 90 dias, sendo 30 dias de adaptação e 60 dias para coleta de dados e amostras.

Quatro dietas experimentais foram formuladas para avaliar a inclusão da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) nos níveis 0, 150, 300 e 450 g/kg de matéria seca e para atender ganhos de aproximadamente 250 g/dia com base no NRC (2007) (Tabela 2). Os ingredientes utilizados foram: feno de Tifton-85 (*Cynodon* spp), palma Miúda, farelo de soja, milho, sal mineral, ureia e calcário (Tabela 1). As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (8h e 16h).

A quantidade de alimentos ofertados e as sobras foram pesadas diariamente para se mensurar o consumo voluntário, mantendo-se um nível de 15% de sobras. Amostras de alimentos e das sobras foram coletadas semanalmente e armazenadas a -20 °C em sacos plásticos hermeticamente fechados até as análises.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS)

Nutrientes	Feno de Tifton	Palma Miúda	Milho	Farelo de soja
Matéria seca ^a	885	142	890	889
Matéria orgânica	919	888	978	931
Proteína bruta	79,8	33,8	92,0	475
Extrato etéreo	18,7	21,9	61,6	18,4
FDNcp	688	267	122	138
Fibra em detergente ácido	363	104	29,1	82,9
FDAi	131	44,5	10,9	9,0
Carboidratos totais	825	834	826	437
Carboidratos não fibrosos	137	567	704	299
Lignina	67,8	24,0	6,10	11,7
Cinzas	80,9	112	21,4	68,6

^ag/kg na matéria natural; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAi = fibra em detergente ácido indigestível.

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

Ingredientes (g/kg)	Níveis de inclusão (g/kg)			
	0	150	300	450
Feno de Tifton-85	500	350	200	50
Palma Miúda	0	150	300	450
Milho	306	289	271	256
Farelo de soja	175	192	210	225
Ureia	4	4	4	4
Sal mineral ¹	10	10	10	10
Calcário	5	5	5	5
Total	1000	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca ^a	889	498	346	265
Matéria orgânica	921	916	911	905
Proteína bruta	166	165	164	161
Extrato etéreo	33,1	32,7	32,3	32,1
FDNcp	405	343	280	217
Fibra em detergente ácido	205	167	129	91
Carboidratos não fibrosos	329	387	446	507
Carboidratos totais	741	736	731	726
Lignina	37,8	31,3	24,9	18,4
Cinzas	74,0	79,2	85,0	90,5

^ag/kg na matéria natural; 1Nutrientes/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; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

O fornecimento de água foi à vontade e seu consumo mensurado. A taxa de evaporação de água foi medida com auxílio de 4 baldes posicionados no centro do galpão. O consumo voluntário de água (CVA) foi determinado pela diferença entre a oferta e as sobras no intervalo de 24h e corrigidos pela taxa de evaporação, seguindo a fórmula: $CVA = (\text{oferta} - \text{sobras}) - \text{taxa de evaporação}$.

A coleta de fezes foi realizada diretamente na ampola retal, a partir do 30º dia do período experimental, durante cinco dias consecutivos, em horários diferentes após alimentação (0, 2, 4, 6 e 8 h). Para a estimativa da digestibilidade aparente, foi calculada a produção de matéria seca fecal (PMSF), utilizando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno, que foi obtido após período de incubação de 288 horas no rúmen de um bovino adulto (Valente et al., 2011) e calculado pela seguinte fórmula:

$$PMSF \text{ (g/dia)} = \text{indicador consumido/concentração do indicador nas fezes}$$

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram homogeneizadas e pré-secas em estufa com circulação forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente as amostras dos alimentos e sobras foram trituradas em moinho de faca tipo Willey, com peneiras de crivo de 2,0 e 1,0 mm para ensaio de digestibilidade com incubação *in situ* e análises laboratoriais, respectivamente. As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS, método 934.01), matéria orgânica (MO, método 930.05), cinzas (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, Kjeldahl N \times 6,25, método 981.10) e extrato etéreo (EE, método 920.39) de acordo com os procedimentos da AOAC (1990). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991). As correções de cinzas e proteína segundo metodologia descrita por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

O teor de carboidratos totais (CHOT) foi calculado pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CHOT \text{ (g/kg)} = 1000 - (PB + EE + MM)$, e dos carboidratos não-fibrosos (CNF) segundo Hall (2000): $CNF \text{ (g/kg)} = 1000 - (MM + EE + FDN_{cp} + (PB - P_{bu} + U))$ em que: FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; P_{bu} = teor de PB oriunda da ureia; U = teor de ureia. Para estimativa da concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT), foi adotada a equação descrita por Weiss (1999), em que $NDT \text{ g/kg} = (P_{bd} + FDN_{cpd} + CNF_d + EE_d \times 2,25)$, onde: P_{bd} = proteína bruta digestível, FDN_{cpd} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína

digestível, CNFd = carboidrato não fibroso digestível e EEd = extrato etéreo digestível. No cálculo da energia metabolizável (EM), inicialmente quantificou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED.

Os animais foram pesados no início e no final do período experimental para avaliação do ganho de peso médio diário (GMD), precedida por jejum alimentar de 16 horas. Foram realizadas, ainda, pesagens intermediárias a cada 15 dias a fim de monitorar o desenvolvimento dos animais. 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 através da relação entre o GPC e o total de dias referente 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.

Amostras de urina *spot* foram obtidas aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea ao 54º dia do período de coleta de dados. Uma alíquota da amostra de urina de cada animal foi filtrada e, imediatamente após a coleta, acondicionadas em potes plásticos e armazenadas a -20 °C para posteriores análises bioquímicas. Outra Alíquota, de 10 mL, foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036 N. Logo após a coleta, foi aferido o pH das amostras, sendo adicionadas 3 gotas de ácido sulfúrico concentrado, quando necessário, para manter os valores de pH menores que 3, a fim de evitar a destruição bacteriana dos derivados purina e precipitação do ácido úrico; posteriormente, as amostras foram armazenadas a - 20°C em ependorffs de 2 mL.

Foi calculado o volume urinário (VU), multiplicando-se o peso corporal (PC) pela excreção diária de creatinina (mg/kg PC) e dividiu-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot* de cada animal, adotando-se a excreção diária de creatinina de 23,2 mg/kg PC, segundo Kozloski et al., 2005. As concentrações de ureia, creatinina e ácido úrico da urina foram determinados utilizando-se kits comerciais da LABTEST®. Foi determinada, também, a concentração de nitrogênio (N) pelo método Kjeldahl (AOAC, 1990, método, 981.10). O balanço dos compostos nitrogenados (N) foi obtido pela diferença entre o total de N ingerido e o total de N excretado nas fezes e na urina.

A síntese de proteína microbiana foi estimada a partir da determinação das concentrações urinárias dos derivados de purina (xantina, hipoxantina, ácido úrico e alantoína) pelo método de espectrofotometria colorimétrica (Chen & Gomes, 1992). A relação entre a absorção de purinas microbianas e a excreção dos derivados de purinas foi calculado de acordo com a seguinte fórmula:

$$Y = 0,84x + (0,150PC^{0,75} e^{-0,25x})$$

Em que: Y é a excreção diária dos derivados de purinas na urina (mmol/dia); 0,84 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados de purinas na urina; X é absorção diária dos derivados de purinas (mmol/dia); 0,150 PC^{0,75} é a contribuição endógena para a excreção de purinas e PC^{0,75} é o peso corporal metabólico (kg) do animal. O N microbiano (g N/dia) fornecido ao intestino delgado foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) de acordo com a equação de Chen e Gomes (1992):

$$N \text{ microbiano (g/dia)} = X \text{ (mmol/dia)} \times 70 \times /0,83 \times 0,116 \times 1000$$

Onde: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (70 mg N/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N purina: N-total na massa microbiana.

Para a avaliação do perfil metabólico, ao 54º dia do período de coleta de dados, amostras de sangue foram coletas por punção da veia jugular em tubos vacutainers®, com e sem anticoagulante, quatro horas após o fornecimento da alimentação. Alíquotas das amostras de soro foram obtidas após a centrifugação a 1600 g durante 15 minutos e armazenadas em eppendorf de 1 mL, devidamente identificados e congelados a -20°C, até as análises. As dosagens dos metabólitos: glicose, colesterol, triglicerídeos, ureia, creatinina, albumina, proteínas totais, ácido úrico, aspartato aminotransferase, cálcio, fósforo e magnésio foram obtidas utilizando-se kits comerciais LABTEST® e β-hidroxibutirato, utilizando o kit comercial RANDOX®. As leituras foram realizadas em analisador bioquímico LABMAX 240 (LABTEST Diagnóstica SA, Brasil).

As análises das variáveis foram conduzidas utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, de acordo como o modelo abaixo:

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

Onde: Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1$ a 4); $\beta(X_{ij} - X)$ = efeito da covariável (peso corporal inicial); e_{ij} = erro experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o procedimento PROC GLM do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2002). A soma dos quadrados dos tratamentos na análise de contraste foi decomposta em dois contrastes: linear (-3 -1 +1 +3) e quadrático (+1 -1 -1 +1), ao nível de significância de ($P < 0,05$).

RESULTADOS

O aumento dos níveis de inclusão da palma Miúda promoveu efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os consumos de matéria seca (CMS) expressos em g/dia, matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CHOT), nutrientes digestíveis totais (NDT) (Tabela 3), com valores máximos de 1.089; 994; 190; 35,6; 786; 793 g/dia, estimados para os níveis de inclusão de palma Miúda de 242,9; 236,4; 229,2; 218,2; 238,2 e 284,5 g/kg, respectivamente. Porém, não houve efeito das dietas sobre o CMS % do peso corporal ($P > 0,05$). O consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) reduziu linearmente ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de palma Miúda (Tabela 3). Enquanto ocorreu efeito linear crescente ($P < 0,05$) no consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) (Tabela 3).

Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS) e da matéria orgânica (DMO) com o aumento dos níveis de palma, variando de 697 a 755 g/kg para a DMS e 720 a 793 g/kg para a DMO, aos níveis de inclusão de palma de 0 a 450 g/kg (Tabela 3). Contudo, a digestibilidade da proteína bruta (DPB) e do extrato etéreo (DEE) não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de palma (Tabela 3). A digestibilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a inclusão da palma Miúda, variando de 562 para 503 g/kg nos níveis 0 a 450 g/kg (Tabela 3). Já a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), dos carboidratos totais (DCHOT) e o teor dos nutrientes digestíveis totais (NDT%) aumentaram linearmente com a inclusão ($P < 0,05$, Tabela 3).

Tabela 3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e teor de energia (NDT) por cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg MS)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Consumo (g/dia)							
Matéria seca	952	1.074	1.077	992	0,026	0,181	0,019 ¹
Matéria orgânica	877	984	982	901	0,023	0,370	0,019 ²
Proteína bruta	170	185	186	171	0,004	0,527	0,014 ³
Extrato etéreo	32,1	35,1	35,3	31,6	0,001	0,976	0,009 ⁴
FDNcp	353	328	266	197	0,012	<.0001 ⁵	0,280
CNF	339	452	512	518	0,015	<.0001 ⁶	0,003
CHOT	692	780	778	715	0,019	0,256	0,022 ⁷
NDT	664	764	793	750	0,019	0,002	0,031 ⁸
Matéria seca (% PC)	3,85	4,05	3,98	3,81	0,039	0,617	0,106
Digestibilidade (g/kg)							
Matéria seca	697	670	731	755	0,456	<.0001 ⁹	0,059
Matéria orgânica	720	727	755	793	0,547	<.0001 ¹⁰	0,022
Proteína bruta	751	742	744	759	0,478	0,553	0,281
Extrato etéreo	721	708	702	693	0,494	0,058	0,783
DFDNcp	562	541	520	503	0,744	0,001 ¹¹	0,854
DCNF	843	869	904	917	0,630	<.0001 ¹²	0,478
DCHOT	700	725	762	804	0,677	<.0001 ¹³	0,218
NDT (%)	69,6	71,0	73,8	75,6	0,509	<.0001 ¹⁴	0,893

EPM = Erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; CFDN = consumo de fibra em detergente neutro, CCNF = consumo de carboidratos não fibrosos, CNDT = consumo de nutrientes totais; DFDN = digestibilidade da fibra em detergente neutro; DCNF = digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; NDT = nutrientes digestíveis totais.

¹y = 952 + 1,117X - 0,0023X², r² = 0,98; ²y = 878 + 0,9867X - 0,0021X², r² = 0,98; ³y = 170 + 0,1527X - 0,0003X², r² = 0,97; ⁴y = 32,02 + 0,0332X - 0,00008X², r² = 0,96; ⁵y = 353 - 0,3533X, r² = 0,96; ⁶y = 365,7 + 0,398X, r² = 0,86; ⁷y = 692 + 0,7997X - 0,0017X², r² = 0,97; ⁸y = 664 + 0,9063X - 0,0016X², r² = 0,98; ⁹y = 678 + 0,1567X, r² = 0,66; ¹⁰y = 712 + 0,1647X, r² = 0,92; ¹¹y = 562 - 0,132X, r² = 0,99; ¹²y = 843 + 0,1713X, r² = 0,97; ¹³y = 695,4 + 0,2327X, r² = 0,98; ¹⁴y = 69,58 + 0,0142X, r² = 0,98.

O consumo voluntário de água (CVA) reduziu linearmente, à medida que se aumentaram os níveis de palma nas dietas, variando de 2.535 a 944 g/dia entre os níveis 0 a 450 g/kg de inclusão (Tabela 4). Efeito linear crescente (P<0,05) foi observado para o consumo de água via dieta e no consumo total de água (CTA) (Tabela 4). As relações entre o CVA/CMS e CTA/CMS também foram influenciadas (P<0,05) pela inclusão da palma Miúda, apresentando efeito linear decrescente e crescente, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Consumo de água por cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg MS)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Consumo voluntário	2.535	1.787	1.192	944	0,135	<.0001 ¹	0,174
Via dieta	119	1.082	2.035	2.750	0,126	<.0001 ²	0,261
Consumo total	2.654	2.869	3.227	3.695	0,130	0,002 ³	0,520
CVA/CMS	2,66	1,66	1,14	1,00	0,134	<.0001 ⁴	0,035
CTA/CMS	2,78	2,67	3,03	3,77	0,110	0,001 ⁵	0,035

EPM = Erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; CVA = consumo voluntário de água; CTA = consumo total de água;

¹y = 2,535 - 3,5787X, r² = 0,95; ²y = 119 + 5,8973X, r² = 0,97; ³y = 2,654 + 2,3207X, r² = 0,97; ⁴y = 2,66 - 0,0037X, r² = 0,89; ⁵y = 2,78 + 0,0022X, r² = 0,75.

O peso corporal final, ganho de peso total, ganho de peso diário apresentaram efeito linear crescente (P<0,05) em função do aumento dos níveis de palma Miúda (Tabela 5). Já a conversão alimentar decresceu linearmente (P<0,05, Tabela 5).

Tabela 5. Desempenho de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Peso corporal inicial (kg)	18,5	18,9	19,0	18,1	-	-	-
Peso corporal final (kg)	30,9	34,0	35,00	34,00	0,740	0,003 ¹	0,195
Ganho de peso total (kg)	12,5	15,1	16,1	15,9	0,473	0,003 ²	0,196
Ganho de peso diário (g)	208	251	267	265	0,008	0,003 ³	0,196
Conversão alimentar (CMS/GPD)	4,68	4,34	4,10	3,76	0,111	0,002 ⁴	0,752

¹y = 31,97 + 0,0678X, r² = 0,55; ²y = 12,46 + 0,0075X, r² = 0,77; ³y = 219 + 0,1247X, r² = 0,77; ⁴y = 4,68 - 0,002X, r² = 0,99.

Houve efeito quadrático (P<0,05) no nitrogênio (N) consumido com valor máximo de 29,98 g/dia, para o nível de inclusão de palma Miúda de 229,7 g/kg (Tabela 6). A excreção de N urinário reduziu com a inclusão. Já o N retido e as relações N retido/ N consumido e N retido/N absorvido apresentaram efeito linear (P<0,05) (Tabela 6). Ao passo que o N fecal e o N absorvido (g/dia) não foram influenciados (Tabela 6).

O volume urinário (L/dia), a excreção urinária de alantoína, ácido úrico e xantina + hipoxantina (mmol/dia), a excreção e a absorção dos derivados de purinas (mmol/dia), o fluxo intestinal de N microbiano, a síntese de proteína microbiana (g/dia) e a eficiência da síntese microbiana (g/kg de NDT) aumentaram linearmente, enquanto a excreção urinária de ureia reduziu (P<0,05, Tabela 6).

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os níveis séricos de glicose e cálcio com valores máximos de 87,36 e 9,1 (mg/dL), ao nível de inclusão da palma Miúda de 368,9 e 150 g/kg. A concentração sérica de β -hidroxibutirato e ureia apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) e ocorreu efeito linear crescente ($P < 0,05$) nas concentrações de fósforo e de magnésio com o incremento dos níveis de palma Miúda (Tabela 7). Por outro lado, os níveis séricos de triglicerídeos, colesterol, creatinina, albumina, ácido úrico, proteínas totais e da enzima aspartato aminotransferase (AST) não foram influenciados ($P > 0,05$, Tabela 7).

Tabela 6. Balanço de nitrogênio (N), excreção de metabólitos urinários e produção de proteína microbiana por cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P- valor	
	0	150	300	450		L	Q
N consumido (g/dia)	26,7	29,6	29,6	27,0	0,666	0,528	0,014 ¹
N urinário (g/dia)	12,2	14,8	10,8	8,31	0,634	0,001 ²	0,399
N fecal (g/dia)	6,99	7,81	7,84	6,88	0,262	0,997	0,156
N absorvido (g/dia)	19,8	21,8	21,8	20,1	0,575	0,560	0,141
N retido (g/dia)	7,63	6,97	10,9	11,8	0,595	0,001 ³	0,331
N retido (% do consumido)	28,8	23,1	36,9	44,2	2,151	0,001 ⁴	0,096
N retido (% do absorvido)	39,0	31,2	50,1	58,9	2,151	0,005 ⁵	0,086
Volume urinário (l/dia)	1,204	1,359	1,417	1,702	0,049	<.0001 ⁶	0,296
Ureia (g/dia)	25,1	23,8	21,4	18,2	0,718	<.0001 ⁷	0,475
Alantoína (mmol/dia)	8,54	11,94	13,83	13,60	0,592	0,001 ⁸	0,129
Ácido úrico (mmol/dia)	1,39	1,83	1,92	1,95	0,093	0,033 ⁹	0,323
Xantina + hipoxantina (mmol/dia)	0,29	0,33	0,40	0,46	0,028	0,013 ¹⁰	0,698
DP excretados (mmol/dia)	10,2	14,1	16,1	16,0	0,671	0,001 ¹¹	0,139
DP absorvidos (mmol/dia)	12,0	16,7	19,2	19,0	0,809	0,001 ¹²	0,133
N microbiano (g/dia)	8,73	12,2	13,9	13,8	0,588	0,001 ¹³	0,133
Proteína microbiana (g/dia)	54,6	76,0	87,2	86,5	3,675	0,001 ¹⁴	0,133
Eficiência Microbiana (g/kg NDT)	82,0	100,7	111,3	115,5	4,198	0,003 ¹⁵	0,303

EPM = Erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; GPD = ganho de peso diário; DP = Derivados de purinas.

¹ $y = 26,75 + 0,028X - 0,00006X^2$, $r^2 = 0,98$; ² $y = 12,5 + 0,0104X$, $r^2 = 0,55$; ³ $y = 6,86 + 0,011X$, $r^2 = 0,79$; ⁴ $y = 28,8 + 0,040X$, $r^2 = 0,70$; ⁵ $y = 33,01 - 0,0524X$, $r^2 = 0,69$; ⁶ $y = 1,188 + 0,001X$, $r^2 = 0,92$; ⁷ $y = 25,59 - 0,0154X$, $r^2 = 0,96$; ⁸ $y = 9,41 + 0,0114X$, $r^2 = 0,81$; ⁹ $y = 1,50 + 0,0012X$, $r^2 = 0,77$; ¹⁰ $y = 0,28 + 0,0004X$, $r^2 = 0,98$; ¹¹ $y = 11,20 + 0,0129X$, $r^2 = 0,82$; ¹² $y = 13,21 + 0,0157X$, $r^2 = 0,82$; ¹³ $y = 9,60 + 0,0114X$, $r^2 = 0,82$; ¹⁴ $y = 60,03 + 0,0712X$, $r^2 = 0,82$; ¹⁵ $y = 85,79 + 0,0741X$, $r^2 = 0,92$.

Tabela 7. Bioquímica sérica de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Glicose (mg/dL)	77,8	84,0	87,1	86,9	0,922	<.0001	0,028 ¹
Triglicéridos (mg/dL)	22,7	21,2	21,7	21,0	0,672	0,462	0,755
Colesterol (mg/dL)	46,5	41,5	41,7	42,6	0,934	0,167	0,128
β-hidroxibutirato (mmol/L)	0,67	0,60	0,53	0,51	0,021	0,002 ²	0,447
Ureia (mmol/L)	7,63	6,28	5,51	4,54	1,461	<.0001 ³	0,531
Creatinina (mg/dL)	0,90	1,05	0,93	0,98	0,022	0,914	0,927
Albumina (g/L)	29,5	30,3	29,5	29,5	0,026	0,699	0,606
Ácido úrico (mg/dL)	0,09	0,10	0,11	0,10	0,049	0,279	0,223
Proteínas totais (g/dL)	74,4	75,8	74,2	76,4	0,059	0,399	0,706
Cálcio (mg/dL)	8,93	9,13	8,92	8,60	0,066	0,026	0,022 ⁴
Fósforo (mg/dL)	8,38	8,32	8,48	9,80	0,152	<.0001 ⁵	0,424
Magnésio (mg/dL)	2,05	2,67	2,88	3,39	0,085	<.0001 ⁶	0,557
Aspartato aminotransferase (U/L)	128	133	122	118	2,707	0,122	0,459

EPM = Erro padrão da média; Contrastes: L= efeito linear; Q = efeito quadrático.

¹ $y = 77,84 + 0,0523x - 0,00007x^2$, $r^2 = 0,98$; ² $y = 0,67 - 0,0004x$, $r^2 = 0,95$; ³ $y = 7,49 - 0,0067x$, $r^2 = 0,98$; ⁴ $y = 8,94 + 0,0018x - 0,000006x^2$, $r^2 = 0,96$; ⁵ $y = 8,08 + 0,0029x$, $r^2 = 0,65$; ⁶ $y = 2,11 + 0,0028x$, $r^2 = 0,96$.

DISCUSSÃO

O efeito quadrático observado para o CMS (Tabela 3) pode estar relacionado à redução do teor de FDN das dietas com o aumento dos níveis de palma Miúda, visto que este pode limitar o consumo pelo efeito no enchimento ruminal; além disso, o aumento do teor de CNF, o que leva a palma a apresentar uma rápida degradação ruminal (Batista et al., 2003), favorecendo, assim, um maior consumo de alimentos e, conseqüentemente, de energia, pela maior taxa de passagem até determinado limite, pois após o atendimento das necessidades energéticas, com um consumo de NDT de 793 g/dia para o nível de 284,5 g/kg de palma Miúda, a partir desse ponto o CMS começou a reduzir. O NRC (2007) preconiza um consumo de NDT de 760g/dia para atender ganhos de 250g/dia. De acordo com Mertens (1994), quando os ruminantes são alimentados com rações palatáveis, baixas em capacidade de enchimento e prontamente digestíveis, como é o caso de dietas ricas em CNF, o consumo é regulado até o atendimento da demanda energética do animal.

Associado a isto, o efeito quadrático no CMS pode estar relacionado também ao alto conteúdo de água da palma, limitando assim a capacidade do rúmen de armazenar

mais alimento. Ou também pelo alto teor de pectina presente nesta Cactácea, que, pela rápida fermentação, aumenta a produção de gás ruminal (Gebremariam et al, 2006), o que limitaria o enchimento ruminal.

Os consumos de MO e PB acompanharam o comportamento quadrático do CMS (Tabela 3). Já o consumo de FDN reduziu em função da própria composição das dietas, uma vez que os níveis de FDN das dietas diminuíram de 405 para 217g/kg de MS dos níveis 0 a 450 g/kg de palma Miúda nas dietas (Tabela 3). Consequentemente, efeito oposto foi observado para o consumo de CNF (Tabela 3), devido ao aumento dos teores de CNF, variando de 329g a 507g/kg de MS (Tabela 2). A relação dos consumos de CNF/CHOT foi de 0,48; 0,58; 0,67 e 0,74 dos níveis 0 a 450 g/kg de palma Miúda nas dietas, respectivamente.

O aumento da digestibilidade da MS está relacionado com os maiores consumos de CNF e CHOT, ocasionados pelo aumento dos níveis de palma Miúda e menores consumos de FDN e FDA (Tabela 3), favorecendo o maior aproveitamento dos carboidratos da dieta. Segundo Ferreira (2005), a palma forrageira, embora considerada um volumoso, apresenta baixos teores de FDN e FDA e altos de CNF, o que a caracteriza como um alimento que contribui para o aporte significativo de energia nas dietas. Alguns trabalhos também observaram aumento na digestibilidade da MS com a elevação dos níveis de palma na dieta de ovinos (Gebremariam et al., 2006; Bispo et al., 2007; Menezes et al., 2010; Costa et al., 2012b; Oliveira et al., 2017).

A redução da digestibilidade da FDN (Tabela 3) pode ter ocorrido em função do aumento da taxa de passagem, ocasionado pela elevação nos consumos de CNF e CHOT, diminuindo assim a possibilidade de atuação das bactérias celulolíticas. Enquanto o incremento na digestibilidade dos CNF e dos CHOT ocorreu em função dos teores destes nas dietas com a presença da palma (Tabela 3). De acordo com Costa et al. (2012b), a palma forrageira apresenta altos teores de carboidratos não fibrosos e carboidratos totais, favorecendo a fermentação ruminal, conferindo aumento nos coeficientes de digestibilidade destes nutrientes e, consequentemente, aumentando o teor NDT das dietas, representando, assim, uma importante alternativa alimentar para as regiões semiáridas.

O CVA reduziu em função do alto teor de umidade da palma Miúda (855 g/kg) em comparação ao feno de Tifton-85 (115 g/kg), o que provocou uma variação na

umidade das dietas de 111,0 a 735 g/kg dos níveis 0 a 450 g/kg de palma Miúda. Com isso, a água da dieta supriu boa parte das necessidades de água dos animais, reduzindo o CVA (Tabela 4). Conseqüentemente, o CTA e as relações CVA/CMS e CTA/CMS também foram influenciados pelo maior teor de água da palma (Tabela 3). A redução no CVA foi de 62,8% (1.591 g/dia). Considerando um rebanho de 100 ovinos em confinamento, a economia de água seria de 159,1 litros por dia. Esta característica é bastante importante para regiões semiáridas devido à escassez de água. Algumas pesquisas também mostraram redução no CVA em caprinos e ovinos com a inclusão de palma forrageira na dieta (Gebremariam et al., 2006; Tegegne et al., 2007; Vieira et al., 2008; Abidi et al., 2009; Costa et al., 2009; Costa et al., 2012a; Costa et al., 2012b).

O peso corporal final, ganho de peso total e ganho de peso diário (Tabela 5), que apresentaram comportamento linear, foram influenciados pelos consumos de MS, PB e NDT, proporcionando o suprimento de nutrientes para a síntese e deposição de tecidos no corpo dos animais, principalmente em função do aporte energético promovido pela inclusão da palma Miúda. Os valores encontrados para os consumos de MS, PB e NDT dos tratamentos com maiores níveis de palma Miúda ficaram próximos das recomendações do NRC (2007), que preconiza consumos diários de 950g de MS, 760 g de NDT e 143 g de PB, para atender ganho de peso diário de 250 g/dia, para ovinos com 30 kg.

Embora tenha ocorrido efeito quadrático sobre o consumo de N (g/dia), este não influenciou o N fecal e absorvido (Tabela 6). Por sua vez, a redução da excreção de N urinário pode estar relacionada a uma possível melhoria no aproveitamento do nitrogênio no ambiente ruminal, através da sincronização entre a amônia e as fontes de carboidratos com a inclusão da palma, que conseqüentemente aumentou o N retido, as relações N retido/ N consumido e N retido/ N absorvido.

O aumento no volume urinário com o incremento dos níveis de palma está relacionado ao elevado conteúdo de água desta forrageira, bem como ao aumento do CTA (Tabela 3). A média das percentagens de alantoína, ácido úrico e xantina + hipoxantina foram de 84,90; 12,58 e 2,59%, respectivamente. A proporção de alantoína ficou acima, a de ácido úrico dentro, enquanto a xantina + hipoxantina ficou abaixo dos valores propostos por Chen e Gomes (1992) de 60% a 80% alantoína, 10% a 20% ácido úrico e 5% a 10% para xantina + hipoxantina. O aumento da eficiência da síntese de

proteína microbiana (g/kg de NDT) com a elevação dos níveis de palma Miúda confirma a hipótese de ter ocorrido uma melhor sincronização entre a disponibilização da energia (CNF) e da amônia no rúmen, pois a palma Miúda em seu fracionamento dos carboidratos apresenta 301; 135; 286 e 31 g/kg de MS para as frações de degradação rápida, degradação intermediária, lentamente degradável e indisponível, respectivamente (Batista et al., 2003a). De acordo com o Safari et al. (2011), os altos teores de CNF podem permitir a síntese de proteína microbiana pela melhor utilização da amônia, liberada a partir de alimentos com alto teor de proteína degradável no rúmen, como é o caso do farelo de soja e a ureia, que foram as principais fontes de nitrogênio utilizadas neste estudo. Assim, esse aumento na síntese de proteína microbiana contribuiu para a deposição de tecidos no corpo dos animais, visto que esta proteína apresenta alto valor biológico e isso justifica os resultados para os ganhos diários acima das exigências.

O efeito da inclusão da palma nas dietas sobre o suprimento de proteína microbiana para o intestino delgado pode ser confirmando, também, pelos resultados encontrados na bioquímica sérica, com o aumento da concentração sérica de glicose, o que confirma a maior disponibilidade de energia e a redução da concentração sanguínea e urinária de ureia (Tabela 6), assim como ter favorecido o sincronismo entre as fontes oriundas da fermentação dos carboidratos da palma e a amônia no ambiente ruminal.

Em relação aos parâmetros sanguíneos, o aumento da concentração sérica de glicose está relacionado com o maior aporte energético das dietas com maiores níveis de palma (Tabela 7). Kozloski (2011) relata que mais de 90% da produção total de glicose é originada da gliconeogênese hepática e existe alta correlação entre consumo de energia digestível da dieta, captação de propionato e síntese de glicose pelo fígado de ruminantes em produção, estando, assim, relacionado ao CNDT, a DCNF e dos CHOT, o que justifica os resultados encontrados para esta variável.

O nível sérico de β -hidroxibutirato apresentou efeito contrário à glicose (Tabela 7), reduzindo sua concentração no sangue com o aumento dos níveis de palma Miúda e isso ocorreu em função da elevação do aporte energético. Sua concentração só se eleva em casos de restrição alimentar, devido à mobilização de gordura corporal, sendo este metabólito o principal corpo cetônico em ruminantes.

Pode-se inferir que, mesmo ocorrendo efeito das dietas sobre o consumo de EE (Tabela 3), esta variação não foi suficiente para alterar a concentração sérica de triglicérides, com valor médio de 21,65 mg/dL (Tabela 7), bem como a concentração de colesterol, com valores próximos ao intervalo de referência (52 - 76 mg/dL) para a espécie ovina segundo Kaneko et al. (2008). Geralmente, o aumento dos níveis séricos de colesterol ocorre em resposta à ingestão de níveis elevados de energia na forma de lipídeos. Já sua redução pode indicar déficit energético (Wittwer, 2000), fato este que não ocorreu em nenhum dos tratamentos experimentais.

A redução da concentração sérica de ureia (Tabela 7) foi inversamente proporcional à concentração da glicose sanguínea, o que pode estar relacionado a uma maior degradabilidade ruminal da palma Miúda, disponibilizando mais energia oriunda dos CNF para o sincronismo com a amônia ruminal, que, conseqüentemente, promoveu o incremento da síntese de proteína microbiana (Tabela 6). Segundo Wittwer et al. (2000), a ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração está diretamente relacionada aos níveis proteicos da ração e/ou à relação energia/proteína da dieta.

A falta de efeito sobre a concentração sérica de creatinina (Tabela 7) pode ser justificada pela ausência de mobilização de proteínas corporais dos animais. De acordo com Gregory et al. (2004), a creatinina é derivada do catabolismo proteico do tecido muscular, não sendo influenciada pela dieta. Foram observados neste trabalho níveis séricos de creatinina abaixo daqueles considerados normais (1,20 a 1,90 mg/dL) para a espécie ovina (Kaneko et al., 2008).

As concentrações séricas de proteínas totais e albumina foram consideradas normais, indicando que as dietas proveram adequado suprimento de proteína. Segundo Khajehdizaj et al. (2014), em ruminantes domésticos as concentrações reduzidas de proteína total e albumina são medidas que indicam deficiência de proteína e desnutrição. Sendo a concentração de albumina usada como indicador em longo prazo de ingestão inadequada de proteínas em ruminantes (Sahoo et al., 2009).

Com relação aos minerais, o nível sérico de cálcio acompanhou o CMS e, provavelmente, elevando-se em função do alto teor de cálcio da palma Miúda, em que sua concentração varia de 23 a 29 g/kg de MS (Batista et al., 2003b; Andrade et al., 2016). Da mesma forma, as concentrações séricas de fósforo e magnésio elevaram-se

com o aumento dos níveis de palma nas dietas (Tabela 7), em função dos maiores teores destes minerais na palma Miúda em relação ao feno de Tifton.

Devido à ausência de influência das dietas sobre concentração da enzima Aspartato aminotransferase (AST), com valor médio de 125,22 U/L (Tabela 7), pode-se inferir que não houve intoxicação ou distúrbios metabólicos nos animais, em função dos níveis crescentes de palma Miúda. Segundo González & Silva (2006), essa enzima funciona como biomarcador sanguíneo para avaliar distúrbios metabólicos e funcionamento hepático. Em animais sadios esta enzima apresenta intervalos de 60 - 280 U/L (Radostits et al., 2002).

CONCLUSÕES

A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora o valor nutritivo, o aproveitamento dos nutrientes e o desempenho dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABIDI, S. et al. 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.
- ANDRADE, S. F. J. et al. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 38, n. 2, p. 155-161, 2016.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. AOAC, Arlington, VA, 1990.
- 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, 2003b.

- 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, 2003a.
- 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.
- CHEN, X. B.; GOMES, M. J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details. (Occasional publication) INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Buchsburnd. Aberdeen: **Rowett Research Institute**. 21p. 1992.
- COSTA, R. G. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**. v. 82, p. 62-65, 2009.
- COSTA, R. G. et al. Consumo de água de ovinos alimentados com diferentes níveis de nopal (*Opuntia ficus indica*) em Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 301-304, 2012a
- 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, 2012b.
- FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: UFRPE, 2005.
- FELIX, S. C. R.; PESSOA, R. A. S.; FERREIRA, M. A.; SOARES, L. F. P.; SILVA, J. L.; KAREN ABREU, S. F.; MELO, A. C. C. Intake, performance, and carcass characteristics of lambs fed spineless cactus replacing wheat bran. **Tropical Animal Health and Production**. v. 48, n. 2, p. 465-468, 2016.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Water and Cereals in Drylands**. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Rome, Italy and EarthScan (ISBN 978-92-5-1060520, FAO), 2008.
- 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. 31, p. 43-52, 2006.

GONZÁLEZ, F. H. D.; SILVA, S.C. **Introdução à Bioquímica Clínica Veterinária**, 2nd ed. Editor to UFRGS, Porto Alegre, 2006.

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

GUSHA, J. et al. 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).

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

KHAJEHDIZAJ, F. P.; TAGHIZADEH, A.; NOBAR, B. B. Effect of feeding microwave irradiated sorghum grain on nutrient utilization, rumen fermentation and serum metabolites in sheep. **Livestock Science**, v. 167, p. 161-170, 2014.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Editora Santa Maria, 3ªed. 2011.

KOZLOSKI, G. V. et al. Uso da creatinina como indicador da excreção urinária em ovinos. **Ciência Rural**, v.35, n.1, p.98-102, 2005.

LEITE, M. L. M. V. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, v. 2, p. 192-200, 2014.

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, n. 4, p. 347-358, 1996.

LOPES, E. B. et al. Seleção de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* spp. e *Nopalea* spp.) resistentes a cochonilha do carmim (*Dactylopius opuntiae* Cockerell), na Paraíba, Brasil. **Engenharia Ambiental**, v. 7, n. 1, 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.
- MENEZES, C. M. D. et al. Effects of sun-dried *Opuntia ficus-indica* on feed and water intake and excretion of urine and faeces by Dorper sheep. **Journal of Animal Science**, v. 40, p. 491-494, 2010.
- MERTENS, D. R. **Regulation of forage intake**. In: Fahey Junior, G.C. Forage quality, evaluation and utilization. Winsconsin: American Society of Agronomy, 450-493, 1994.
- 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 n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- 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.
- 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.
- RADOSTITS, O. M.; MAYHEW, I. G. J.; HOUSTON, D. M. **Exame clínico e diagnóstico em veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2002. 591p.
- SAFARI, J. et al. Seasonal variation in chemical composition of native forages, grazing behaviour and some blood metabolites of Small East African goats in a semi-arid area of Tanzania. **Animal Feed Science and Technology**, v. 164, n. 1, p. 62-70, 2011.
- SAHOO, A.; PATTANAIK, A. K.; GOSWAMI, T. K. Immunobiochemical status of sheep exposed to periods of experimental protein deficit and realimentation. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 2664-2673, 2009.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 525p., 2002.
- SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 2002.

- 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.
- TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 157-164, 2007.
- VALENTE, T. N. P. et al. In situ estimation of indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 40, p. 666-833, 2011.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VÉRAS, R. M. L. et al. Farelo de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição ao milho.1. Digestibilidade aparente dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 31, p. 1302-1306, 2002.
- 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.
- WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, p. 176-185, 1993.
- WITTWER, F.; REYES, J. M.; OPITZ, H. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnostico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicina Veterinaria**, v. 25, p. 165-172, 2000.

CAPÍTULO 2

Características de carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

Características de carcaça de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar as características de carcaça, componentes não carcaça, pesos e rendimentos dos cortes cárneos de cordeiros alimentados com os níveis crescentes (0, 150, 300 e 450 g/kg) de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck). Foram utilizados quarenta cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com o peso corporal inicial como covariável, sendo quatro tratamentos e dez repetições. Verificou-se comportamento quadrático ($P < 0,05$) sobre o peso corporal ao abate (PCA), peso do corpo vazio (PCVz), pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF), com valores máximos de 32,23; 28,79; 15,54 e 15,21 kg, estimados aos níveis de inclusão de palma Miúda de 264,8; 298,7; 254,0 e 285,3%. Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF), os pesos da paleta, costela e perna, apresentaram comportamento linear crescente ($P < 0,05$), enquanto os rendimentos de paleta e lombo reduziram. A largura da garupa, perímetro da perna, o índice de compacidade da perna apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$). Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre o comprimento da perna, índice de compacidade da carcaça e a conformação da carcaça, com a inclusão de palma Miúda. Os pesos do coração, fígado, baço, rins, a relação peso total de órgãos (PTO)/PCA, gordura perirrenal e o peso total de vísceras aumentou linearmente ($P < 0,05$). Houve comportamento quadrático ($P < 0,05$) sobre os pesos do pulmão + traqueia, peso total dos órgãos e a gordura omental, com valores máximos de 0,507; 1,591 e 0,690 kg, aos níveis de inclusão de 400,0; 360,0 e 255,0 g/kg. Porém, os pesos do pâncreas, diafragma, timo, e a relação PTO/PCVz (%) não foram influenciados. A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora as características de carcaça.

Palavras-chave: Volumoso, Energia, Ovinos, Confinamento, Conformação

**Carcass characteristics of lambs fed with increasing levels of spineless cactus
(*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)**

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate the carcass characteristics, non-carcass components, weights and yields of lambs fed with increasing levels (0, 150, 300 and 450 g/kg) of spineless cactus (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck). Forty crossbred Santa Inês lambs with initial weight of 18.6 ± 2.8 kg were distributed in a completely randomized design with initial body weight as covariate, four treatments and ten replicates. There was a quadratic behavior ($P < 0.05$) on body weight at slaughter (BWS), empty body weight (EBW), hot carcass weight (HCW), cold carcass weight (CCW), with maximum values of 32.23; 28.79; 15.54 and 15.21 kg, estimated at inclusion levels of spineless cactus of 264.8; 298.7; 254.0 and 285.3%. The hot carcass yields (HCY) and cold (CCY), the shoulder, rib and leg weights presented a linear behavior ($P < 0.05$), while the yield of shoulder and loin reduced. The hind width, leg perimeter, carcass compactness index and conformation presented a quadratic effect ($P < 0.05$). There was a linear increasing effect ($P < 0.05$) on leg length and the conformation of carcass, with the inclusion of spineless cactus. There was a linear increasing effect ($P < 0.05$) on leg length and the conformation of carcass, with the inclusion of spineless cactus. The weights of heart, liver, spleen, kidneys, total organ weight (TWO)/BWS, perirenal fat and total viscera weight increased linearly ($P < 0.05$). There was a quadratic behavior ($P < 0.05$) on lung weights + trachea, total body weight and omental fat, with maximum values of 0.507; 1,591 and 0,690 kg, at inclusion levels of 400.0; 360.0 and 255.0 g/kg. However, the weights of the pancreas, diaphragm, thymus, and TWO/EBW (%) were not influenced. The inclusion of the spineless cactus up to 450 g/kg in the diet of crossbred Santa Inês sheep in confinement improves the carcass characteristics.

Keywords: Roughage, Energy, Sheep, Feedlot, Conformation

INTRODUÇÃO

A ovinocultura de corte apresenta-se como uma atividade de grande importância para a região semiárida do Nordeste do Brasil, constituindo-se como fonte de renda para diversos criadores, sobretudo agricultores familiares. Porém, a cadeia produtiva da carne possui alguns entraves, como a disponibilidade de animais em quantidade e qualidade para atender a demanda dos frigoríficos e do mercado consumidor, principalmente porque nos dias atuais há uma busca por cortes cárneos de melhor qualidade. No entanto, no Brasil o consumo *per capita* de carne ovina ainda é considerado baixo: cerca de 620g por ano, segundo a FAO (2013).

A criação de cordeiros em confinamento pode potencializar a produção de carne ovina, uma vez que esse sistema de produção pode permitir o abate precoce dos animais, criando um fornecimento constante de carne e resultando em características de carcaças que atendam às demandas do mercado (Luz et al., 2017). Estudos avaliando as características quantitativas e qualitativas de carcaça são de fundamental importância na avaliação da eficiência das diferentes dietas ou sistemas de produção.

Na região Nordeste do Brasil uma das principais limitações é a produção de recursos forrageiros concentradas em alguns meses do ano, devido às baixas precipitações. Consequentemente, a produção de pequenos ruminantes tem como base alimentar a vegetação do bioma Caatinga (Andrade et al., 2016). A fim de contornar essas limitações, a palma forrageira vem sendo bastante utilizada como recurso forrageiro na alimentação dos rebanhos em regiões semiáridas, devido a sua adaptação às condições climáticas e suas características nutricionais.

A palma forrageira *cv* Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) destaca-se pelos elevados teores de carboidratos não fibrosos (534 g/kg de MS), nutrientes digestíveis totais (662 g/kg de MS) e tem como limitações os baixos teores de fibra em detergente neutro (260 g/kg de MS) (Batista et al., 2003; Oliveira et al., 2018). A fim de contornar os baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN), é recomendada a associação da palma forrageira com outros alimentos volumosos, com fontes de fibra fisicamente efetivas. Logo, a utilização da palma Miúda na dieta de cordeiros em confinamento pode maximizar a produção de carne ovina.

Hipotetizou-se que existe um nível de inclusão da palma Miúda que potencialize as características de carcaça. Assim, o objetivo deste estudo foi avaliar a influência da inclusão da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) sobre as características de carcaça, componentes não constituintes da carcaça, pesos e rendimentos dos cortes cárneos de cordeiros em confinamento.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido-INSA, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, Brasil, com as coordenadas geográficas latitude: 07°13'50" S, longitude: 35°52'52" W e precipitação pluviométrica anual média de 492,4 mm e temperatura média de 24,6°C. Todos os procedimentos foram realizados com autorização da Comissão Interna de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRPE), licença de número (23082.012176/2014-51).

Foram utilizados 40 cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso corporal inicial médio de $18,6 \pm 2,8$ kg, alojados em baias individuais (1,0 m x 1,8 m), providas de bebedouro e comedouro. Os animais foram identificados, tratados contra ecto e endoparasitas com ivermectina, vacinados contra clostridioses e suplementados com vitamina (ADE). O período experimental teve duração de 90 dias, sendo 30 dias de adaptação e 60 dias para coleta de dados e amostras. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental e a cada 14 dias para o monitoramento do desempenho.

Quatro dietas experimentais foram formuladas para avaliar a inclusão da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) nos níveis 0, 150, 300 e 450 g/kg de matéria seca e para atender ganhos de aproximadamente 250 g/dia com base no NRC (2007) (Tabela 2). Os ingredientes utilizados foram: feno de Tifton-85, palma Miúda (*Cynodon* spp), farelo de soja, milho, sal mineral, ureia e calcário (Tabela 1).

As dietas foram fornecidas duas vezes ao dia (8h e 16h). A quantidade de alimentos ofertados e as sobras foram pesadas diariamente para se mensurar o consumo voluntário, mantendo-se um nível de 15% de sobras. Amostras de alimentos e das sobras foram coletadas semanalmente e armazenadas a -20°C em sacos de plásticos hermeticamente fechados até as análises.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS)

Nutrientes	Feno de Tifton-85	Palma Miúda	Milho	Farelo de soja
Matéria seca ^a	885	142	890	889
Matéria orgânica	919	887	978	931
Proteína bruta	79,8	33,8	92,0	475
Extrato etéreo	18,7	21,9	61,6	18,4
FDNcp	688	267	122	138
Fibra em detergente ácido	363	104	29,1	82,9
FDAi	131	44,5	10,9	9,0
Carboidratos totais	825	834	826	437
Carboidratos não fibrosos	137	567	704	299
Lignina	67,8	24,0	6,10	11,7
Cinzas	80,9	112	21,4	68,6

^ag/kg na matéria natural; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDAi = fibra em detergente ácido indigestível.

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

Ingredientes (g/kg)	Níveis de inclusão (g/kg)			
	0	150	300	450
Feno de Tifton-85	500	350	200	50
Palma Miúda	0	150	300	450
Milho	306	289	271	256
Farelo de soja	175	192	210	225
Ureia	4	4	4	4
Sal mineral ¹	10	10	10	10
Calcário	5	5	5	5
Total	1000	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca ^a	889	498	346	265
Matéria orgânica	921	916	910	905
Proteína bruta	166	165	164	161
Extrato etéreo	33,1	32,7	32,3	32,1
FDNcp	405	343	280	217
Fibra em detergente ácido	205	167	129	91
Carboidratos não fibrosos	329	387	446	507
Carboidratos totais	741	736	731	726
Lignina	37,8	31,3	24,9	18,4
Cinzas	74,0	79,5	85,1	90,5
Nutrientes digestíveis totais*	696	710	738	758
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,52	2,57	2,67	2,73

^ag/kg na matéria natural; ¹Nutrientes/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; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína. * Obtido em ensaio de digestibilidade.

As amostras de alimentos, sobras e fezes foram homogeneizadas e pré-secas em estufa com circulação forçada a 55°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras dos alimentos e sobras foram trituradas em moinho de faca tipo Willey, com peneiras de crivo de 2,0 e 1,0 mm para ensaio de digestibilidade com incubação *in situ* e análises laboratoriais, respectivamente. As amostras foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS, método 934.01), matéria orgânica (MO, método 930.05), cinzas (MM, método 942.05), proteína bruta (PB, Kjeldahl N \times 6,25, método 981.10) e extrato etéreo (EE, método 920.39), de acordo com os procedimentos da AOAC (1990). A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com Van Soest et al. (1991). As correções de cinza e proteína, segundo metodologia descrita por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

O teor de carboidratos totais (CHOT) foi calculado pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CHOT (g/kg) = 1000 - (PB + EE + MM)$ e, dos carboidratos não-fibrosos (CNF), segundo Hall (2000): $CNF (g/kg) = 1000 - (MM + EE + FDN_{cp} + (PB - P_{bu} + U))$, em que: FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; P_{bu} = teor de PB oriunda da ureia; U = teor de ureia.

Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi adotada a equação descrita por Weiss (1999), em que $NDT\% = (\%PB_d + \%FDN_{cpd}\% + \%CNF_d + EE_d \times 2,25)$, onde: PB_d = proteína bruta digestível, FDN_{cpD} = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível, CNF_d = carboidrato não fibroso digestível e EE_d = extrato etéreo digestível. No cálculo da energia metabolizável (EM), inicialmente quantificou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED.

Decorridos 60 dias de confinamento, os animais foram submetidos a uma dieta hídrica e jejum de sólidos de 16 horas. Imediatamente antes do abate, foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA) e insensibilizados com pistola de dardo cativo (Ctrade®, Tec 10 PP), acionada por cartucho de explosão, seguida de sangria por cisão nas artérias carótidas e veias jugulares (Brasil, 2000).

Após esfola e evisceração, foram retiradas a cabeça (secção da articulação atlanto-occipital) e patas (secção das articulações carpiana e tarsal-metatarsica) e registrado o peso da carcaça quente (PCQ). O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e esvaziado, lavado e novamente pesado para obtenção do conteúdo do trato

gastrointestinal (CTGI) e calculado o peso corporal vazio (PCVz), por meio da fórmula $PCVz = (PCA - CTGI)$ e rendimento biológico (RB %) = $PCQ/PCVz \times 100$. Os órgãos, vísceras e subprodutos foram pesados para determinação dos componentes não constituintes da carcaça.

Posteriormente, as carcaças foram mantidas em câmara frigorífica por 24 horas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Subseqüentemente, as carcaças foram pesadas para obter o peso da carcaça fria (PCF) e perda de peso por resfriamento PR (%) = $PCQ - PCF/PCQ \times 100$. Também foram realizadas leituras do pH das carcaças a zero e 24 horas *post mortem*, no músculo *Semimembranosus*, com auxílio de um pHmetro de inserção (Testo 205).

Para as avaliações subjetivas e mensurações das carcaças, as mesmas foram penduradas por meio de ganchos, com as articulações tarso metatarsianas distanciadas em 17 cm e realizadas as avaliações subjetivas de conformação, acabamento e gordura pélvico-renal, de acordo com metodologia proposta por Cezar e Sousa (2007). Também foram realizadas as seguintes medidas morfométricas das carcaças: comprimento externo e interno da carcaça (CEC) e (CIC), largura da garupa (LG), perímetro da garupa (PerG), comprimento da perna (CP), perímetro da perna (PerP), largura do tórax (LT), profundidade do tórax (PT) e perímetro torácico (PerT). Além disso, foram calculados os índices de compacidade da carcaça (ICC), expresso por $[ICC \text{ kg/cm} = PCF/CIC]$ e perna (ICP), através da relação entre a largura da garupa (LG) e o comprimento da perna (CP), expressado por $[ICP \text{ cm/cm} = LG/CP]$. Foram determinados de acordo com Cezar e Sousa (2010).

Após as mensurações e avaliações subjetivas da carcaça, os rins, o timo e a gordura perirrenal foram removidos e os pesos foram subtraídos dos pesos de carcaça quente e fria e calculados o rendimento de carcaça quente $RCQ = (PCQ/PCA) \times 100$ e carcaça fria $RCF = (PCF/PCA) \times 100$.

Em seguida, cada carcaça foi dividida sagitalmente, e seccionada em seis regiões anatômicas que compuseram os cortes cárneos comerciais: pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna. Na meia-carcaça esquerda foi realizado um corte transversal entre a 12^a e 13^a costelas para mensuração da área de olho de lombo (AOL) do músculo *Longissimus dorsi*, pelo traçado do contorno do músculo em folha plástica de transparência, para determinação da área em planímetro digital (HAFF®, modelo

Digiplan) (Costa et al., 2012). Também no *L. dorsi*, com o auxílio de um paquímetro digital, foi medida a espessura de gordura subcutânea (EGS).

As análises das variáveis foram conduzidas utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, de acordo como o modelo abaixo:

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

Onde: Y_{ij} = valor observado da variável dependente; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i ($i = 1$ a 4); $\beta(X_{ij} - X)$ = efeito da covariável (peso corporal inicial); e_{ij} = erro experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o procedimento PROC GLM do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2002). A soma dos quadrados dos tratamentos na análise de contraste foi decomposta em dois contrastes: linear (-3 -1 +1 +3) e efeito quadrático (+1 -1 -1 +1), ao nível de significância de $P < 0,05$. Foi realizada a correlação de Pearson entre o peso dos órgãos e o consumo de energia, utilizando o procedimento PROC CORR.

RESULTADOS

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os consumos de energia metabolizável (Mcal/kg) com a inclusão da palma Miúda. Já o consumo de proteína digestível não foi influenciado ($P < 0,05$, Tabela 3). O peso corporal ao abate (PCA), peso do corpo vazio (PCVz), pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) apresentaram efeito quadrático ($P < 0,05$), com valores máximos de 32,23; 28,79; 15,54 e 15,21 kg, para os níveis de inclusão de palma Miúda de 26,48; 298,7; 254,0 e 285,3 g/kg (Tabela 3).

Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) e a área de olho de lombo (AOL) aumentaram linearmente ($P < 0,05$), enquanto o conteúdo do trato gastrintestinal (CTGI) reduziu linearmente ($P < 0,05$) (Tabela 3). Não houve efeito das dietas ($P > 0,05$) sobre o rendimento biológico (RB), a perda por resfriamento (PR), a espessura de gordura subcutânea (EGS) e o pH das carcaças às 0 e 24 horas após o abate (Tabela 3).

Tabela 3. Consumo dos nutrientes e características de carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Consumo de energia metabolizável (Mcal/kg)	2399	2761	2867	2708	69,027	0,002	0,031 ²
Consumo de proteína digestível (g/dia)	125,8	137,4	137,7	128,3	3,259	0,465	0,135
Peso corporal ao abate (kg)	27,4	31,9	31,6	30,1	0,702	<.0001	0,029 ³
Conteúdo do trato gastrointestinal (kg)	3,63	3,31	3,03	2,51	0,117	<.0001 ⁴	0,951
Peso do corpo vazio (kg)	23,8	27,8	28,5	27,5	0,664	<.0001	0,012 ⁵
Peso de carcaça quente (kg)	13,0	15,1	15,5	14,1	0,363	0,001	0,014 ⁶
Peso de carcaça fria (kg)	12,7	14,7	15,2	14,5	0,358	0,001	0,018 ⁷
Rendimento de carcaça quente (%)	47,2	48,7	49,2	49,3	0,314	0,016 ⁸	0,264
Rendimento de carcaça fria (%)	46,1	47,6	48,0	48,3	0,319	0,014 ⁹	0,319
Rendimento biológico (%)	54,5	54,4	54,4	53,8	0,301	0,425	0,651
Perdas por resfriamento (%)	2,4	2,2	2,4	2,0	0,077	0,190	0,513
Espessura de gordura subcutânea (mm)	1,31	1,74	1,45	1,57	0,085	0,402	0,617
Área de olho de lombo (cm ²)	9,32	10,3	10,9	10,6	0,270	0,036 ¹⁰	0,305
pH (0 horas)	7,28	7,31	7,27	7,28	0,051	0,708	0,348
pH (24 horas)	5,76	5,71	5,78	5,59	0,053	0,317	0,398

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático;

¹y = 2399 + 3,2937X - 0,0058X², r² = 0,98; ²y = 125,9 + 0,1102X - 0,0002X², r² = 0,97; ³y = 27,58 + 0,0352X - 0,00007X, r² = 0,94; ⁴y = 3,66 - 0,0243X; r² = 0,97; ⁵y = 23,88 + 0,0329X - 0,00006X², r² = 0,98; ⁶y = 12,96 + 0,020X - 0,00004X², r² = 0,98; ⁷y = 12,69 + 0,1769X - 0,0031X², r² = 0,98; ⁸y = 47,60 + 0,0045X, r² = 0,81; ⁹y = 46,46 + 0,0047X, r² = 0,85; ¹⁰y = 9,61 + 0,003X, r² = 0,70.

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os pesos dos cortes cárneos: pescoço, serrote e lombo, com valores máximos de 0,843; 1,161 e 0,736 kg, aos níveis de 275,0; 280,0 e 245,0 g/kg de palma (Tabela 4). Entretanto, ocorreu efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre o peso da paleta, costela e perna e linear decrescente ($P < 0,05$) sobre os rendimentos de paleta e lombo (Tabela 4).

Tabela 4. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais da carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Pesos (kg)							
Pescoço	0,697	0,801	0,866	0,799	0,022	0,001	0,029 ¹
Paleta	1,068	1,213	1,271	1,214	0,031	0,006 ²	0,117
Costela	0,974	1,125	1,218	1,177	0,031	0,001 ³	0,137
Serrote	0,912	1,151	1,117	1,085	0,035	0,007	0,033 ⁴
Lombo	0,612	0,733	0,727	0,677	0,015	0,033	0,002 ⁵
Perna	1,991	2,278	2,303	2,247	0,050	0,003 ⁶	0,069
Rendimentos (%)							
Pescoço	11,1	11,0	11,5	11,1	0,136	0,644	0,665
Paleta	15,8	13,4	13,0	13,5	0,371	0,005 ⁷	0,025
Costela	15,5	15,5	16,2	16,3	0,177	0,059	0,815
Serrote	14,4	15,7	14,8	15,0	0,222	0,529	0,328
Lombo	9,82	10,1	9,74	9,40	0,100	0,043 ⁸	0,059
Perna	32,0	31,2	30,8	31,3	0,220	0,165	0,200

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

¹ $y = 0,692 + 0,0011X - 0,000002X^2$, $r^2 = 0,97$; ² $y = 1,117 + 0,00033X$, $r^2 = 0,54$; ³ $y = 1,018 + 0,0005X$, $r^2 = 0,72$; ⁴ $y = 0,926 + 0,0017X - 0,000003X^2$, $r^2 = 0,88$; ⁵ $y = 0,616 + 0,001X - 0,000002X^2$, $r^2 = 0,96$; ⁶ $y = 2,085 + 0,0005X$, $r^2 = 0,50$; ⁷ $y = 15,00 - 0,0049X^2$, $r^2 = 0,55$; ⁸ $y = 9,99 - 0,0011X$, $r^2 = 0,53$.

Efeito quadrático ($P < 0,05$) foi observado sobre a largura da garupa, perímetro da perna, índice de compacidade da perna (ICP), com valores máximos de 23,28; 39,54 cm e 0,59 cm/cm, aos níveis de inclusão de palma Miúda de 249,6; 297,8 e 310,0 g/kg, respectivamente (Tabela 5). Houve efeito linear crescente ($P < 0,05$) sobre o comprimento da perna e a conformação da carcaça e no índice de compacidade da carcaça (ICC) com a inclusão de palma Miúda (Tabela 5). Não houve influência ($P > 0,05$) das dietas sobre a largura do tórax, perímetro da garupa, comprimento interno, comprimento externo, profundidade do tórax, perímetro torácico, acabamento e gordura perirrenal (Tabela 5).

Tabela 5. Medidas morfométricas e avaliações subjetivas da carcaça de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Largura da garupa (cm)	21,0	23,1	23,0	21,9	0,238	0,089	0,001 ¹
Largura do tórax (cm)	19,8	21,8	21,2	20,7	0,318	0,299	0,061
Perímetro da garupa (cm)	60,4	63,2	62,3	62,1	0,501	0,152	0,187
CIC (cm)	56,6	58,4	59,9	58,0	0,524	0,106	0,310
CEC (cm)	54,8	55,3	55,7	55,0	0,503	0,548	0,938
Comprimento da perna (cm)	38,6	39,6	39,9	40,0	0,306	0,015 ²	0,735
Profundidade do tórax (cm)	27,0	27,7	27,5	25,7	0,454	0,330	0,284
Perímetro torácico (cm)	65,8	68,0	68,4	67,6	0,588	0,061	0,316
Perímetro da perna (cm)	36,5	38,9	39,4	38,7	0,358	0,005	0,031 ³
ICP (cm/cm)	0,54	0,58	0,57	0,55	0,005	0,996	0,001 ⁴
ICC (kg/cm)	0,22	0,25	0,26	0,25	0,005	0,002 ⁵	0,043
Conformação (1-5)	2,70	3,22	3,12	3,32	0,078	0,010 ⁶	0,278
Acabamento (1-5)	3,17	3,40	3,25	3,37	0,077	0,416	0,972
Gordura perirrenal (1-3)	2,55	2,80	2,82	2,72	0,058	0,223	0,204

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; CIC = comprimento interno da carcaça; CEC = Comprimento externo da carcaça; ICP = índice de compacidade da perna;

ICC = índice de compacidade da carcaça.

¹ $y = 21,06 + 0,0177X - 0,00004X^2$, $r^2 = 0,97$; ² $y = 38,86 + 0,003X$, $r^2 = 0,82$; ³ $y = 36,53 + 0,0202X - 0,00003X^2$, $r^2 = 0,99$; ⁴ $y = 0,54 + 0,0003X - 0,0000007X^2$, $r^2 = 0,92$; ⁵ $y = 0,22 + 0,000121X$, $r^2 = 0,55$; ⁶ $y = 2,82 + 0,0012X$, $r^2 = 0,69$.

Os pesos dos órgãos (coração, fígado, baço e rins) e a relação PTO/PCA, o peso da gordura perirrenal e o peso total de víscera (PTV) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão da palma (Tabela 6). Enquanto houve efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre os pesos do pulmão + traqueia, peso total dos órgãos (PTO) e gordura omental, com valores máximos de 0,507; 1,591 e 0,690 kg, aos níveis de inclusão de 400,0; 360,0 e 255,0 g/kg, respectivamente (Tabela 6). Os pesos do pâncreas, diafragma, timo e a relação PTO/PCVz (%) não foram influenciados ($P > 0,05$) pelas dietas (Tabela 6).

Tabela 6. Pesos dos órgãos e das vísceras de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Coração (kg)	0,116	0,129	0,142	0,131	0,003	0,021 ¹	0,156
Fígado (kg)	0,449	0,589	0,554	0,611	0,021	0,005 ²	0,444
Pulmão + Traqueia (kg)	0,348	0,431	0,460	0,412	0,012	0,019	0,007 ³
Baço (kg)	0,039	0,044	0,056	0,050	0,002	0,006 ⁴	0,285
Pâncreas (kg)	0,025	0,027	0,034	0,028	0,001	0,250	0,386
Diafragma (kg)	0,102	0,118	0,128	0,111	0,004	0,176	0,095
Timo (kg)	0,025	0,028	0,037	0,026	0,002	0,598	0,213
Rins (kg)	0,090	0,098	0,105	0,104	0,002	0,002 ⁵	0,450
PTO (kg)	1,196	1,465	1,518	1,474	0,039	0,001	0,036 ⁶
PTO/PCA (%)	4,27	4,63	4,75	4,81	0,070	0,004 ⁷	0,157
PTO/PCVz (%)	5,05	5,31	5,36	5,35	0,074	0,174	0,236
Gordura Mesentérica (kg)	0,283	0,338	0,304	0,347	0,023	0,332	0,777
Gordura omental (kg)	0,420	0,695	0,655	0,580	0,042	0,053	0,031 ⁸
Gordura perirrenal (kg)	0,233	0,409	0,399	0,400	0,034	0,027 ⁹	0,311
Gordura inguinal (kg)	0,109	0,150	0,171	0,126	0,019	0,671	0,348
PTV (kg)	1,710	1,914	2,011	1,977	0,049	0,011 ¹⁰	0,348
PTV/PCA (%)	6,28	6,22	6,33	6,56	0,092	0,286	0,621
PTV/PCVz (%)	7,26	6,97	6,99	7,16	0,114	0,680	0,476

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; PTO = peso total dos órgãos; PCA = peso corporal ao abate; PCVz = peso do corpo vazio; PTV = peso total de vísceras.

¹y = 0,121 + 0,00004X, r² = 0,49; ²y = 0,483 + 0,0003X, r² = 0,65; ³y = 0,347 + 0,0008X - 0,000001X², r² = 0,99; ⁴y = 0,040 + 0,00003X, r² = 0,62; ⁵y = 0,091 + 0,00003X, r² = 0,84; ⁶y = 1,202 + 0,0022X - 0,000003X², r² = 0,98; ⁷y = 4,35 + 0,0012X, r² = 0,86; ⁸y = 0,43 + 0,002X - 0,000004X², r² = 0,91; ⁹y = 0,286 + 0,0003X, r² = 0,55; ¹⁰y = 1,768 + 0,0006X, r² = 0,73.

DISCUSSÃO

O comportamento quadrático do consumo de energia metabolizável com o aumento dos níveis de palma Miúda refletiram na deposição de tecido na carcaça dos cordeiros, em função do maior suprimento em energia, favorecendo, assim, as variáveis PCA, PCVz, PCQ e PCF, que apresentaram o mesmo comportamento quadrático; por sua vez, a elevação dos RCQ e RCF foi influenciada, provavelmente, em função da redução do CTGI e esta redução pode estar relacionada à diminuição no teor de FDN das dietas com o aumento dos níveis de palma Miúda (Tabela 3). Assim, animais alimentados com volumosos contendo menor teor de FDN e maior teor de CNF, como é o caso da palma forrageira, que apresenta rápida degradabilidade ruminal (Batista et al., 2003), apresentam maior rendimento de carcaça. Isso ocorre porque a perda de CTGI é mais rápida durante o período de jejum antes do abate.

O valor médio encontrado para a PR foi de 2,3% (Tabela 3). Segundo Martins et al. (2000), a perda por resfriamento em geral pode variar entre 1 e 7%, de acordo com a uniformidade da cobertura de gordura, o sexo, peso, temperatura e umidade relativa da câmara fria. A ausência de efeito da inclusão da palma sobre a PR% pode estar relacionada à EGS, que tem a função de proteção contra perdas de umidade durante o resfriamento da carcaça, que também não foi alterada pelas dietas, com valor médio de 1,52 mm. A falta de efeito das dietas sobre essa variável ocorreu possivelmente pelo estágio fisiológico dos animais. Gerrard e Grant (2006) afirmaram que no desenvolvimento corporal o tecido adiposo é o mais tardio, desenvolvendo-se apenas depois do pico do crescimento muscular, bem como o genótipo estudado, que tem como prioridade a deposição de gordura interna, que atua como reserva de energia para períodos de escassez de alimento (Costa et al., 2017), enquanto a deposição de gordura de cobertura ocorre tardiamente.

A área de olho de lombo (AOL) foi influenciada pela elevação dos consumos de MS e NDT, ao suprir nutrientes para a síntese de tecido muscular (Tabela 3). Os valores obtidos neste estudo ficaram próximos aos encontrados por Pinto et al. (2011), avaliando a substituição do milho pela palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill).

O pH, após 24 horas de resfriamento da carcaça, ficou entre os valores propostos por Silva Sobrinho et al. (2005), que podem variar de 5,5 a 5,8. A falta de influências

sobres os valores de pH após 24 horas indica de não houve nenhum tipo de estresse pré-abate aos animais.

Os pesos dos cortes pescoço, serrote e lombo que tiveram comportamento quadrático e pesos dos cortes paleta, costela e perna que se elevaram com inclusão da palma Miúda, ocorreu possivelmente por estes serem produtos do PCF. Segundo Osório et al. (2002), quando o peso de carcaça aumenta em valor absoluto, os pesos dos cortes comerciais também aumentam, ocorrendo uma relação direta de dependência.

Com relação às medidas morfométricas, uma vez que são mensuradas na carcaça fria e essas foram influenciadas pela inclusão da palma Miúda, a maioria das medidas tiveram o mesmo comportamento (Tabela 5). Os índices de compacidade da perna e carcaça, que tiveram efeito quadrático (Tabela 5), são usados para avaliar a qualidade final da carcaça. Quanto maior o ICC, maior deposição de tecido muscular por unidade de área (cm²), conseqüentemente, originando carcaça com melhor qualidade (Amorim et al., 2008). Da mesma forma o ICP, que é a relação entre o comprimento da perna e a largura da garupa.

Os pesos dos órgãos coração, fígado, pulmão + traqueia e baço (Tabela 6), provavelmente foram influenciados pelo incremento do consumo de energia com a inclusão da palma na dieta, apresentando correlações altas e positivas ($r = \geq 0,87$; 0,71 0,69; 0,52; $P < 0,005$), respectivamente. Alguns órgãos, principalmente o fígado e o baço, que têm importante participação no metabolismo dos nutrientes ingeridos pelos animais, têm seu tamanho e crescimento relacionados com o maior conteúdo energético das dietas, bem como seu consumo (Queiroz et al., 2015; Luz et al., 2017).

Concomitantemente, o efeito quadrático e linear no peso da gordura omental e na gordura perirrenal, respectivamente, pode estar relacionado ao genótipo dos animais pertencentes à raça Santa Inês, que acumula grandes quantidades de gordura interna (Medeiros et al., 2011). Os depósitos adiposos internos seguiram também comportamento observado para o consumo de energia. Segundo Medeiros et al. (2011), a deposição de gordura interna não é vantajosa, pois estas não possuem valor comercial e seus pesos têm efeito sobre os pesos e rendimentos das carcaças; por sua vez, há vantagens quando essa maior deposição é de gordura subcutânea e intermuscular, pois refletem nas características sensoriais da carne dos ovinos e valorizam os cortes das carcaças.

Era esperada uma redução no PTV com a inclusão da palma Miúda (Tabela 6), tendo em vista que o conteúdo de FDN das dietas diminuiu à medida que se elevaram os níveis de palma. Porém, o aumento do PTV pode ter sido influenciado pelo aumento no CNF, que é facilmente fermentável no ambiente ruminal, logo, ocasionando o crescimento das papilas ruminais, das cristas reticulares e das vilosidades intestinais, estimulados pela produção dos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), resultantes da fermentação microbiana. Segundo Penner et al. (2014), a fração de CNF exerce grande influência na produção de AGCC, havendo alta relação entre a taxa de absorção de AGCC e o aumento das superfícies de absorção. Conseqüentemente, o aumento do PTO e PTV fez com que reduzissem os RCQ e RCF (Tabela 3), visto que esses são calculados pela relação com o PCA.

CONCLUSÕES

A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora as características de carcaça.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ANDRADE, S. F. J. et al. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, n.2, p.155-161, 2016.
- AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. AOAC, Arlington, VA, 1990.
- 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, 2003.
- BRASIL. 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA). Secretaria da Defesa Agropecuária (SDA). Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal (DIPOA). Divisão de Normas Técnicas. **Instrução Normativa n. 3, de**

17 de janeiro de 2000. Aprova o Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate Humanitário de Animais de Açougue. Lex: Diário Oficial da União de 24 de janeiro de 2000, Seção 1, pág. 14-16. Brasília.

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

CEZAR, M. F.; SOUSA, W. H. Proposta de avaliação e classificação de carcaças de ovinos deslanados e caprinos. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v. 4, p. 41-51, 2010.

COSTA, R. G. et al. Utilização de diferentes metodologias para determinação da área de olho de lombo em ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v. 61, p. 615-618, 2012.

COSTA, R. G. et al. Characterization of the lipid profile of internal fat deposits of sheep in the semiarid region of Brazil. **Small Ruminant Research**, v. 149, p. 214-217, 2017.

FAO, **Food and Agriculture Organization of the United Nations** (2013n). FAOSTAT database. Retrieved from: <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QA/E>.

GERRARD, D. E.; GRANT, A. L. **Principles of animal growth and development.** Revised Printing. Purdue University, E.U.A. Kendall/Hunt Publishing Company, 2006, 264p.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: fundamentos.** 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p111.

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 Technology**. v. 57, p. 347-358, 1996.

LUZ, B. J. et al. Carcass characteristics and meat quality of lambs fed babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a replacement for elephant grass silage. **Tropical Animal Health and Production**. v. 49, p. 113-119, 2017.

MARTINS, R. C. et al. **Peso vivo ao abate como indicador do peso e das características quantitativas e qualitativas das carcaças em ovinos jovens da raça Ideal**. Bagé: Embrapa Pecuária Sul, 2000, 29p.

MEDEIROS, G. R. et al. Estado de engorduramento da carcaça de ovinos Santa Inês e Morada Nova abatidos com diferentes pesos. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**. v. 1, n. 1, p. 243-246, 2011.

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.

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

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

OSÓRIO, J. C.; OSÓRIO, M. T. M.; OLIVEIRA, N. M. **Qualidade, morfologia e avaliação de carcaças**. Pelotas: UFPel, 2002, 195 p.

PENNER, G. B. et al. Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. **Journal of Animal Science**, v.89, p.1108-1119, 2014.

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

QUEIROZ, L. O. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros Santa Inês, abatidos com diferentes espessuras de gordura subcutânea. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.16, n.3, p.712-722, 2015.

SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, p. 1070-1078, 2005.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 525p., 2002.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.

WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, p. 176-185, 1993.

CAPÍTULO 3

Composição tecidual da perna e qualidade da carne de cordeiros
alimentados com níveis crescentes de palma Miúda
(*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

Composição tecidual da perna e qualidade da carne de cordeiros alimentados com níveis crescentes de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

RESUMO: Este estudo foi realizado com o objetivo de avaliar a composição tecidual da perna e qualidade da carne de cordeiros alimentados com níveis crescentes (0, 150, 300, e 450 g/kg) de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck). Quarenta cordeiros mestiços de Santa Inês, não castrados, com peso inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e dez repetições, e o peso corporal inicial como covariável. O músculo *Longissimus lumborum* foi utilizado para determinar as características físico-químicas, a composição química e o perfil dos ácidos graxos da carne. Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) sobre o peso da perna e peso dos músculos, com valores máximos de 2,348 kg e 1769,4 g, aos níveis de inclusão de palma Miúda de 326,3 e 235,3 g/kg; por sua vez, a gordura intermuscular apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$). Não houve efeito ($P > 0,05$) da inclusão da palma Miúda sobre os parâmetros físico-químicos e a composição química da carne. O ácido graxo oleico e o total dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) aumentaram linearmente ($P < 0,05$). Porém, os ácidos graxos heptadecanoico, cisvacênico, transvacênico, linoleico, eicosapentaenoico e o total dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$) com valores máximos de 0,47; 1,20; 1,34; 3,31; 0,05 e 4,65 (g/100g de AG totais), para os níveis de 255,0; 245,0; 380,0; 298,0; 217,0 e 238,0 g/kg de palma Miúda. A relações AGMI/AGS e hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (h:H), ácidos graxos desejáveis e o índice aterogenicidade apresentaram efeito linear crescente ($P < 0,05$). Já a relação AGPI/AGS, o total de ômega 3 e ômega 6 apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$), com valores máximos estimados aos níveis de inclusão de palma Miúda de 250,0, 233,0 e 243,0 g/kg; enquanto a relação Ômega 6/Ômega 3 e índice de trombogenicidade não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas dietas. A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora o perfil dos ácidos graxos desejáveis, sem alterar as características físico-químicas e a composição química da carne.

Palavras-chave: Cactácea, Semiárido, Ovinos, Maciez, Perfil lipídico

Meat quality of lambs fed with increasing levels of spineless cactus
(*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck)

ABSTRACT: This study was conducted to evaluate the quality of lamb meat fed with increasing levels (0, 150, 300 and 450 g/kg) of spineless cactus (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck). Forty non-castrated crossbred Santa Inês lambs with initial weight of 18.6 ± 2.8 kg were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and ten replicates. *Longissimus lumborum* muscle was used to determine the physicochemical characteristics, chemical composition and profile of the fatty acids of meat. There was a quadratic effect ($P < 0.05$) on leg weight and muscle weight, with maximum values of 2,348 kg and 1769.4 g, at inclusion levels of 326.3 and 235.3 g/kg; in turn, intermuscular fat had an increasing linear effect ($P < 0.05$). There was no effect ($P > 0.05$) of inclusion of the spineless cactus on the physical-chemical parameters and the chemical composition of the meat. Oleic fatty acid and total monounsaturated fatty acids (MUPA) increased linearly ($P < 0.05$). However, the fatty acids heptadecanoic, cisvacenic, transvacenic, linoleic, eicosapentaenoic and total polyunsaturated fatty acids (PUFA) presented quadratic behavior ($P < 0.05$) with maximum values of 0.47; 1.20; 1.34; 3.31; 0.05 and 4.65 (g/100g of total FAs), for the levels of 255.0; 245.0; 380.0; 298.0; 217.0 and 238.0 g/kg of spineless cactus. MUFA/SFA and hypocholesterolemic/hypercholesterolemic (h:H), desirable fatty acids and atherogenicity index presented a linear effect increasing ($P < 0.05$). The PUFA/SFA ratio, the total of omega 3 and omega 6, presented quadratic behavior ($P < 0.05$), with maximum values estimated at inclusion levels of spineless cactus of 250.0; 233.0 and 243.0 g/kg; while the Omega 6/Omega 3 ratio and thrombogenicity index were not influenced ($P > 0.05$) by the diets. The inclusion of the spineless cactus up to 450 g/kg in the diet of crossbred Santa Inês sheep in confinement improves the profile of the desirable fatty acids, without altering the physical-chemical characteristics and the chemical composition of the meat.

Key words: Cacti, Semiarid, Sheep, Tenderness, Lipid profile

INTRODUÇÃO

Devido à sua adaptação às condições climáticas, alta produtividade e características nutricionais da palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) com elevados teores de carboidratos não fibrosos (544,5 g/kg de MS) e nutrientes digestíveis totais (662 g/kg de MS) (Batista et al., 2009; Lins et al., 2017; Oliveira et al., 2017), esta vem sendo bastante utilizada como recurso forrageiro na alimentação de ruminantes em regiões semiáridas, principalmente devido ao fato de que nessas áreas ocorre pouca produtividade de pastagens cultivadas e de grãos, limitando a oferta de forragem e energia para os rebanhos.

Por esta cactácea apresentar-se como um importante recurso alimentar dos rebanhos e a carne ovina constituir-se como fonte de proteína para as populações residentes em regiões semiáridas, é fundamental a realização de estudos sobre a influência da alimentação na qualidade da carne de cordeiros. Devido a suas características nutricionais, o uso da palma forrageira na dieta de ruminantes pode alterar o ambiente ruminal ao reduzir o pH e aumentar a taxa de passagem da digesta, podendo influenciar o aproveitamento dos nutrientes, a síntese de tecidos no corpo dos animais e, conseqüentemente, a composição química da carne, pois esta é afetada, principalmente, pelo sistema de alimentação (Hajji et al., 2016; Campos et al., 2017; Bezerra et al., 2016).

Além do mais, nos dias atuais é cada vez mais crescente a procura dos consumidores por carnes de melhor qualidade e mais saudáveis. Qualidade esta relacionada à cor, maciez e suculência. A cor é a característica mais importante para o consumidor no momento da compra da carne (Costa et al., 2012; Yagoubi et al., 2018). Já a maciez da carne é um atributo desejável associado com o consumo de carne de qualidade (Hopkins et al., 2010), estando diretamente relacionada com a suculência.

Com relação às características nutricionais, os teores de gordura, sobretudo o perfil dos ácidos graxos da carne, também preocupam os consumidores, visto que o consumo de ácidos graxos poli-insaturados do grupo n-3 e seus isômeros de ácido linoleico conjugado (CLA) têm chamado a atenção de pesquisadores, devido aos seus potenciais benefícios à saúde humana, tais com a redução da gordura corporal, aterosclerose, doenças cardiovasculares e câncer (Benjamin e Spencer, 2009; Aranceta e

Pérez-Rodrigo, 2012; Ponnampalam et al., 2014; Dilzer e Park, 2012). O uso da palma forrageira na dieta de ovinos pode influenciar o perfil lipídico da carne (Abidi et al., 2009), aumentando os ácidos graxos insaturados, pela ocorrência de biohidrogenação incompleta. Além dos fatores como: raça, sexo, peso ao abate, ambiente e as interações, que podem influenciar o perfil lipídico da carne de pequenos ruminantes (Wood et al., 2004).

Foi levantada a hipótese de que exista um nível de inclusão da palma Miúda que aumente a deposição de ácidos graxos insaturados na carne dos ovinos sem alterar sua qualidade final. Objetivou-se com esse estudo avaliar a influência dos níveis crescentes de palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) sobre os parâmetros físico-químicos, composição química, perfil dos ácidos graxos da carne e composição tecidual da perna de cordeiros em confinamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental do Instituto Nacional do Semiárido-INSA, localizado no município de Campina Grande, Paraíba, Brasil, com as coordenadas geográficas latitude: 07°13'50" S, longitude: 35°52'52" W e precipitação pluviométrica anual média de 492,4 mm. Todos os procedimentos foram realizados com autorização da Comissão Interna de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFRPE), licença de número (23082.012176/2014-51).

Foram utilizados 40 ovinos não castrados mestiços de Santa Inês, com peso corporal inicial de $18,6 \pm 2,8$ kg, que foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com o peso corporal inicial como covariável, sendo quatro tratamentos e dez repetições, alojados em baias individuais (1,0 m x 1,8 m), providas de comedouro e bebedouro. Inicialmente, foram identificados e tratados contra ecto e endoparasitas. O período experimental teve duração de 90 dias, sendo 30 dias de adaptação e 60 dias para coleta de dados e amostras.

Quatro dietas experimentais foram formuladas com níveis crescentes de palma Miúda nos níveis 0, 150, 300 e 450 g/kg, com base no NRC (2007) para atender ganhos de peso de 250 g/dia. Os ingredientes utilizados foram: feno de capim Tifton-85 (*Cynodon* spp), palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck), farelo de soja, milho, sal mineral, ureia e calcário (Tabelas 1, 2 e 3).

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais em base da matéria seca (g/kg MS)

Nutrientes	Feno de Tifton	Palma Miúda	Milho	Farelo de soja
Matéria seca ^a	885	142	890	889
Matéria orgânica	919	887	978	931
Proteína bruta	79,8	33,8	92,0	475
Extrato etéreo	18,7	21,9	61,6	18,4
FDNcp	688	267	122	138
Fibra em detergente ácido	363	104	29,1	82,9
Carboidratos totais	825	834	826	437
Carboidratos não fibrosos	137	567	704	299
Lignina	67,8	24,0	6,10	11,7
Cinzas	80,9	112	21,4	68,6
Perfil lipídico (g/100g de AG totais)				
Láurico (C12:0)	1,31	0,79	1,45	0,16
Mirístico (C14:0)	3,25	1,91	1,32	0,18
Miristoleico (C14:1)	0,08	0,08	0,07	0,08
Pentadecanoico (C15:0)	0,71	0,79	0,24	0,62
Palmítico (C16:0)	30,0	18,7	10,3	17,2
Palmitoleico (C16:1)	2,02	2,84	1,87	3,37
Heptadecanoico (C17:1)	0,82	1,30	0,88	1,40
Esteárico (C18:0)	2,17	5,26	2,83	3,53
Oleico (C18:1)	7,97	5,30	32,6	15,6
Linoleico (C18:2)	11,5	30,4	46,2	55,2
Linolênico (C18:3)	38,8	31,1	0,87	1,09
Araquidônico (C20:4)	1,42	1,91	0,67	1,50

^ag/kg na matéria natural; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína;

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

Ingredientes (g/kg)	Níveis de inclusão (g/kg)			
	0	150	300	450
Feno de Tifton-85	500	350	200	50
Palma Miúda	0	150	300	450
Milho	306	289	271	256
Farelo de soja	175	192	210	225
Ureia	4	4	4	4
Sal mineral ¹	10	10	10	10
Calcário	5	5	5	5
Total	1000	1000	1000	1000
Composição química (g/kg MS)				
Matéria seca ^a	889	498	346	265
Matéria orgânica	921	916	910	905
Proteína bruta	166	165	164	161
Extrato etéreo	33,1	32,7	32,3	32,1
FDNcp	405	343	280	217
Fibra em detergente ácido	205	167	129	91
Carboidratos não fibrosos	329	387	446	507
Carboidratos totais	741	736	731	726
Lignina	37,8	31,3	24,9	18,4
Cinzas	74,0	79,5	85,1	90,5
Nutrientes digestíveis totais*	696	710	738	758
Energia metabolizável (Mcal/kg MS)	2,52	2,57	2,67	2,73

^ag/kg na matéria natural; ¹Nutrientes/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; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína. * Obtido em ensaio de digestibilidade.

As dietas foram fornecidas às 8h e 16h e a quantidade de alimento ofertado e as sobras foram pesadas diariamente para se mensurar o consumo voluntário, mantendo-se um nível de 15% de sobras. Semanalmente, foram coletadas amostras dos alimentos e das sobras, em seguida pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em moinho de facas do tipo Willey com peneira de 1 mm e, posteriormente, analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo AOAC (1990), com os métodos de número 967,03 para a MS, 942,05 para a MO, 981,10 para a PB e o método 920,29 para o EE. A fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinadas de acordo com a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991), enquanto as correções de cinza e proteína foram realizadas segundo metodologia descrita por Mertens (2002) e Licitra et al. (1996), respectivamente.

Tabela 3. Perfil lipídico das dietas experimentais (g/100g de AG totais)

Perfil lipídico	Níveis de inclusão (g/kg)			
	0	150	300	450
Láurico (C12:0)	1,13	1,03	0,93	0,83
Mirístico (C14:0)	2,06	1,84	1,62	1,40
Miristoleico (C14:1)	0,08	0,08	0,08	0,08
Pentadecanoico (C15:0)	0,54	0,56	0,57	0,59
Palmítico (C16:0)	21,2	19,6	18,0	16,4
Palmitoleico (C16:1)	2,17	2,32	2,47	2,61
Heptadecanoico (C17:1)	0,93	1,01	1,09	1,17
Esteárico (C18:0)	2,57	3,04	3,52	3,99
Oleico (C18:1)	16,7	16,0	15,3	14,6
Linoleico (C18:2)	29,5	32,5	35,5	38,5
Linolênico (C18:3)	19,8	18,7	17,5	16,4
Araquidônico (C20:4)	1,18	1,27	1,35	1,44
AGS	27,5	26,0	24,6	23,2
AGMI	19,9	17,1	18,9	18,5
AGPI	50,6	52,5	54,4	56,3

AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poliinsaturados.

O teor de carboidratos totais (CHT) foi calculado pela equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CHT (g/kg) = 1000 - (PB + EE + MM)$ e dos carboidratos não-fibrosos (CNF), segundo Hall (2000): $CNF (g/kg) = 1000 - (MM + EE + FDNcp + (PB - Pbu + U))$, em que: FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; Pbu = teor de PB oriunda da ureia; U = teor de ureia.

Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi adotada a equação descrita por Weiss (1999), em que $NDT\% = (\%PBd + \%FDNcpd\% + \%CNFd + EEed*2,25)$, onde: PBd = proteína bruta digestível, FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína digestível, CNFd = carboidratos não fibrosos digestíveis e EEed = extrato etéreo digestível. No cálculo da energia metabolizável (EM), inicialmente quantificou-se a energia digestível (ED) como o produto entre o teor de NDT e o fator 4,409/100, considerando a concentração de EM de 82% da ED.

Decorridos 60 dias de confinamento, os animais foram submetidos a uma dieta hídrica e jejum de sólidos por 16 horas. Imediatamente antes do abate, foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA) e insensibilizados com pistola de dardo cativo, sangrados por cisão nas artérias carótidas e veias jugulares (Brasil, 2000).

Após esfolagem e evisceração, foram retiradas a cabeça e patas e registrado o peso da carcaça quente (PCQ). Posteriormente, as carcaças foram mantidas em câmara

frigorífica por 24 horas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$. Após este período, foram pesados e subtraídos os pesos dos rins, cauda e gordura perirrenal para determinação do peso da carcaça fria (PCF). Também foram realizadas leituras do pH das carcaças a zero e 24 horas *post mortem*, no músculo *Semimembranosus*, com auxílio de um pHmetro/termômetro de inserção (Testo 205).

Cada carcaça foi dividida sagitalmente. Em seguida, as meias carcaças foram seccionadas em seis regiões anatômicas que compuseram os cortes cárneos comerciais: pescoço, paleta, costela, serrote, lombo e perna. O lombo e a perna esquerda de cada animal foram acondicionados a vácuo em saco de polietileno de alta densidade e congelado a -18°C para as análises de qualidade da carne.

Previamente, as pernas foram descongeladas em câmara frigorífica à temperatura de aproximadamente 4°C durante 24 horas. Utilizando-se bisturi, pinça e tesoura, foram separados os seguintes grupos tissulares: gordura subcutânea (localizada entre a pele e as massas do tecido muscular), gordura intermuscular (gordura que ocupa os espaços entre os músculos), músculo (peso total dos músculos dissecados após remoção completa de toda gordura aderida), osso (peso de todos os ossos da perna) e outros tecidos (tendões, linfonodos, nervos e vasos sanguíneos), conforme metodologia descrita por Brown e Williams (1979).

Os cinco principais músculos que envolvem o fêmur (Biceps femures, Semimembranosus, Semitendinosus, Quadriceps femoris e Adductor) foram separados para o cálculo do índice de musculosidade da perna (IMP) de acordo com a seguinte fórmula: $\text{IMP} = \sqrt{(\text{P5M}/\text{CF})}/\text{CF}$, onde P5M representa o peso dos cinco músculos (g) e CF o comprimento do fêmur (cm) (Purchas et al., 1991).

Nas análises físico-químicas da carne utilizaram-se os lombos esquerdos (*Longissimus lumborum*), que previamente foram descongelados em câmara frigorífica por 24 horas a 4°C . A avaliação da coloração da carne foi realizada utilizando um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR-400), que foi posicionado diretamente na superfície do músculo, em três pontos diferentes, após exposição ao oxigênio por 50 minutos. Os parâmetros avaliados consistiram em: luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*) (CIE, 2004).

A capacidade de retenção de água (CRA) foi determinada segundo metodologia de Santos-Silva et al. (2002a), com algumas modificações, em que amostras do músculo

L. lumbrorum, com aproximadamente 300 mg, foram inseridas em papéis filtro, previamente pesadas (P1) e prensadas por cinco minutos, utilizando um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras de músculo foram removidas e os papéis novamente pesados (P2). A CRA foi calculada pela seguinte fórmula: $CRA (\%) = 100 - (P2 - P1)/S * 100$, em que “S” representa o peso da amostra.

As determinações das perdas na cocção e força de cisalhamento foram realizadas segundo a metodologia de Wheeler et al. (1995). Na avaliação das perdas por cocção (PC), as amostras do músculo *L. lumbrorum* foram previamente cortadas em bifes de 2,54 cm de espessura e pesadas. Em seguida, os bifes foram assados em forno pré-aquecido à temperatura de 200°C, até atingir 70°C no centro geométrico da amostra, sendo a temperatura monitorada através de termômetro digital para forno (Incoterm®) e, posteriormente à cocção, foram pesadas novamente e por diferença obtidas as perdas.

Nas amostras cozidas remanescentes do procedimento de determinação das perdas na cocção, foram retiradas quatro amostras cilíndricas, com um vazador de 1,27 cm de diâmetro, no sentido longitudinal da fibra. A força necessária para cortar transversalmente cada cilindro foi medida com equipamento Warner-Bratzler Shear Force, com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20 cm/min.

Quanto à composição química da carne, foram determinados os teores de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo metodologias descritas pela AOAC (1995), de acordo com os métodos 925,04; 981,10; 935,38 e 938,08, respectivamente.

As análises da composição química, do perfil lipídico da carne e dos ingredientes das dietas foram realizadas no Laboratório de Biotecnologia da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). A extração dos lipídios para determinação do perfil dos ácidos graxos foi executada conforme Bligh e Dyer (1959) e os ésteres de ácidos graxos isolados, segundo técnica de Hartman e Lago (1973), enquanto o teor de colesterol foi determinado de acordo com a metodologia de Bohac et al. (1988), adaptada por Bragagnolo e Rodriguez-Amaya (2001).

As medições qualitativas e quantitativas do conteúdo dos ácidos graxos foram efetuadas em cromatógrafo gasoso Shimadzu 14B, equipado com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (Omegawax 250, tamanho: 30m x 0,25mm x 0,25µm, nº cat. 24136-SUPELCO). Os fluxos dos gases foram de 1,2 mL/min para o gás

de arraste (H₂); 30 mL/min para o gás auxiliar (N₂) e 30 e 300 mL/min de H₂ e ar sintético, respectivamente. A temperatura inicial para a chama da coluna foi estabelecida em 50°C, mantida por 2 minutos, sendo então elevada para 220°C a uma taxa de 4°C/min, permanecendo por mais 25 minutos. A razão de divisão da amostra foi de 1:100. As áreas dos picos foram determinadas por Integrador Processador CG-300, e a identificação dos mesmos por comparação dos tempos de retenção com os padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos (Sigma n° cat. 189-19).

Os índices de aterogenicidade e trombogenicidade foram calculados de acordo com Ulbricht e Southgate (1991), segundo as fórmulas:

$$IA \text{ (Índice de aterogenicidade)} = [(C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0) / \sum AGP + C18:1 + \sum AGM];$$

$$IT \text{ (Índice de trombogenicidade)} = [(C14:0 + C16:0 + C18:0) / (0,5 * C18:1) + (0,5 * \sum AGM) + (0,5 * W6) + (3 * W3) + (W3 / W6)].$$

Também foi calculada a relação hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) segundo fórmula proposta por Santos-Silva et al. (2002b).

$$(h:H) = (C18:1cis9 + C18:2n6 + 20:4n6 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3) / (C14:0 + C16:0).$$

A atividade da Δ^9 -desaturase foi estimada segundo descrito por Lock e Garnsworthy (2003) de acordo com as seguintes fórmulas:

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

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

As análises das variáveis foram conduzidas utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado, de acordo como o modelo abaixo:

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

Onde: Y_{ij} = valor observado da variável dependente, μ = média geral, T_i = efeito do tratamento i ($i = 1$ a 4), $\beta(X_{ij} - X)$ = efeito da covariável (peso corporal inicial), e_{ij} = erro experimental. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando o procedimento PROC GLM do pacote estatístico Statistical Analysis System (SAS, 2002). A soma dos quadrados dos tratamentos na análise de contraste foi decomposta em dois contrastes: linear (-3 -1 +1 +3) e efeito quadrático (+1 -1 -1 +1), ao nível de significância de $P < 0,05$.

RESULTADOS

Efeito quadrático ($P < 0,05$) foi observado sobre o peso da perna, peso dos músculos e no comprimento do fêmur, com valores máximos de 2,348 kg, 1769,4 g e 17,88 cm, aos níveis de inclusão de palma Miúda de 326,3; 235,3 e 271,3 g/kg, respectivamente. Porém, a gordura intermuscular apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) (Tabela 4).

Os pesos dos ossos, das gorduras subcutânea e pélvica, gordura total, outros tecidos, os rendimentos de músculos, ossos, gordura subcutânea, gordura intermuscular, gordura pélvica, outros tecidos, a gordura total, bem como as relações músculo/osso, músculo/gordura, gordura subcutânea/gordura intermuscular e o índice de musculosidade da perna (IMP) não foram influenciados ($P > 0,05$) (Tabela 4).

Tabela 4. Pesos e rendimentos dos componentes tissulares da perna de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Perna (kg)	1,917	2,233	2,301	2,230	0,048	0,0015	0,0014 ¹
Músculos (g)	1281	1886	1563	1469	39,943	0,002	0,021 ²
Ossos (g)	376	405	447	409	11,334	0,064	0,199
Gordura subcutânea (g)	129	177	139	158	9,074	0,498	0,513
Gordura intermuscular (g)	38,4	60,3	51,4	60,6	3,062	0,008 ³	0,409
Gordura pélvica (g)	30,7	33,3	41,2	40,2	16,500	0,085	0,924
Gordura total (g)	198	271	231	259	12,027	0,121	0,486
Outros tecidos	61,0	70,7	59,2	64,6	3,158	0,948	0,658
Músculos (%)	66,8	66,6	67,8	65,8	0,506	0,843	0,662
Ossos (%)	19,6	18,0	19,5	18,3	0,315	0,545	0,558
Gordura subcutânea (%)	6,67	7,91	6,09	7,10	0,407	0,960	0,943
Gordura intermuscular (%)	2,01	2,67	2,22	2,68	0,113	0,086	0,705
Gordura pélvica (%)	1,57	1,47	1,82	1,77	0,124	0,347	0,885
Gordura total (%)	10,2	12,1	10,1	11,6	0,496	0,149	0,306
Outros tecidos (%)	3,26	3,29	2,60	2,94	0,172	0,246	0,622
Músculo/Osso	3,42	3,73	3,50	3,66	0,072	0,472	0,618
Músculo/Gordura	7,10	6,26	6,94	5,90	0,294	0,275	0,864
GS/GI	3,57	3,05	2,92	2,93	0,221	0,315	0,562
Fêmur (cm)	17,0	17,4	18,0	17,4	0,140	0,144	0,037 ⁴
IMP	0,40	0,41	0,41	0,41	0,004	0,524	0,685

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; GS/GI = gordura subcutânea/gordura intermuscular; IMP = índice de musculosidade da perna.

¹ $y = 1,922 + 0,0026X - 0,000004X^2$, $r^2 = 0,98$; ² $y = 1340 + 3,599X - 0,0077X^2$, $r^2 = 0,63$; ³ $y = 44,02 + 0,0385X$, $r^2 = 0,51$; ⁴ $y = 17,0 + 0,0062X - 0,00001X^2$, $r^2 = 0,80$.

Não houve efeito ($P>0,05$) da inclusão da palma Miúda sobre o pH da carne, capacidade de retenção de água (CRA), perda por cocção (PPC), força de cisalhamento (FC) e a coloração: luminosidade (L^*), intensidade da cor vermelha (a^*) e intensidade da cor amarela (b^*) (Tabela 4). Também não foram influenciados ($P>0,05$) os teores de umidade, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas e colesterol do músculo *Longissimus lumborum*, com valores médios de 76,38; 20,39; 2,23; 1,23% e 25,54 mg/100g, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5. Parâmetros físico-químicos do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
pH	5,76	5,71	5,78	5,59	0,053	0,350	0,510
CRA (%)	68,3	66,1	68,2	67,7	0,707	0,959	0,561
Perdas por cocção (%)	25,7	26,9	27,5	29,0	1,547	0,480	0,955
FC (kg/cm ²)	2,12	2,14	2,14	2,13	0,056	0,931	0,907
L^*	37,3	37,0	37,0	38,4	0,450	0,432	0,362
a^*	15,6	15,8	15,1	16,6	0,323	0,436	0,297
b^*	6,36	5,99	5,97	6,96	0,242	0,428	0,176
Umidade (%)	76,2	76,5	76,8	76,0	0,136	0,760	0,440
Proteína Bruta (%)	20,8	20,1	20,5	20,1	0,109	0,053	0,388
Extrato Etéreo (%)	2,17	2,25	2,38	2,14	0,064	0,959	0,234
Colesterol (mg/100g)	25,2	25,5	25,8	25,5	0,151	0,421	0,334
Cinzas (%)	1,17	1,19	1,39	1,16	0,051	0,710	0,232

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático.

A inclusão da palma Miúda não influenciou ($P>0,05$) a concentração dos ácidos graxos cáprico (C10:0), láurico (C12:0), mirístico (C14:0), pentadecanoico (C15:0), margárico (C17:0), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e o total dos ácidos graxos saturados (AGS). Porém, houve efeito linear crescente ($P<0,05$) sobre os ácidos graxos oleico (C18:1 ω 9) e o total dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) (Tabela 6).

Os ácidos heptadecanoico (C17:1), cisvacênico (C18:1 c11), transvacênico (C18:1 t11), linoleico (C18:2 ω 6), eicosapentaenoico (C20:5 ω 3) e o total dos ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) apresentaram comportamento quadrático ($P<0,05$) com valores máximos de 0,47; 1,20; 1,34; 3,31; 0,05 e 4,65 (% de área), com níveis de 255,0; 245,0; 380,0; 298,3; 216,7 e 238,3 g/kg de inclusão (Tabela 6).

Não sofreram efeitos ($P<0,05$) das dietas os ácidos graxos α linolênico (C18:3 ω 3), miristoleico (C14:1 c9), palmitoleico (C16:1 c9), CLA (C18:2 c9 t11), γ linolênico (C18:3 ω 6), araquidônico (C20:4 ω 6), docosatetraenoico (C22:4 ω 6) e docosahexaenoico (C22:6 ω 3) (Tabela 6).

Tabela 6. Perfil dos ácidos graxos (g/100g de AG totais) do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
Cáprico (C10:0)	0,15	0,15	0,15	0,15	0,006	0,999	0,760
Láurico (C12:0)	0,11	0,12	0,12	0,12	0,001	0,608	0,255
Mirístico (C14:0)	1,75	1,87	1,80	1,81	0,036	0,756	0,489
Pentadecanoico (C15:0)	0,52	0,55	0,54	0,52	0,009	0,900	0,299
Palmítico (C16:0)	22,5	22,5	22,6	22,6	0,134	0,892	0,940
Margárico (C17:0)	1,95	1,97	1,97	1,96	0,015	0,811	0,726
Estearico (C18:0)	19,9	20,1	20,2	20,1	0,161	0,683	0,678
Total AGS	47,0	47,3	47,4	47,3	0,246	0,689	0,628
Miristoleico (C14:1 c9)	0,05	0,06	0,06	0,06	0,001	0,626	0,298
Palmitoleico (C16:1 c9)	1,79	1,74	1,75	1,73	0,010	0,093	0,397
Heptadecanoico (C17:1)	0,40	0,44	0,47	0,42	0,006	0,073	0,004 ¹
Oleico (C18:1 ω9)	45,2	46,4	47,4	47,5	0,211	<.0001 ²	0,093
Cisvacênico (C18:1 c11)	1,15	1,17	1,21	1,13	0,006	0,909	<.0001 ³
Transvacênico (C18:1 t11)	1,28	1,29	1,34	1,28	0,007	0,984	0,001 ⁴
Total AGMI	49,9	51,1	52,3	52,1	0,214	<.0001 ⁵	0,045
Linoleico (C18:2 ω6)	3,00	3,20	3,30	3,16	0,034	0,155	0,024 ⁶
CLA (C18:2 c9 t11)	0,27	0,28	0,29	0,25	0,007	0,209	0,107
α linolênico (C18:3 ω3)	0,13	0,14	0,14	0,15	0,002	0,040 ⁷	0,106
γ linolênico (C18:3 ω6)	0,11	0,11	0,12	0,12	0,004	0,190	0,326
Araquidônico (C20:4 ω6)	0,54	0,56	0,58	0,51	0,014	0,534	0,116
Eicosapentaenoico (C20:5 ω3)	0,04	0,04	0,06	0,04	0,003	0,324	0,019 ⁸
Docosatetraenoico (C22:4ω6)	0,14	0,14	0,14	0,13	0,003	0,059	0,106
Docosahexaenoico (C22:6ω3)	0,04	0,05	0,04	0,04	0,002	0,498	0,388
Total AGPI	4,33	4,54	4,70	4,38	0,042	0,328	0,001 ⁹

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático; AGS = ácidos graxos saturados; AGMI = ácidos graxos monoinsaturados; AGPI = ácidos graxos poliinsaturados.

¹y = 0,40 + 0,0005X - 0,000001X², r² = 0,91; ²y = 45,4 + 0,0053X, r² = 0,90; ³y = 1,14 + 0,0005X - 0,000001X², r² = 0,72; ⁴y = 1,27 + 0,0004X - 0,0000008X², r² = 0,54; ⁵y = 50,2 + 0,00524X, r² = 0,83; ⁶y = 3,0 + 0,0021X - 0,000004X², r² = 0,97; ⁷y = 0,13 + 0,00004X, r² = 0,90; ⁸y = 0,04 + 0,0001X - 0,0000002X², r² = 0,40; ⁹y = 4,31 + 0,0029X - 0,000006X², r² = 0,89.

As relações ácidos graxos monoinsaturados (AGMI)/ácidos graxos saturados (AGS), hipocolesterolêmico/hipercolesterolêmico (h:H), o total dos ácidos graxos desejáveis (AGD) e o índice aterogenicidade (IA) apresentaram efeito linear crescente (P<0,05), com o aumento dos níveis de palma Miúda (Tabela 7). Ao passo que a relação AGPI/AGS, o total de ômega 3 e ômega 6, apresentaram comportamento quadrático (P<0,05), com valores máximos de 0,10; 0,24 e 3,84, estimados aos níveis de inclusão de 250,0; 233,3 e 243,0 g/kg, respectivamente (Tabela 7). A relação Ômega 6/Ômega 3 e índice de trombogenicidade, a atividade da enzima Δ⁹-desaturase C16:0 e Δ⁹-desaturase C18:0 não foram influenciados (P>0,05) pelos tratamentos (Tabela 7).

Tabela 7. Relações dos ácidos graxos do músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros em função dos níveis de inclusão de palma Miúda (*Nopaltea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta

Variáveis	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	P-valor	
	0	150	300	450		L	Q
AGMI/AGS	1,06	1,08	1,10	1,10	0,007	0,014 ¹	0,537
AGPI/AGS	0,09	0,10	0,10	0,09	0,001	0,937	0,006 ²
Ômega 3	0,21	0,23	0,25	0,22	0,005	0,166	0,008 ³
Ômega 6	3,84	4,03	4,16	3,91	0,004	0,250	0,002 ⁴
Ômega 6/Ômega 3	18,7	18,0	16,7	18,3	0,341	0,365	0,136
h:H	2,02	2,06	2,12	2,11	0,014	0,007 ⁵	0,446
AGD	74,2	75,7	77,2	76,6	0,291	0,001 ⁶	0,037
IA	0,57	0,58	0,59	0,59	0,002	0,001 ⁷	0,329
IT	1,05	1,05	1,04	1,07	0,006	0,582	0,143
Δ^9 -desaturase C16	7,38	7,16	7,20	7,15	0,053	0,169	0,514
Δ^9 -desaturase C18	69,4	69,7	70,2	70,3	0,184	0,078	0,776

EPM = erro padrão da média; Contrastes: L = efeito linear; Q = efeito quadrático. AGMI/AGS = relação entre ácidos graxos monoinsaturados e saturados; AGPI/AGS = relação entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados;

h:H = hipocolesterolêmicos e Hipercolesterolêmicos; IA = Índice de aterogenicidade; IT = Índice de trombogenicidade; Ácidos graxos desejáveis (AGD) = (AGMI + AGPI + C18:0).

¹y = 1,06 + 0,00009X, $r^2 = 0,89$; ²y = 0,09 + 0,0001X - 0,0000002X², $r^2 = 0,98$; ³y = 0,21 + 0,0003X - 0,000006X², $r^2 = 0,85$; ⁴y = 3,84 + 0,0024X - 0,000005X², $r^2 = 0,91$; ⁵y = 2,02 + 0,0002X, $r^2 = 0,84$; ⁶y = 74,61 + 0,0058X, $r^2 = 0,74$; ⁷y = 0,57 + 0,00005X, $r^2 = 0,89$.

DISCUSSÃO

Com relação à composição tecidual, os pesos da perna e dos músculos acompanharam o mesmo efeito quadrático do PCF (Tabela 4) e, mesmo ocorrendo efeito quadrático no peso da perna, não foram observadas variações nos rendimentos dos componentes tissulares e nas relações músculo/osso, músculo/gordura, gordura subcutânea/gordura intermuscular, bem como sobre o IMP, que apresentou valor médio de 0,41 kg/cm, indicando, assim, quantidades semelhantes de músculos nas pernas dos ovinos, independentemente dos níveis de palma Miúda. Costa et al. (2012) encontraram 0,36 kg/cm para o IMP em ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* MILL) em substituição ao milho.

O pH 24 horas da carcaça ficou dentro da faixa proposta por Silva Sobrinho et al. (2005), que pode variar de 5,5 a 5,8. A falta de influências sobre os valores de pH após 24 horas indica de não houve nenhum tipo de estresse pré-abate aos animais. Fator importante, visto que o pH final tem grande influência sobre a qualidade da carne, afetando sua aparência, conservação e propriedades tecnológicas, tendo reflexos diretos

e indiretos na maciez, no sabor, no rendimento industrial e comercial e no valor nutricional (Gomide, et., 2013).

A falta de influência da inclusão da palma Miúda na dieta dos cordeiros sobre o pH final da carne pode explicar a ausência de efeito na CRA. Esse exerce grande influência na estrutura física da carne, onde valores de pH muito baixo tendem a favorecer uma maior perda de água, tornando a carne com um aspecto mais seco, sendo a CRA definida como a capacidade da carne fresca para manter seu conteúdo de água (Pearce et al., 2011), e esta, por sua vez, influencia a textura, firmeza, estrutura muscular e a qualidade final da carne (Joo et al., 2013; Hughes et al., 2014b). Concomitantemente, a ausência de influência das dietas sobre a CRA não afetou a PPC. Além do mais, a falta de efeito sobre a PPC pode ser justificada, também, pela semelhança nos teores de gordura da carne, visto que esta funciona como uma espécie de barreira, evitando as perdas de água durante a cocção da carne.

Os baixos valores encontrados para a maciez podem estar relacionados à idade dos animais, bem como ao genótipo (Tabela 4). Vale salientar que a maciez da carne é o atributo mais importante na satisfação geral do consumidor (Silva Sobrinho et al., 2005). Sendo associado ao consumo de carne de qualidade (Hopkins et al., 2010). O valor verificado permite classificar a carne como macia, por ser menor que 5 kg/cm², limite este preconizado por Bianchini et al. (2007).

A ausência de efeitos das dietas sobre os parâmetros de cor da carne (luminosidade (L*), intensidade da cor vermelha (a*) e intensidade da cor amarela (b*)), observados nessa pesquisa (Tabela 4) é um fator importante, visto que é um dos primeiros atrativos dos consumidores no momento da compra. Estes ficaram dentro do intervalo citado por Sañudo et al. (2000), com variações de 30,03 a 49,47 para L*, 8,24 a 23,53 para a* e 3,38 a 11,10 para b*. Em pesquisa realizada por Khaliji et al (2010), os autores observaram que quando os valores médios de L* e a* foram iguais ou superiores a 34 e 9,5, respectivamente. Os consumidores consideraram a cor da carne aceitável para a compra.

A cor da carne é influenciada por vários fatores como: espécie, idade do animal, raça, sexo, sistema de alimentação e as condições pré e pós-abate (Costa et al., 2012). O pH final da carne tem efeito direto sobre sua coloração, pois afeta a estrutura das fibras musculares e a dispersão da luz (Hughes et al. 2014a), influenciando, principalmente, o

parâmetro L* (Kadim et al., 2013). Sendo assim, a ausência de influências na coloração pode ser justificada pelo pH 24 horas, que não foi alterado com o aumento dos níveis de palma nas dietas.

A intensidade da cor vermelha (a*) pode variar de acordo com o grupo genético, idade e peso de abate ou sistema de produção (Hajji et al., 2016; Polidori et al., 2017; Ricardo et al., 2015), sendo influenciada pela concentração de mioglobina no músculo responsável pela cor vermelha da carne (AMSA, 2012). Como os animais desse estudo eram ainda jovens e apresentavam peso corporal ao abate semelhantes, estes não foram suficientes para promover alterações no valor de a*. Além disso, como os animais desse estudo foram mantidos em confinamento, exercendo pouca atividade física, a concentração de mioglobina não foi alterada.

A intensidade da cor amarela b* possivelmente não foi influenciada pelas dietas, pois a concentração de extrato etéreo no músculo também não sofreu efeito das dietas, tendo em vista que o incremento da concentração de gordura intramuscular está positivamente correlacionado com o aumento de b* (Mortimer et al., 2014; Calnan et al., 2017).

A falta de efeito das dietas sobre a umidade, PB, EE, cinzas e colesterol do músculo *Longissimus lumborum* ocorreu, possivelmente, devido ao estágio fisiológico dos animais, que ainda estavam sob desenvolvimento muscular, bem como em função de esse músculo apresentar crescimento tardio, uma vez que a composição química da carne é influenciada pela idade de abate dos animais (Polidori et al., 2017; Della Malva et al., 2016), principalmente o teor de gordura. Valores semelhantes para a umidade, PB, EE foram encontrados por Costa et al. (2012), que avaliaram a composição química da carne de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* MILL) em substituição ao milho.

Os valores encontrados para o colesterol podem ser considerados baixos, com valor médio de 25,54 mg/100g de carne. Ficaram próximos dos valores encontrados por Arruda et al. (2012) para o conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus lumborum* de cordeiros Santa Inês alimentados com níveis de EM semelhantes ao deste estudo.

Com relação ao perfil lipídico, a proporção de ácidos graxos saturados encontrados na carne dos cordeiros deste estudo foi de 47,25% (Tabela 5). De acordo com Costa et al. (2008), isto se deve ao fato de que nos ruminantes parte dos ácidos

graxos insaturados provenientes da dieta são modificados pelo processo de bio-hidrogenação no ambiente ruminal, como forma de neutralizar o efeito tóxico desses ácidos graxos aos microrganismos ruminais.

A falta de influência da inclusão da palma Miúda sobre a concentração dos ácidos graxos C12:0 (láurico), C14:0 (mirístico) e C16:0 (palmítico) é um fator importante, principalmente pelo fato de se substituir um ingrediente que é o feno de Tifton-85 por um ingrediente alternativo, a palma Miúda, e não aumentar a quantidade desses ácidos, pois o consumo de altas quantidades destes ácidos, é considerado prejudicial para a saúde humana, pelo aumento dos níveis de lipoproteínas de baixa densidade (LDL-colesterol) na corrente sanguínea (Mensink et al., 2003) que, conseqüentemente, aumentam os riscos de doenças cardiovasculares (Mihaylova et al., 2012).

O ácido esteárico (C18:0) representou 20,1% do perfil lipídico da carne dos ovinos deste estudo. De acordo com Bezerra et al. (2016), o C18:0 representa entre 10 a 20% dos ácidos graxos da carne dos ruminantes. Seu efeito, por sua vez, é considerado neutro com relação à elevação do colesterol sanguíneo (Martemucci & D'alessandro, 2013). As recomendações nutricionais indicam que os AGS não devem representar mais de 10% do consumo de energia de um adulto (FAO, 2010). Considerando a carne dos ovinos deste estudo, que contém valor médio de 2,23% de EE e, destes, 48,32% são de AGS, em um consumo de 100 g de carne serão fornecidos apenas 1,07g de AGS. Sendo assim, a carne ovina contribui muito pouco com possíveis efeitos prejudiciais à saúde.

O ácido oleico (C18:1 ω 9) representou maior quantidade dentro dos monoinsaturados, com valor médio de 46,63%. O efeito linear crescente para a concentração deste ácido graxo pode ter ocorrido em função do aumento dos níveis de palma Miúda, por esta aumentar a taxa de passagem da dieta, ocorrendo a biohidrogenação incompleta do C18:0 ou pelo fato do esteárico (C18:0) ser facilmente dessaturado a oleico (C18:1) no organismo animal pela ação das enzimas Δ 9-dessaturase (Napolitano et al., 2002). Este, por sua vez, possui efeitos positivos na prevenção de doenças cardiovasculares (Martemucci e D'Alessandro, 2013). Em geral, os ácidos graxos que representam maior quantidade na carne ovina, são o oleico (C18:1 cis-9), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) (Sun et al., 2015).

O efeito quadrático observado para os ácidos graxos heptadecanoico (C17:1), cisvacênico (C18:1 c11), transvacênico (C18:1 t11) dos ácidos α linolênico (C18:3 ω 3) e eicosapentaenoico (EPA - C20:5 ω 3) com a inclusão da palma Miúda ocorreu, possivelmente, devido ao processo de biohidrogenação incompleta com o aumento dos níveis de palma Miúda nas dietas, tendo em vista que esses ácidos graxos são intermediários do processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poliinsaturados (Griinari et al. 2000). Apesar de mais de 90% de ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) serem biohidrogenados no rúmen, alguma parte escapa da biohidrogenação (Cividini et al., 2014). O consumo dos ácidos α linolênico (C18:3 n3), eicosapentaenoico (C20:5n3c) e o docosaheptaenóico (C22:6n3) reduz o risco de doenças cardiovasculares, promovendo efeitos benéficos sobre a pressão arterial (McAfee et al., 2010; Aranceta e Pérez-Rodrigo, 2012).

Abidi et al. (2009) também observaram elevação da concentração do ácido transvacênico (C18:1 t11) no *L. dorsis* de ovinos alimentados com palma forrageira (*Opuntia ficus indica f. Inermis*) em comparação aos que receberam cevada na dieta. Este ácido é formado exclusivamente no rúmen durante a biohidrogenação dos ácidos linoleico e linolênico. Os autores atribuem o aumento da concentração do ácido transvacênico (C18:1 t11) à maior presença de seu precursor, o ácido linolênico (C18:3 n3) na dieta com palma forrageira. Comportamento semelhante pode ter ocorrido neste estudo, pois a quantidade do ácido linoleico e dos AGPI também se elevaram com a inclusão da palma Miúda (Tabela 3).

Os valores encontrados para a relação AGPI/AGS (Tabela 6), independente dos níveis de palma nas dietas, estão abaixo do valor recomendado pelo Department of Health and Social Security (1994), que diz que este deve ser superior a 0,45. Valores inferiores têm sido considerados como indesejáveis à dieta por sua potencialidade na indução do aumento de colesterol sanguíneo. Isso provavelmente ocorreu em função do menor teor de AGPI e maior teor de AGS encontrados nesta pesquisa, sendo a biohidrogenação responsável, em parte, pela alta relação de ácidos graxos saturados/insaturados presente no tecido adiposo dos ruminantes (Kozloski, 2011).

De acordo com Herdmann et al. (2010), a relação $\hat{\Omega}$ 6/ $\hat{\Omega}$ 3 deve estar entre 4:1 a 6:1. Os altos valores dos ácidos graxos da série $\hat{\Omega}$ 6 e os baixos valores encontrados para os do grupo $\hat{\Omega}$ 3 fizeram com que a relação ficasse acima dos

valores preconizados. Mesmo ocorrendo efeito quadrático nas quantidades dos ácidos da série Ômega 3 e Ômega 6, não promoveu diferenças nesta relação.

O aumento do total dos ácidos graxos desejáveis (AGD) ocorreu devido ao incremento dos teores dos AGMI, AGPI e do esteárico (C18:0) e ficou acima da faixa proposta por Banskalieva et al. (2000), ao qual são preconizados teores de ácidos graxos desejáveis entre 64 a 72% para a carne ovina. Este aumento é importante devido à melhoria da qualidade nutricional da carne dos ovinos alimentados com maior nível de palma.

O índice de aterogenicidade (IA) variou de 0,57 a 0,59, do nível zero a 450 g/kg de palma Miúda. Enquanto o índice de trombogenicidade (IT) apresentou valor médio de 1,05 (Tabela 6). Os índices de IA e IT representam um critério para avaliar o nível e a interrelação através da qual alguns ácidos graxos podem aumentar o risco do potencial de agregação de plaquetas sanguíneas (Della Malva et al., 2016). Ulbricht e Southgate (1991) propõem valores máximos de 0,72 e 1,27 para o IA e IT, respectivamente, e baixos valores indicam maior prevenção de doenças coronárias. Os valores encontrados nessa pesquisa ficaram dentro desse intervalo, considerado como ideal. Vale salientar que a maioria dos índices nutricionais são calculados considerando a dieta total de um indivíduo adulto e não o alimento, individualmente.

CONCLUSÕES

A inclusão da palma Miúda em até 450 g/kg na dieta de ovinos mestiços Santa Inês em confinamento melhora o perfil dos ácidos graxos desejáveis, sem alterar as características físico-químicas e a composição química da carne.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDI, S. et al. 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.

AMSA (2012). AMSA meat color measurement guidelines (2nd ed.). American Meat Science Association.

AOAC, ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**, 15th ed. AOAC, Arlington, VA, 1990.

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

ARANCETA, J.; PÉREZ-RODRIGO, C. Recommended dietary reference intakes, nutritional goals and dietary guidelines for fat and fatty acids: a systematic review. **British Journal of Nutrition**, v. 107, p. 8-22, 2012.

ARRUDA, P. C. L. et al. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 33, n. 3, p.1229-1240, 2012.

BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, p. 255-268, 2000.

BATISTA, A. 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.

BENJAMIN, S.; SPENER, F. Conjugated linoleic acids as functional food: an insight into their health benefits. **Nutrition & Metabolism**. v. 6, p. 36-48, 2009.

BEZERRA, L. S.; BARBOSA, A. M.; CARVALHO, G. G. P. et al. Meat quality of lambs fed diets with peanut cake. **Meat Science**, v.121, p.88-95, 2016.

BIANCHINI, W. et al. Efeito do grupo genético sobre as características de carcaça e maciez da carne fresca e maturada de bovinos superprecoces. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 2109-2117, 2007.

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v. 37, n. 8, 912-917, 1959.

BOHAC, C. E.; RHEE, K. S.; ONO, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal of Food Science**, v. 53, p. 1642-1693, 1988.

BRAGAGNOLO, N.; RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. Determinação de colesterol em carne: comparação de um método colorimétrico e um método por cromatografia líquida de alta eficiência. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, 60(1), 53-57, 2001.

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

BROWN, A. J.; WILLIAMS, D. R. **Sheep carcass evaluation: measurement of composition using a standardized butchery method**. Langford: Agricultural Research Council; Meat Research Council, 1979. 16p.

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

CAMPOS, F. S. 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.

CIVIDINI, A. et al. Fatty acid composition of lamb meat from the autochthonous Jezersko-Solčava breed reared in different production systems. **Meat Science**, v. 97, p. 480-485, 2014.

COSTA, R. G. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, p. 497-506, 2008.

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, 2012.

DELLA MALVA, A. et al. Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamurana lamb meat. **Small Ruminants Research**, v. 135, p. 39-45, 2016.

DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. Report on health and social subjects. London. HMSO, v. 43, p. 178, 1994.

DILZER, A.; PARK, Y. Implication of conjugated linoleic acid (CLA) in human health. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 52, 488-513, 2012.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS-FAO. **Fats and fatty acids in human nutrition**: Report of an expert consultation. FAO, Food and Nutrition Paper, n. 91, Rome, 2010.

GOMIDE, L. A. M.; RAMOS, E. M.; FONTES, P. R. **Ciência e qualidade da carne: fundamentos**. 1ed. Viçosa: Editora UFV, 2013, p111.

GRIINARI, J. M. et al. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Delta (9) - desaturase. **Journal of Nutrition**, v. 130, p. 2285-2291, 2000.

HAJJI, H. et al. Meat physicochemical properties, fatty acid profile, lipid oxidation and sensory characteristics from three north African lamb breeds as influenced by concentrate or pasture finishing diets. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 48, p.102-110, 2016.

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

HARTMAN, L.; LAGO, R. C. A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory practice**. v. 22, p. 475-476, 1973.

HERDMANN, A. et al. How do n-3 fatty acid (short-time restricted vs unrestricted) and n-6 fatty acid enriched diets affect the fatty acid profile in different tissues of German Simmental bulls?. **Meat Science**, v. 86, p. 712-719, 2010.

HOPKINS, D. L. 2010. Measuring the shear force of lamb meat cooked from frozen samples: comparison of two laboratories. **Animal Production Science**, v. 50, p. 382-385, 2010.

HUGHES, J. M.; KEARNEY, G.; WARNER, R. D. Improving beef meat colour scores at carcass grading. **Animal Production Science**, 54, 422-429, 2014b.

HUGHES, J. M. et al. A structural approach to understanding the interactions between colour, water-holding capacity and tenderness. **Meat Science**, v. 98, p. 520-532, 2014a.

- JOO, S. T. et al. Control of fresh meat quality through manipulation of muscle fiber characteristics. **Meat Science**, v. 95, p. 828-836, 2013.
- KADIM, I. T. et al. Chemical composition, quality and histochemical characteristics of individual dromedary camel (*Camelus dromedarius*) muscles. **Meat Science**, v. 93, p. 564-571, 2013.
- KHLIJI, S. et al. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, v. 85, p. 224-229, 2010.
- KOZLOSKI, G. V. Bioquímica dos Ruminantes. Editora Santa Maria, 3ªed. 2011. p39.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technology**, v. 57, p. 347-358, 1996.
- LIMA JÚNIOR, D. M. et al. Intrinsic factors affecting sheep meat quality: a review. **Revista Colombiana de Ciencias Pecuarias**, v. 29, p. 3-15, 2016.
- LINS, S. E. B. et al. Effect of replacing wheat bran with spineless cactus plus urea in sugarcane-based diets for sheep. **South African Journal of Animal Science**, v. 47, n. 4, p. 516-525.
- LOCK, A. L.; GARNSWORTHY, P. C. Seasonal variation in milk conjugated linoleic acid and Δ^9 -desaturase activity in dairy cows. **Livest Production Science**. v. 79, n. 1, p. 47-59, 2003.
- MARTEMUCCI, G.; D'ALESSANDRO, A. G. Progress in nutritional and health profile of milk and dairy products: a novel drug target. **Endocrine, Metabolic & Immune Disorders - Drug Targets**, v. 13, p. 209-233, 2013.
- MENSINK, R. P. et al. Effects of dietary fatty acids and carbohydrates on the ratio of serum total to HDL cholesterol and on serum lipids and apolipoproteins: a meta-analysis of 60 controlled trials. **American Society for Clinical Nutrition**, v. 77, p. 146-155, 2003.
- 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.

- MIHAYLOVA, B.; EMBERSON, J.; BLACKWELL, L. et al. The effects of lowering LDL cholesterol with statin therapy in people at low risk of vascular disease: metaanalysis of individual data from 27 randomised trials. **Lancet**, v. 380, n. 9841, p. 581-590, 2012.
- MORTIMER, S. I. et al. Genetic parameters for meat quality traits of Australian lamb meat. **Meat Science**, v. 96 (2, Part B), p. 1016-1024, 2014.
- MCAFEE, A. J. et al. Red meat consumption: An overview of the risks and benefits. **Meat Science**, v. 84, p. 1-13, 2010.
- NAPOLITANO, F. et al. Behaviour and meat production of organically farmed unweaned lambs. **Small Ruminant Research**, v. 43, p. 179-184, 2002.
- NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 384p.
- 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.
- PEARCE, K. L. et al. Water distribution and mobility in meat during the conversion of muscle to meat and ageing and the impacts on fresh meat quality attributes: A review. **Meat Science**, v. 89, p. 111-124, 2011.
- POLIDORI, P. et al. The effects of slaughter age on carcass and meat quality of Fabrianese lambs. **Small Ruminant Research**, v. 155, p. 12-15, 2017.
- PONNAMPALAM, E. N. et al. Sources of variation of health claimable long chain omega-3 fatty acids in meat from Australian lamb slaughtered at similar weights. **Meat Science**, v. 96, p. 1095-1103, 2014.
- PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v. 30, n. 1, p. 81-94, 1991.
- RICARDO et al. Carcass traits and meat quality differences between a traditional and an intensive production model of market lambs in Brazil: Preliminary investigation. **Small Ruminant Research**, v. 130, p. 141-145, 2015.

- SANTOS-SILVA, J.; BESSA, R. J. B.; MENDES, I. A. The effect of genotype, feeding system and slaughter weight on the quality of light lamb. II: fatty acid composition of meat. **Livestock Science**, v. 77, p. 187-194, 2002b.
- 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, 2002a.
- SAÑUDO, C. et al. Fatty acid composition and sensory characteristics of lamb carcasses from Britain and Spain. **Meat Science**, v. 54, n. 4, p. 339-346, 2000.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide**. Cary: SAS Institute, 525p., 2002.
- SILVA SOBRINHO, A. G. et al. Características de Qualidade da Carne de Ovinos de Diferentes Genótipos e Idades ao Abate. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 3, p. 1070-1078, 2005.
- 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.
- SUN, H. X. 2015. Meat quality, fatty acid composition of tissue and gastrointestinal content, and antioxidant status of lamb fed seed of a halophyte (*Suaeda glauca*). **Meat Science**, v. 100, p. 10-16, 2015.
- ULBRICHT, T. L. V.; SOUTHGATE, D. A. T. Coronary heart disease: Seven dietary factors. **The Lancet**, v. 338, p. 985-992, 1991.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- WEISS, W. P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. In: Cornell Nutrition Conference Feed Manufactures, 61th Proceedings, Cornell University, Ithaca, pp. 176-185, 1999.

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.

WOOD, J. D. et al. Effects of fatty acids on meat quality: A review. **Meat Science**, v. 66, p. 21-32, 2014.

YAGOUBI, Y. et al. Rosemary distillation residues reduce lipid oxidation, increase alphanatocopherol content and improve fatty acid profile of lamb meat. **Meat Science**, v. 136, p. 23-29, 2018.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se recomendar a inclusão da palma Miúda entre os níveis de 242,9 a 450 g/kg de MS na dieta de cordeiros em confinamento, pois potencializa o consumo e digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, a síntese de proteína microbiana, as características de carcaça, além de aumentar a quantidade de alguns ácidos graxos benéficos à saúde humana ou mantendo os índices nutricionais dentro dos valores recomendados. Também, sem influenciar os parâmetros físico-químicos e a composição química da carne.

Os resultados mostram, ainda, que a palma Miúda, quando utilizada na dieta dos cordeiros, reduziu consideravelmente (62,8%) o consumo voluntário de água, recurso este bastante escasso em algumas regiões semiáridas. Outro fator importante foram os elevados ganhos de pesos obtidos com os maiores níveis de palma Miúda de 267 e 265 g/dia.

Além do mais, esta variedade de palma apresenta resistência à Cochonilha do carmim. Logo, fica evidenciado que essa forrageira apresenta um grande potencial como recurso forrageiro para a produção de ovinos em confinamento, em regiões semiáridas.