

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

**PALMA FORRAGEIRA EM SUBSTITUIÇÃO À CANA-DE-AÇÚCAR PARA
OVINOS EM TERMINAÇÃO**

JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2017**

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

PALMA FORRAGEIRA EM SUBSTITUIÇÃO À CANA-DE-AÇÚCAR PARA
OVINOS EM TERMINAÇÃO

JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA

Zootecnista

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2017

JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA

**PALMA FORRAGEIRA EM SUBSTITUIÇÃO À CANA-DE-
AÇÚCAR PARA OVINOS EM TERMINAÇÃO**

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

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira - Orientador

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho - Coorientador

Prof^a. Dr^a. Antônia Sherlânea Chaves Vêras - Coorientadora

RECIFE - PE

FEVEREIRO – 2017

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

O48p Oliveira, Juliana Paula Felipe de
Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos
em terminação / Juliana Paula Felipe de Oliveira. – 2017.
94 f.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.
Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal
da Paraíba, Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Recife,
BR-PE, 2017.
Ponto focal em Pernambuco: Universidade Federal Rural de
Pernambuco
Inclui referências e anexo(s).

1. Consumo 2. Desempenho 3. Força de cisalhamento 4. Perfil
lipídico 5. Volumoso I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient.
II. Título

CDD 636

JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA

**PALMA FORRAGEIRA EM SUBSTITUIÇÃO À CANA-DE-AÇÚCAR PARA
OVINOS EM TERMINAÇÃO**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 23 de fevereiro de 2017

Orientador:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Comissão Examinadora:

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

Dr.^a Juana Catarina Cariri Chagas
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Prof. Dr. Luciano Patto Novaes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

Prof.^a Dr.^a Stela Antas Urbano
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2017

BIOGRAFIA

JULIANA PAULA FELIPE DE OLIVEIRA, nascida em 24 de Agosto de 1987, filha de Maria José de Paula e Abimael Felipe de Oliveira, natural de Natal –RN, iniciou o curso de graduação em Zootecnia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte –UFRN, em Fevereiro de 2006, concluindo-o em Dezembro de 2010. Em março de 2011, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, da Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, obtendo título de Mestre em Nutrição de Ruminantes em março de 2013. No mesmo ano, iniciou o curso de doutorado no Programa de Doutorado Integrado da Universidade Federal Rural de Pernambuco. E, em fevereiro de 2017, submeteu-se à defesa da sua tese para obtenção do título de Doutora em Nutrição de Ruminantes.

“Foi o tempo que dedicaste à tua rosa que tornou tua rosa tão importante.”

(Saint-Exupéry)

“Porque todo o que é nascido de Deus vence o mundo; e esta é a vitória que vence o mundo: a nossa fé.”

(1 João 5:4)

DEDICATÓRIA

À minha amada mãe, meu maior exemplo

À minha querida irmã

Ao meu amado noivo

Ao meu querido pai (*in memoriam*)

Aos inesquecíveis Sr. Dantas (*in memoriam*) e meu avô, Manoel (*in memoriam*)

A minha avó, tios e primos que apoiaram de alguma forma.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me amparar nas horas em que mais precisei.

À minha família, em especial às minhas amadas mãe e irmã por todo o incentivo, apoio, amor, carinho, pelos momentos felizes e pelas palavras de conforto nas horas em que sempre precisei.

Ao meu noivo, Deyvson, pelo apoio em todos os sentidos, pela ajuda durante o período do doutorado, independente de hora ou lugar, pelas palavras de incentivo quando foi necessário.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade de cursar o doutorado.

À FACEPE, pela concessão da bolsa de estudos.

Ao Corpo Docente do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Ao meu orientador Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, pelos ensinamentos e pela orientação.

Ao Prof. Paulo Sérgio de Azevedo (UFPB), pela grande contribuição nas análises de qualidade da carne e na banca do Exame de Qualificação.

À Prof.^a Janaina Lima (UFOB), pela grande contribuição nos artigos da Tese e no Exame de Qualificação.

À Prof.^a Adriana Guim e ao Prof. Marcílio de Azevedo, pelas contribuições no Exame de Qualificação.

À Prof.^a Dr.^a Marta Madruga (UFPB), pela grande contribuição nas análises de ácidos graxos da carne.

Ao Juraci Marcos, por ter se deslocado de Areia a Recife para ajudar no abate e pelo grande auxílio nas análises de qualidade.

À Stela Antas pela amizade, pelos conselhos e por estar sempre disposta a ajudar.

À Carol, Adryanne (novinha) e Ida, em especial, pela ajuda diária no experimento e nas análises.

À Leo, Tobias, Thami, João Gustavo, Michelle, Wando pela grande ajuda nas análises.

Aos integrantes da “firma”: Wando, Thami, Michelle, Carol, Adryanne (novinha), João Gustavo, Léo, Tobias, Stela, Rafael, Cleber, Gabi, Amélia, Jonas, Randerson, Juana, Gláucia, Ju, Diego, pelo agradável convívio.

Ao querido Wando, pela amizade e pelo incentivo.

À minha prima-irmã Danielle, pela ajuda na correção ortográfica.

À equipe que ajudou no abate.

Às companheiras do apto 202 Nataly, Gláucia, Camilla e Elainy.

Ao Sr. Jonas (Lebre), pela grande ajuda no experimento.

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

Meu muito obrigada!

SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas.....	xii
Resumo geral	xiv
Abstract.....	xvi
Considerações iniciais	18
Capítulo I – Referencial teórico	20
Referências.....	30
Capítulo II – Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos em terminação.....	37
Resumo	38
Abstract	38
Introdução	39
Material e Métodos	40
Resultados e Discussão	44
Conclusões	48
Referências	48
Capítulo III – Características de carcaça e composição tecidual da perna de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	52
Resumo	53
Abstract	53
Introdução	54
Material e Métodos	55
Resultados e Discussão	60
Conclusões	66
Referências	66

Capítulo IV – Parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	69
Resumo	70
Abstract.....	70
Introdução	71
Material e Métodos	72
Resultados e Discussão	77
Conclusões	86
Referências	86
Considerações finais.....	92
Anexo.....	93

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos em terminação

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base da MS).....	41
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	42
Tabela 3. Consumo e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	44
Tabela 4. Estimativas de consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica digestível (CMOD) e ganho de peso (GP), em função de diferentes níveis de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira	46
Tabela 5. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	47
Tabela 6. Desempenho de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	47

CAPÍTULO III

Características de carcaça e composição tecidual da perna de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base na MS).....	56
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	56
Tabela 3. Consumo de nutrientes e características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar	60
Tabela 4. Depósitos adiposos do trato gastrintestinal de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	62
Tabela 5. Pesos e rendimentos dos cortes comerciais de ovinos da raça Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	63

Tabela 6. Composição tecidual da perna de ovinos da raça Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	64
--	----

CAPÍTULO IV

Parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Tabela 1. Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base da MS).....	73
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar	73
Tabela 3. Composição química do músculo <i>Semimembranosus</i> de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar	78
Tabela 4. Parâmetros físico-químicos do músculo <i>Longissimus lumborum</i> de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	79
Tabela 5. Perfil de ácidos graxos da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	81
Tabela 6. Relações dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) e colesterol da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar.....	84

RESUMO GERAL

Avaliou-se o efeito da substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira (0; 33; 66 e 100%) na dieta de ovinos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo, desempenho animal, composição tecidual da perna, características de carcaça, peso e rendimento dos cortes cárneos, composição química, parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne. Foram utilizados 36 animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg e quatro meses de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados. Verificou-se consumos máximos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica digestível (MOD) de 1,31; 1,19; 0,219; 0,358 e 0,845 g/kg com 42,5; 38,5; 38,8; 21,3 e 44,9% de substituição respectivamente. As digestibilidades da MS, MO, PB e EE aumentaram linearmente, porém a FDN apresentou digestibilidade máxima de 500,63 g/kg com 64,2% de substituição. O tempo de ruminação e as eficiências de ruminação diminuíram com a substituição enquanto que o tempo de ócio aumentou. O tempo de mastigação total apresentou mesmo comportamento do tempo de ruminação. O ganho de peso médio diário, ganho total e o peso final apresentaram valores máximos de 0,232; 16,2 e 38,6 para os níveis de substituição de 39,1; 38,2 e 40,4%. Verificou-se comportamento quadrático para o peso corporal ao abate, peso do corpo vazio, peso de carcaça quente e fria com valores máximos de 38,60; 32,76; 18,70 e 18,11 kg para os níveis de substituição de palma forrageira de 40,18; 45,73; 44,42 e 43,14% respectivamente. Os rendimentos de carcaça quente e fria apresentaram comportamento linear crescente e o rendimento biológico apresentou comportamento quadrático. Os índices de compacidade da carcaça e da perna apresentaram efeito quadrático com valores máximos estimados em 0,28 e 0,57 kg/cm com 43,37 e 45,5% de substituição respectivamente. Os pesos dos cortes comerciais perna, lombo, paleta e serrote também apresentaram comportamento quadrático com valores máximos de 2,79; 0,852; 1,46 e 1,30 kg para os níveis de palma de 49,5; 45,32; 39,0 e 40,7%. Para a composição tecidual, foi verificado efeito quadrático para o peso da perna, gordura subcutânea e gordura total. Não houve influência da substituição sobre os parâmetros físico-químicos e composição química da carne. Apesar do ácido esteárico ter aumentado linearmente, o

total de ácidos graxos saturados não foi influenciado pela substituição. Os ácidos graxos palmitoléico e oléico, bem como o total de ácidos graxos monoinsaturados diminuíram linearmente. Já o ácido graxo monoinsaturado vacênico aumentou linearmente com a substituição. Entre os ácidos graxos poliinsaturados, o linolelaídico apresentou efeito quadrático com valor mínimo estimado de 6,09% quando a substituição foi de 36,5%. Os demais ácidos graxos, assim como o total de ácidos graxos poli-insaturados, não foram influenciados pela substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Nenhuma das relações entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados foi alterada, porém, o teor de colesterol da carne aumentou linearmente à medida que os níveis de palma forrageira aumentaram. Recomenda-se um nível de substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira entre 44 e 50% para ovinos em terminação.

Palavras-chave: consumo, desempenho, força de cisalhamento, perfil lipídico, volumoso

ABSTRACT

The effects of replacement of sugarcane by spineless cactus (0; 33; 66 and 100% on dry matter (DM) basis) were evaluated on intake, digestibility of nutrients, ingestive behavior, performance, leg tissue composition, carcass characteristics, weight and yield of meat cuts, physicochemical characteristics and fatty acid profile of lamb meat. Thirty-six non-castrated Santa Ines lambs at four months of age and an initial body weight of 22 ± 2.3 kg were assigned in a randomized block design. A quadratic effect was found for intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), and digestible organic matter (DOM), with maximum values of 1.31, 1.19, 0.219, 0.358, and 0.845 g/day estimated with 42.5, 38.5, 38.8, 21.3, and 44.9% replacement level, respectively. The digestibility of DM, OM, CP, and EE increased linearly; however, there was a quadratic effect on NDF digestibility with maximum value estimated of 500 g/kg with 64.2% replacement level. Rumination time, total chewing, and rumination efficiency decreased linearly with the replacement levels; however, idle time increased linearly. A quadratic effect was found for final weight, body weight gain, and total weight gain with maximum values estimated of 38.6 kg, 0.232 kg/day, and 16.2 kg with 39.1, 38.2 and 40.4% replacing levels. It was observed a quadratic behavior to body weight at slaughter, empty body weight, hot and cold carcass weight with maximum values of 38.60; 32.76; 18.60; and 18.11 kg obtained with replacement levels of 38.60; 45.73; 44.42; and 43.14%, respectively. Hot and cold carcass yields presented an increasing linear behavior and the biological yield presented a quadratic behavior. The compactness index of carcass and leg presented a quadratic effect with estimated maximal values of 0.28 and 0.57 kg/cm with replacement levels of 43.37 and 45.5%, respectively. The weights of commercial cuts of leg, loin, shoulder, and saw showed a quadratic behavior with maximum values of 2.79; 0.852; 1.46; and 1.30 kg obtained with replacement levels of 49.5; 45.32; 39.0; and 40.7. For tissue composition, it was verified a quadratic behavior for leg weight, subcutaneous fat and total fat. Replacing sugar cane by spineless cactus had no effect on the physicochemical characteristics and chemical composition of meat. Total saturated fatty acids were not affected by the replacement levels, except to stearic acid that linearly increased. Except

to vaccenic acid that linearly increased, there was a linear reduction in the palmitoleic and oleic acids and the total concentration of monounsaturated fatty acids. Among the polyunsaturated fatty acids, linolelaidic acid showed a quadratic effect with minimum estimated value of 6.09% with 36.5% replacement level. There were no effect of the saturated fatty acids, monounsaturated and polyunsaturated ratios. However, the cholesterol content of the meat linearly increased as the spineless cactus levels. The replacement of sugarcane by spineless cactus at levels ranging from 44 to 50% is recommended for finishing lambs.

Keywords: intake, lipid profile, performance, roughage, shear force

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura desempenha um papel de grande importância no semiárido nordestino, por ser responsável pelo desenvolvimento socioeconômico na região. Constitui, assim, uma ação de grande relevância frente ao crescimento populacional nos grandes centros urbanos, pois, além de produzir proteína de alto valor biológico, auxilia no combate à fome. Porém, a cadeia produtiva ainda apresenta uma desarticulação evidente devido, principalmente, à falta de comunicação observada entre os elos envolvidos, sendo este um grande entrave para o crescimento do setor. Esse entrave reflete diretamente na qualidade e, conseqüentemente, na aceitabilidade do produto por parte do consumidor.

Mais da metade do contingente do rebanho brasileiro ovino (60,6%) está concentrado na região nordeste, onde esses pequenos ruminantes estão distribuídos nos mais variados sistemas de produção. Nos últimos anos, registrou-se significativo crescimento do efetivo na região com destaque para o estado de Pernambuco. O mercado da carne ovina no Brasil vem aumentando ao longo dos anos, todavia o mercado interno ainda não atende essa demanda mesmo diante do baixo consumo quando comparado a outras carnes como a de aves, suína e bovina, o que determina a necessidade de compra do produto no mercado externo. A carne importada para o Brasil é proveniente praticamente em sua totalidade do Uruguai. Isso evidencia uma grande oportunidade de crescimento deste mercado com foco na cadeia produtiva nacional de carne.

O mercado informal e as condições climáticas destacam-se como os principais fatores responsáveis pela baixa qualidade das carcaças produzidas. O primeiro é de difícil mudança em virtude dos hábitos culturais enraizados na população, mas os problemas ocasionados pelas condições climáticas, sendo o segundo e grande responsável pela produção estacional de volumosos e, conseqüentemente, pelo desempenho animal, podem ser contornados com a implantação do confinamento. Esta, em regiões semiáridas como o agreste e sertão de Pernambuco, seria uma solução para contornar essa escassez de forragem no período seco, com a utilização de ingredientes mais baratos, adaptados ou de mais fácil aquisição na região. A adoção dessa estratégia é um fator primordial para enfrentar os efeitos adversos da produção fazendo com que o

pecuarista produza carcaças de qualidade proveniente de animais precoces, intensificando, assim, a produção de carne ovina.

Nesse contexto, a palma forrageira seria uma opção por apresentar adaptação a regiões semiáridas, uma alta produção de matéria seca por unidade de área, e, principalmente, por ser uma forrageira com alto teor de energia. Porém, seu uso pelos ruminantes é limitado pelo baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), necessitando associá-la à uma fonte de fibra com alta efetividade. Essa fonte poderia ser a cana-de-açúcar, que, nos últimos anos, em função da crise da indústria sucroalcooleira do estado, passou a ser utilizada em grande escala pelos pecuaristas na região semi-árida em função da disponibilidade e baixo custo.

Esta tese possui quatro capítulos, sendo o primeiro correspondente ao referencial teórico que aborda a situação e a importância socioeconômica do mercado da carne ovina no Brasil, bem como os principais aspectos da palma forrageira e cana-de-açúcar na dieta de ovinos em confinamento. Além disso, descreve as características de carcaça e os parâmetros qualitativos da carne.

O capítulo dois foi redigido seguindo as normas para preparação de artigos da revista *Tropical Animal Health and Production*, enquanto os capítulos três e quatro foram redigidos seguindo as normas da *Revista Brasileira de Zootecnia*, nos quais foram descritos e discutidos os resultados obtidos com a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira na dieta de ovinos da raça Santa Inês em terminação.

O capítulo dois aborda a influência da substituição sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho. O capítulo três retrata o efeito da substituição sobre a composição tecidual da perna e as características de carcaça. Por fim, o capítulo quatro aborda a influência da substituição sobre a composição química, os parâmetros físico-químicos e o perfil lipídico da carne dos ovinos.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos em terminação

Situação e importância socioeconômica do mercado da carne ovina no Brasil

O Nordeste concentra 60,6% do rebanho efetivo de ovinos do país. Nos últimos anos, registrou-se significativo crescimento do efetivo na região com destaque para o estado de Pernambuco (IBGE, 2015). O mercado da carne ovina no Brasil vem apresentando crescimento, porém ainda é deficiente em relação à produção que não supre a grande demanda brasileira por carne ovina, tendo assim a necessidade de importação de grandes quantidades de carne para tentar diminuir a lacuna existente no mercado doméstico.

Com relação à cadeia do consumo de carne ovina no Brasil, mesmo sendo menos desenvolvida quando comparado a das demais espécies, possui uma demanda grande, que representa um dos motivos para a necessidade de compra do produto no mercado externo. Dentre estes, a contribuição do Uruguai apresenta-se bastante acentuada englobando praticamente a totalidade das importações dos produtos cárneos, incluindo animais vivos, carcaças e carne desossada, adquiridas congeladas ou resfriadas. Além deste, o Chile e a Argentina assumem importante papel no fornecimento do mercado interno, tendo em vista que a produção brasileira ainda não possui condições de suprir a demanda atual seja em qualidade e/ou quantidade (Alves et al, 2014; Figueiredo Júnior et al., 2009).

Para se ter uma ideia do quanto representaria o volume de carne ovina vindo do Uruguai, Sorio (2012) propôs o seguinte cálculo: supondo que o consumo per capita de carne ovina no Brasil fosse de 400 gramas, seria necessária uma produção de 76 mil toneladas, próximo ao nível de 80 mil toneladas de produção de carne ovina no Brasil, para atender aos mais de 190 milhões de habitantes. Assim, a importação de 4,7 mil toneladas de carne ovina no ano de 2011 representaria 6% exigência do mercado nacional.

Tendo em vista a existência desse déficit no mercado interno, uma ampla margem surge para o crescimento da produção doméstica, sendo um indicador positivo quanto às perspectivas para o setor produtivo. Esses dados mostram as oportunidades que o mercado encontra para o crescimento e o desenvolvimento da cadeia produtiva ovina com o objetivo de atender à demanda existente nas capitais e nos grandes centros urbanos (Souza et al., 2012).

Inúmeras são as possibilidades de produtos provenientes da carne ovina, como defumados, linguiças artesanais, hambúrgueres, carne seca, e de aproveitamento dos

componentes não constituintes da carcaça para a produção de sarapatel e buchadas, que poderiam ser fabricados a partir de carnes de animais que não atendem as especificações para cortes padronizados alavancando significativamente as vendas do setor (Figueiredo Júnior et al., 2009).

A ovinocultura se apresenta como alternativa na oferta de carne e coprodutos e, por isso, é de extrema importância para a economia de Pernambuco. Isso, além de cooperar para que ocorra melhoria no fornecimento de alimentos da população, em especial rural, contribui também para aumentar significativamente a renda do produtor e, como consequência, a sua qualidade de vida (Sampaio et al., 2006).

A espécie ovina apresenta grande potencial para produzir carne de qualidade, contudo, no Brasil, sobretudo na região Nordeste, a produção de carne bem como a sua comercialização ainda se encontram desorganizadas, afetando diretamente a qualidade do produto final. Grande parte dos produtores não possui a capacitação de produzir uma carne de qualidade, levando ao mercado animais velhos, o que dificulta mais ainda o aumento do consumo (Alves et al., 2003).

A preferência por carne ovina é comumente voltada para maciez, baixo percentual de gordura, maior proporção de músculos e comercialização a preços acessíveis (Silva Sobrinho, 2001). Em função desses aspectos, é crucial a adoção de técnicas racionais de criação, com foco na maior produtividade e obtenção de carne com características qualitativas superiores, buscando suprir as exigências do mercado consumidor (Zeola et al., 2004).

Tendo em vista isso, é preciso estabelecer padrões relativos à qualidade da carne com a finalidade de fidelizar o consumidor e expandir o mercado, destacando que abate de animais precoces resulta em uma carne com poucas variações qualitativas (Vaz et al., 2005).

Palma forrageira na alimentação de ovinos

A produção de pequenos ruminantes na região semi-árida brasileira baseia-se na vegetação do bioma caatinga como alimento básico. Estudos têm revelado que acima de 70% das espécies botânicas da caatinga participam significativamente da composição da dieta dos ruminantes domésticos. Nesse ecossistema, as plantas são adaptadas às mudanças sazonais e desenvolveram mecanismos para reduzir a perda de água, como a desfolha. Assim, durante a estação seca, a quantidade de biomassa produzida é

dramaticamente reduzida e os rebanhos são afetados pela escassez de forragem (Ferreira, et al., 2009; Santos et al., 2010; Pereira Filho et al., 2013).

Uma adoção estratégica para a melhoria do desempenho dos rebanhos nordestinos de pequenos ruminantes seria o emprego de um manejo alimentar adequado, com base nos sistemas intensivos de criação como confinamento ou semi-confinamento durante as épocas de escassez de alimento, com a finalidade de manter a regularidade na oferta de carcaças e carne (Araujo Filho et al., 2010; Cunha et al., 2008). A utilização de recursos forrageiros adaptados às condições edafoclimáticas da região é de suma importância na alimentação animal. A palma forrageira merece destaque por ser uma cultura largamente difundida no Nordeste brasileiro. Tem como principais limitações o teor de compostos nitrogenados e a fibra em detergente neutro, que podem ser contornados com a inclusão na dieta de alimentos de baixo custo e de fácil aquisição (Pessoa et al., 2013).

A palma apresenta-se como alternativa muito utilizada em regiões semiáridas (Leite et al., 2014) em função de suas características morfofisiológicas que tornam essa forrageira adaptada podendo ser introduzida na alimentação de ruminantes em quantidades elevadas desde que associada a fontes de fibra fisicamente efetiva, a fim de atender grande parte das exigências de energia, tornando-se uma importante estratégia na sustentabilidade dos sistemas de produção nessas regiões. A importância da palma para os sistemas de produção no semiárido foi demonstrada por Ferreira (2005) e Ferreira et al., (2007) em uma compilação de dados da literatura.

Algumas alternativas têm sido sugeridas para minimizar o impacto da variação da disponibilidade de forragem sobre os rebanhos, como a conservação da forragem e o uso de forrageiras adaptadas às áreas semiáridas (Ferreira et al., 2009). A palma forrageira ocupa uma posição de destaque devido à sua produtividade, ao seu valor nutricional e à sua distribuição no semiárido brasileiro. A palma apresenta em sua composição 12% de matéria seca em média (MS), 81,4% de matéria orgânica (MO), 6,2% de proteína bruta (PB), 2,1% de extrato etéreo (EE), 26,9% de fibra em detergente neutro (FDN), 16% de fibra detergente ácido (FDA) e 66,2% de nutrientes digestíveis totais (NDT) para palma dos gêneros *Opuntia* e *Nopalea* (Batista et al., 2003). Ferreira et al. (2009) descreveram valores semelhantes para MS, PB, FDN e FDA independente do gênero de palma.

As cultivares predominantes no nordeste brasileiro são *Opuntia ficus indica* Mill e a *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, principalmente as variedades miúda, redonda e

gigante, que são variedades sem espinhos (Galvão Júnior et al., 2014). O elevado teor de carboidratos não fibrosos (50,1%) e a baixa porcentagem de constituintes da parede celular conferem à palma forrageira alta degradabilidade da matéria seca, com coeficientes de digestibilidade *in vitro* na matéria seca de 74,4 para as cultivares redonda, 75,0 para as gigante e 77,4% para as miúda (Wanderley et al., 2012; Ferreira et al., 2009).

Uma das principais características da palma forrageira é a alta porcentagem de água, sendo considerada muito positiva pelo fato de que, em regiões áridas e semiáridas, existe limitação em quantidade e qualidade desse nutriente para animais e humanos. Com isso, quando utilizada como forragem, essa forrageira pode reduzir a necessidade do fornecimento de água aos animais, tendo em vista que animais ruminantes reduzem ou suprimem a ingestão de água quando recebem rações contendo palma forrageira (Costa et al., 2012, Costa et al., 2009; Vieira et al., 2008; Bispo et al., 2007)

É importante salientar que, embora a palma seja uma excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, esta não deve ser ofertada como fonte única de volumoso na dieta de ruminantes, tendo em vista os baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e matéria seca (Ferreira et al., 2007). Com isso, a inclusão de fontes de fibra forragem e/ou fontes de fibra não forragem em dietas contendo palma como fonte de volumoso é imprescindível para maximizar o aproveitamento da energia desta forrageira para o desempenho animal. Dentre as fontes de forragem fibrosas, destaca-se o feno de capim tifton, que apresenta elevados teores de fibra de alta efetividade, indispensável para promover a ruminação, manter o pH ruminal em virtude da maior produção de saliva e melhorar a digestão dos nutrientes (Mertens, 1997).

Outro ponto que não deve ser negligenciado é que, independente da fonte de fibra usada em associação à palma forrageira, é importante o fornecimento adicional de alimentos concentrados aos animais, como o milho e o farelo de soja. Estes são fontes de amido e nitrogênio, atuando como estimuladores do crescimento da microbiota ruminal, em especial os celulolíticos, responsáveis pela digestão da fração fibrosa da dieta (Ramos et al., 2013).

A palma tem sido bastante utilizada na alimentação de ovinos, aumentando o consumo de matéria seca (g/dia) (Bispo et al., 2007; Mattos, 2009; Costa et al., 2012). Essa utilização configura um fato importante, tendo em vista que melhoras no desempenho animal está relacionado ao consumo de nutrientes. Encontram-se relatos na

literatura de ganhos de peso diários superiores a 200 g/dia para ovinos em crescimento submetidos a dietas com altos níveis de inclusão de palma. Moura (2013), substituindo feno de maniçoba pela palma forrageira (*Nopalea Cochenillifera* Salm-Dyck), relatou média entre os tratamentos de 1121,1 g/dia para o consumo de matéria seca e ganhos de peso de 231,0 g/dia e Costa et al. (2012) observaram ganhos de peso de 210 g/dia em ovinos Santa Inês, no nível de substituição de 100% do milho pela palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill). Entretanto, estudos devem ser realizados para determinar até que nível pode ser utilizado, em dietas para ruminantes, sem que ocorra comprometimento no desempenho.

Cana-de-açúcar na alimentação de ovinos

A cana-de-açúcar é uma gramínea de clima tropical e, entre os volumosos disponíveis, merece atenção, visto que apresenta alto potencial de produção de matéria seca por unidade de área e alto conteúdo energético por unidade de matéria seca (Teixeira et al., 2014). Tem a capacidade de conservar sua qualidade por longos períodos, fazendo com que seu uso seja viável durante as épocas de escassez de alimento de qualidade (Lima & Mattos, 1993). Além disso, é uma forrageira rica em energia na forma de açúcar, tendo como limitações os baixos teores de proteína bruta (2 a 4% de PB) e minerais.

O fornecimento da cana para animais ruminantes é interessante, por ser uma ótima opção de fonte de energia (oriunda da sacarose) na estação seca do ano, quando ocorre escassez de pastagens. Algumas formas de utilização da cana-de-açúcar seriam *in natura*, ensilada ou como bagaço (Millen et al., 2009; Vázquez et al., 2011; Jesus et al., 2012; Pedreira et al., 2012; Mariz et al., 2013; Pessoa et al., 2013).

A baixa qualidade da fibra da cana-de-açúcar tem sido citada como responsável pela redução no consumo de MS e desempenho de animais de alta produção e, embora seus efeitos sobre o consumo sejam conhecidos, é necessário o estabelecimento dos limites para sua utilização visando maximizar a produção e minimizar os custos (Valadares Filho & Cabral, 2002).

O valor nutritivo da cana-de-açúcar tem relação direta com o seu alto teor de açúcares, os quais são fermentados no rúmen rapidamente e aproveitados com facilidade pelo animal. Porém, estes podem acarretar em efeito negativo sobre a digestibilidade da fibra, podendo causar queda no pH ruminal diminuindo a atividade ou o número de

microorganismos fibrolíticos, inibindo assim a digestão da celulose (Russel & Wilson, 1996; Russell et al., 1992; Mould et al., 1983).

O coeficiente de digestibilidade das variedades de cana-de-açúcar utilizadas na alimentação animal varia de 54 a 65%, sendo considerado de valor médio, onde a variação nos valores está relacionada com as proporções de parede celular e conteúdo celular. O consumo voluntário de cana-de-açúcar é baixo, mesmo sendo de média digestibilidade, devido a qualidade da fibra e alto teor de lignina (7,08%) (Boin & Tedeschi, 1993).

Para ser utilizada eficientemente na alimentação de ruminantes, dietas envolvendo cana-de-açúcar precisam ser corrigidas com suplemento protéico e mineral de boa qualidade. Estas correções associadas à utilização de variedades melhoradas de cana-de-açúcar, com altos teores de açúcar e baixos de fibra, proporcionam alto consumo do alimento e melhor desempenho dos ovinos (Torres & Costa, 2001).

A principal limitação da cana-de-açúcar é a diminuição do consumo voluntário, ocasionado pela baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio de FDN é 47%. Uma alternativa seria reduzir a proporção de cana-de-açúcar nas dietas pelo aumentando o teor de alimentos concentrados, fazendo com que aumente o aporte protéico diminua a concentração de fibra de baixa digestibilidade e, conseqüentemente, aumente consumo de MS visando atender às exigências nutricionais dos ovinos (Costa et al., 2005; Valadares Filho & Cabral, 2002).

A cana-de-açúcar apresenta fibra de baixa degradação ruminal (FDN), podendo induzir ao baixo consumo diário (Freitas et al., 2008). A FDN tem correlação negativa com a ingestão de alimentos, ou seja, quanto maior a ingestão de FDN menor será a ingestão de alimentos. Menor consumo é decorrente de maior tempo de retenção desse material fibroso no rúmen proveniente da cana (Sobreiras, 2006).

A baixa degradação da cana pode estar ligada a três fatores: teor de FDA (maior participação da lignina quando comparada à FDN); comprimento dos colmos (cana de alta digestibilidade apresentam colmos mais curtos); e relação colmo/folha+palha, quanto maior a quantidade de colmo maior será a digestibilidade, pois no colmo encontra-se a sacarose que possui alta digestibilidade, enquanto que a parte vegetativa é rica em fibra de baixa digestibilidade (Teixeira et al., 2014).

Considerando a escassez de trabalhos utilizando cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos, destaca-se a necessidade de mais pesquisas para avaliar este

alimento sobre aspectos quantitativos e qualitativos, visando sua utilização em dietas de cordeiros confinados e seu efeito nos aspectos relacionados à carne ovina.

Características quantitativas e qualitativas da carcaça e da carne

O estudo de carcaças é uma avaliação de parâmetros que tem relação com medidas objetivas e subjetivas, bem como características quantitativas e qualitativas e está diretamente ligado aos aspectos e atributos inerentes à porção comestível. A produção de ovinos tem como meta principal a obtenção de animais capazes de direcionar grandes quantidades de nutrientes para a produção de músculos, uma vez que esse tecido reflete a porção comestível (Osório & Osório, 2001; Santos & Pérez, 2000).

De acordo com Macome et al. (2011), o conceito de melhor carcaça está amplamente relacionado com alta proporção de músculos e menor proporção de gordura, levando em consideração as preferências regionais. Fatores como idade, sexo, raça e nutrição influenciam no crescimento e no desenvolvimento dos músculos, na deposição de gordura e, conseqüentemente, na qualidade da carne (Casey & Webb, 2010). Porém, em sistemas de produção, o nível nutricional dos animais é, sem dúvidas, o fator de maior interferência na qualidade das carcaças comercializadas (Ribeiro et al., 2009).

Em um sistema de produção de carne, é de suma importância conhecer o potencial do animal para produção de carne. Esse potencial pode ser avaliado por meio do rendimento de carcaça que está diretamente relacionado à comercialização, pois expressa a relação percentual entre o peso da carcaça e o peso corporal do animal. Esse parâmetro influenciado por fatores advindos do próprio animal, também chamados de intrínsecos (idade, sexo, raça, morfologia, peso ao nascimento e peso ao abate), ou extrínsecos (manejo e alimentação). Fatores relacionados à própria carcaça como o peso, comprimento, compacidade, conformação e acabamento também influenciam no rendimento (Silva Sobrinho & Osório, 2008; Pérez & Carvalho, 2002).

As carcaças podem ser comercializadas inteiras ou na forma de cortes. Os cortes cárneos são importantes fatores na comercialização em peças individualizadas associados à apresentação do produto. O tipo de corte varia de região para região e principalmente entre países. Todavia, os sistemas de cortes, além de proporcionarem obtenção de preços diferenciados entre diversas partes da carcaça, permitem

aproveitamento racional, evitando-se desperdícios (Silva Sobrinho & Silva, 2000), e a proporção desses cortes constitui um importante índice para avaliação da sua qualidade.

Um parâmetro eficaz que contribui para conhecer o valor nutritivo do alimento é a avaliação de sua composição química (Bonagurio et al., 2003). Dentre os principais componentes do tecido muscular, podem ser citadas água – o maior constituinte, com teor inversamente proporcional ao conteúdo de gordura –, proteína, gordura (extrato etéreo) e cinzas (Santos et al., 2008). As características físicas da qualidade da carne como cor, pH, perdas de peso na cocção, capacidade de retenção de água e força de cisalhamento determinam a utilidade para comercialização e buscam proporcionar maior competitividade entre as demais fontes de origem animal (Pinheiro et al., 2009).

As características quantitativas na avaliação de carcaça como seu rendimento, composição tecidual e regional é de suma importância na produção de ovinos com alta proporção de carne e adequada distribuição de gordura na carcaça, refletindo, assim, nas características nutricionais, sensoriais e de conservação da carne (Mattos, 2009).

A qualidade da carcaça e dos cortes cárneos depende da quantidade de osso, músculo e gordura, sendo desejável o mínimo de osso, máximo de músculo e quantidade adequada de gordura. Para estimar a composição tecidual das carcaças, muitas técnicas foram desenvolvidas, embora a maioria seja onerosa e de difícil execução, como a dissecação completa da carcaça. É possível substituir essa por outras técnicas como dissecação da perna. Além destas, o índice de musculosidade da perna, relação músculo: osso da perna e área de olho de lombo também são indicadores (Cezar & Sousa, 2007).

O pH final do músculo, é um fator que influencia fortemente vários aspectos na qualidade da carne, como perda de peso por cozimento (PPC), capacidade de retenção de água (CRA) e força de cisalhamento, assim como nas seguintes propriedades organolépticas: maciez, suculência, *flavour*, aroma e cor (Bressan et al., 2001). Carnes com pH muito baixo perdem bastante água tornando-se secas, enquanto as com pH alto possuem uma boa retenção de água e, por isso, são suculentas. Em condições normais, o pH decresce de 7,0 logo após o abate até aproximadamente 5,3 – 5,8 após o resfriamento, ou seja, 24h pós abate (Bianchini et al., 2007). Em se tratando da carne ovina o pH final pode variar entre 5,5 e 5,8 (Osório et al., 2009; Bianchini et al., 2007; Silva Sobrinho et al., 2005).

Na sociedade moderna o consumidor está cada vez mais conscientizado e à procura de alimentos de qualidade que tragam benefícios à saúde, com menor teor de

gordura a fim de evitar doenças decorrentes da má alimentação, como, por exemplo, as doenças cardiovasculares, colesterol alto e diabetes. Tendo em vista esse perfil consumidor mais exigente, torna-se imprescindível o conhecimento de parâmetros de qualidade no sistema de produção de ovinos, com foco no teor de lipídios bem como na composição em ácidos graxos da carne (Lima et al., 2015; Scollan et al., 2006; Bressan et al., 2001).

A dieta dos animais ruminantes é constituída de ingredientes os quais contêm, em sua composição, ácidos graxos insaturados, que, ao entrarem no rúmen, são quase que totalmente biohidrogenados pelas bactérias ruminais. Esse processo é chamado de biohidrogenação e é de grande importância, pois diminui a quantidade lipídios insaturados que são considerados tóxicos aos microorganismos. Esse fenômeno contribui para a diminuição da concentração de íons H^+ do ambiente ruminal, evitando seu acúmulo. O processo de biohidrogenação ainda confere uma peculiaridade aos ruminantes, que é a composição da gordura corporal diferente da dietética, uma vez que a hidrogenação dos ácidos graxos insaturados tem como principal produto o ácido esteárico (Banskalieva et al., 2000; French et al., 2000).

No entanto, em determinados casos, a biohidrogenação não se completa, permitindo a produção e a absorção pelo animal dos intermediários deste processo. Estratégias nutricionais vem sendo estudadas e aplicadas para modificar o conteúdo e as concentrações dos diferentes ácidos graxos na musculatura animal a fim de melhorar a fração lipídica e deixando-a mais saudável para o consumo (Andrae et al., 2001). Carnes que apresentam adequada cor e maciez, altos teores de ácidos graxos poli-insaturados e ótima relação ômega 6 e ômega 3, aliados ao baixo colesterol, promovem benefícios à saúde humana, minimizando doenças cardiovasculares (Oliveira et al., 2013; Ponnampalam et al., 2014).

A qualidade nutricional de lipídeos em carcaças de ruminantes tem sido avaliada com base na composição de ácidos graxos, pela determinação de índices que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGPI) séries w-6 e w-3. As razões AGPI: AGS e w-6:w-3 têm sido utilizadas com frequência para análise do valor nutricional de óleos e gorduras, além de indicar o potencial colesterolêmico. Índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) são utilizados como medidas de avaliação e comparação da qualidade de diferentes alimentos e dietas (Arruda et al., 2012).

REFERÊNCIAS

- ALVES, L.G.C.; OSÓRIO, J.C.S.; FERNANDES, A.R.M. et al. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, p. 2399-2415, 2014.
- ALVES, K.S.; CARVALHO, F. F. R.; FERREIRA, M.A. et al. Níveis de energia em dietas para ovinos Santa Inês: características de carcaça e constituintes corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1927-1936, 2003.
- ANDRAE, J.G.; DUCKETT, S.K.; HUNT, C.W. et al. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, Savoy, v. 79, n. 3, p. 582-588, 2001.
- ARAÚJO FILHO, J.T.; COSTA, R.G.; FRAGA, A.B. et al. Desempenho e composição da carcaça de cordeiros deslanados terminados em confinamento com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.363-371, 2010.
- ARRUDA, P.C.L.; PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G. et al. Perfil de ácidos graxos no *Longissimus dorsi* de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, n.3, p.1229-1240, 2012.
- BATISTA, A.M.V.; MUSTAFA, A.F.; MCALLISTER, T. 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, n.5, p.440-445, 2003.
- BANSKALIEVA, V.; SAHLU, T.; GOETSCH, A. L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, n.3, p.255-268, 2000.
- BIANCHINI, W.; SILVEIRA, A.C.; JORGE, A.M. 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.
- BISPO, S.V.; FERREIRA M.A.; BATISTA, A.M.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, Viçosa**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.
- BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação do gado de corte. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 107-126.

- BONAGURIO, S., PÉREZ, J.R.O., GARCIA, I.F.F. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiço com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.
- BRESSAN, M.C.; PRADO, O.V.; PÉREZ, J.R.O. et al. Efeito do peso ao abate de cordeiros santa inês e bergamácia sobre as características físico-químicas da carne. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.3, p.293-303, 2001.
- CASEY, N.H.; WEBB, E.C. Managing goat production for meat quality. **Small Ruminant Research**, v.89, n.2-3, p.218–224, 2010.
- CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H. **Carcaças ovinas e caprinas: obtenção, avaliação e tipificação**. Campina Grande: Editora Universidade Federal de Campina Grande, 2007. 120p.
- COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIROS, G.R. 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, n.1, p. 13-17, 2012.
- COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E.M.; MEDEIROS, A.N. et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1, p.62-65, 2009.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.34, n.6, p. 2437-2445, 2005. (Supl.)
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; VÉRAS, S.C. et al. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008.
- FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M. DA; BISPO, S.V. et al. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009 (supl. especial).
- FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; AZEVEDO, M. et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 30p.
- FERREIRA, M.A. **Palma Forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: Universidade Federal de Recife, 2005, 68p.

- FIGUEIREDO JUNIOR, C.A.; JUNIOR, A. S. V.; FILHO, A. N. et al. - **O mercado da carne de ovinos e caprinos no Nordeste: avanços e entraves** – Fortaleza CE, 2009. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Congresso Sober, julho de 2009.
- FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A. et al. Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.43, n.11, p.1569-1574, 2008.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, n.11, p. 2849-2855, 2000.
- GALVÃO JÚNIOR, J. G. B.; SILVA, J. B. A.; MORAIS, J. H. G. et al. Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p.78-85, 2014.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção da Pecuária Municipal (PPM), 43, 1-47. 2015.
- JESUS, E.F.; CONTI, L.H.A.; TOMAZI, T. et al. Intake, nutrient digestibility and milk yield of dairy cows fed urea and two levels of crude protein in diets with sugar cane. **Journal of Animal and Veterinary Advances**, v.11, n.22, p.4135-4142, 2012.
- LEITE, M.L.M.V.; SILVA,D.S.; ANDRADE, A.P. et al. Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**, v.2, n.2, p.192-200, 2014.
- LIMA, E. S.; MORAIS, J. P. G.; ROÇA, R. O. et al. Meat Characteristics of Nellore Cattle Fed Different Levels of Lipid-Based Diets. **Journal of Agricultural Science**, v.7, n.7, p.174-183, 2015.
- LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana-de-açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 77-105.
- MACOME, F.; LOPES, O.; REGINA, B. et al. Productive performance and carcass characteristics of lambs fed diets containing different levels of palm kernel cake. **Revista MVZ Córdoba**, v.16, n.3, p.2659-2667, 2011.
- MARIZ, L.D.S.; VALADARES FILHO, S.C; DETMANN, E. et al. Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular digesta samples in cattle fed diets

- containing sugar cane *in natura* or ensiled sugar cane compared with maize silage. **Livestock Science**, v.155, n.1, p.71-76, 2013.
- MATTOS, C.W. **Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e feno de erva sal (*Atriplex nummularia* L.) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento**. 2009. 101f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463–1481, 1997.
- MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B. et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal Animal Science**, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.
- MOULD, F.L.; ØRSKOV, E.R.; MANN, S.O. Associative effects of mixed feeds. I. Effects of type and level of supplementation and the influence of the rumen fluid pH on cellulolysis *in vivo* and dry matter digestion of various roughages. **Animal Feed Science and Technology**, v.10, n.1, p.15-30, 1983.
- MOURA, M.S.C. **Feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muell Arg.) e palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de ovinos em crescimento**. Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Recife. 2013
- OLIVEIRA, A.C.; SILVA, R.R.; OLIVEIRA, H.C. et al. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.62, p.57-72, 2013.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M. Sistemas de avaliação de carcaça no Brasil. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE OVINOCULTURA: PRODUÇÃO DE CARNE NO CONTEXTO ATUAL, 1., 2001, Lavras. **Anais...Lavras: Universidade Federal de Lavras**, 2001. 198p.
- OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; SAÑUDO, C. Características sensoriais da carne ovina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.292-300, 2009 (supl. especial)
- PEDREIRA, M.S.; BERCELLI, T.T.; PRIMAVESI, O. et al. Influence of different supplements and sugarcane (*Saccharum officinarum* L.) cultivars on intake, digestible variables and methane production of dairy heifers under tropical conditions. **Tropical Animal Health Production**, v.44, n.7, p.1773-1778, 2012.

- PEREIRA FILHO, J.M.; SILVA, A.M.A.; CÉZAR, M.F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.1, p.77-90, 2013.
- PÉREZ, J.R.O.; CARVALHO, P.A. Considerações sobre carcaças ovinas. In: Juan Ramon Olalquiaga Pérez. (Org.). **Ovinocultura: aspectos produtivos**. Lavras: GAO Universidade Federal de Lavras, 2002. p.122-144.
- PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M. et al. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.508-517, 2013.
- PINHEIRO, R.S.P.; SILVA SOBRINHO, A.G.; SOUZA, H.B.A. et al. Qualidade de carnes provenientes de cortes da carcaça de cordeiros e de ovinos adultos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1790-1796, 2009.
- PONNAMPALAM, E. N.; BUTLER, K. L.; PEARCE, K. M. 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, n.2, p.1095–1103, 2014.
- RAMOS, A.O.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Diferentes fontes de fibra em dietas a base de palma forrageira na alimentação de ovinos, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.4, p.648-659, 2013.
- RIBEIRO, T. M. D.; MONTEIRO, A. L. G.; PRADO, O. R. et al. Desempenho animal e características das carcaças de cordeiros em quatro sistemas de produção. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.366-378, 2009.
- RUSSELL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- RUSSEL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal of Dairy Science**, v.79, n.8, p.1503-1509, 1996.
- SAMPAIO, B.R.; SAMPAIO, Y.S.B.; LIMA, R.C. et al. Perspectivas para a caprinocultura no brasil: o caso de pernambuco. IN: XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural. Sober: **Anais...** Fortaleza. 23-27 Julho de 2006. CD-Rom.
- SANTOS, M.V. F.; LIRA, M.A.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39 (supl. especial), p.204-215, 2010 (supl. especial).

- SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; CRUZ, C.A.C. et al. Análise centesimal dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês e Bergamácia. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.1, p.51- 59, 2008.
- SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O. Cortes comerciais de cordeiros Santa Inês. In: ENCONTRO MINEIRO DE OVINOCULTURA, 1., 2000, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2000. p.149-168.
- SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, 2006.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; OSÓRIO, J, C.S. **Aspectos quantitativos da produção da carne ovina**. In: SILVA SOBRINHO, A.G.; SANUDO, C.; OSÓRIO, J.C.S.; ARRIBAS, M.M.C.; OSÓRIO, M.T.M. Produção de carne ovina. Jaboticabal: Funep, 2008, p.1-68.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; PURCHAS, R.W.; KADIM, I.T. 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. 1070-1076, 2005.
- SILVA SOBRINHO, A.G. Criação de ovinos. Jaboticabal: FUNEP, 2001. 302p.
- SILVA SOBRINHO, A.G.; SILVA, A.M.A. Produção de carne ovina – Parte II. Artigo técnico. Revista Nacional da Carne, N.286. Ano XXV, 2000. p-30-36.
- SOBREIRAS, G.F. Uso de cana-de-açúcar hidrolisada: alternativa para alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n.2, p.327-330, 2006.
- SORIO, A. Carne Ovina: Perspectivas para 2012-2020, Revista o Berro, Editora Tropical, Uberaba – MG, n.153, Março, 2012.
- SOUZA, J.D.F.; SOUZA, O.R.G.; CAMPEÃO, P. Mercado e comercialização na ovinocultura de corte no Brasil. In: 50º Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Vitória. **Anais...** CD-ROM, Vitória, SOBER, p.1-16, 2012.
- TEIXEIRA, C.B.; RAMOS, M.H.; SANTOS, J.F. et al. Variáveis agronômicas e químicas e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.870-878, 2014.
- TORRES, R.A.; COSTA, J.L. Uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. In: Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p 1-20.

- WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.2, p.444-456, 2012.
- VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S. Aplicação dos princípios de nutrição de ruminantes em regiões tropicais. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 514-543.
- VAZ, F. N.; RESTLE, J.; SILVA, N.L.Q. et al. Nível de concentrado, variedade de silagem de sorgo e grupo genético sobre a qualidade da carcaça e da carne de novilhos confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.34, n.1, p.239-248, 2005.
- VAZQUEZ, A.G.; RODRIGUES, J.M.P.; LÓPEZ, J.C.G. et al. Nutritional value of sugarcane silage enriched with corn grain, urea, and minerals as feed supplement on growth performance of steers grazing stargrass. **Tropical Animal Health Production**, v.43, n.1, p.215-220, 2011.
- VIEIRA E.L.; BATISTA A.M.V.; MUSTAFA A.F. et al. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goats. **Livestock Science**, v.114, n.2, p.354-57, 2008.
- ZEOLA, N.M.B.L.; SILVA SOBRINHO, A.G.; GONZAGA NETO, S.G. et al. Composição centesimal da carne de cordeiros submetidos a dietas com diferentes teores de concentrado. **Ciência Rural**, v.34, n.1, jan-fev, 2004.

CAPÍTULO II

Palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar para ovinos em terminação

Palma forrageira em substituição a cana-de-açúcar para ovinos em terminação

Resumo: Avaliou-se o efeito da substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira (0; 33; 66 e 100%) na dieta de ovinos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo e desempenho animal. Foram utilizados 36 animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg e quatro meses de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados. Verificou-se consumos máximos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e matéria orgânica digestível (MOD) de 1,31; 1,19; 219,4; 358,04 e 845 g/kg com 42,5; 38,5; 38,8; 21,3 e 44,9% de substituição respectivamente. As digestibilidades da MS, MO, PB e EE aumentaram linearmente, porém a FDN apresentou digestibilidade máxima de 500,63 g/kg com 64,2% de substituição. O tempo de ruminação e as eficiências de ruminação diminuíram com a substituição enquanto que o tempo de ócio aumentou. O tempo de mastigação total apresentou mesmo comportamento do tempo de ruminação. O ganho de peso médio diário, ganho total e o peso final apresentaram valores máximos de 0,232; 16,2 e 38,6 para os níveis de substituição de 39,1; 38,2 e 40,4%. A substituição pode ser recomendada em 49,5% de substituição de cana-de-açúcar por palma forrageira, já que os problemas relacionados ao consumo, à digestibilidade e ao desempenho estão concentrados fora desse nível.

Palavras-chave: comportamento, consumo, desempenho, ovinocultura, volumoso

Abstract: The effects of replacement of sugarcane by spineless cactus (0; 33; 66 and 100% on dry matter (DM) basis) were evaluated on intake, digestibility of nutrients, ingestive behavior, and performance of finishing lambs. Thirty-six non-castrated Santa Ines lambs at 4 months of age and an initial body weight of 22 ± 2.3 kg were assigned in a randomized block design. A quadratic effect was found for intake of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), and digestible organic matter (DOM), with maximum values of 1.31, 1.19, 0.219, 0.358, and 0.845 g/day estimated with 42.5, 38.5, 38.8, 21.3, and 44.9% replacement level, respectively. The digestibility of DM, OM, CP, and EE increased linearly; however, there was a quadratic effect on NDF digestibility with maximum value estimated of 500 g/kg with 64.2% replacement level. Rumination time, total chewing, and rumination efficiency decreased linearly with the replacement levels; however, idle time increased linearly. A

quadratic effect was found for final weight, body weight gain, and total weight gain with maximum values estimated of 38.6 kg, 0.232 kg/day, and 16.2 kg with 39.1, 38.2 and 40.4% replacing levels. The replacement of 49.5 % sugarcane by spineless cactus can be recommended as optimal level, and problems related to intake, digestibility, and performance are concentrated outside that level.

Keywords: behavior, intake, performance, roughage, sheep breeding

Introdução

O Nordeste concentra 60,6% do rebanho efetivo de ovinos do país. Nos últimos anos, registrou-se significativo crescimento (4,8%) do efetivo na região com destaque para o estado de Pernambuco. O mercado da carne ovina no Brasil vem aumentando substancialmente, porém o mercado interno ainda não atende essa demanda, o que determina a necessidade de compra do produto no mercado externo. O Uruguai é praticamente o único fornecedor de carne ovina para o Brasil (IBGE, 2015). Esses dados revelam as oportunidades que a cadeia produtiva nacional encontra para o desenvolvimento deste mercado (Souza et al., 2012).

A ovinocultura é de extrema importância para a economia de Pernambuco, pois se apresenta como alternativa na oferta de carne e coprodutos. Este fato, além de contribuir para que ocorra melhoria na dieta alimentar da população, em grande parte rural, contribui também para um aumento significativo da renda do produtor e, por consequência, de sua qualidade de vida (Sampaio et al., 2006). Ressalta-se que essa atividade encontra-se concentrada nas regiões semiáridas do estado (agreste e sertão).

Tendo em vista toda essa problemática, uma das soluções para ampliar e melhorar a oferta regular de carne ovina ao longo do ano seria a utilização de alimentos de alta produtividade, boa qualidade e que tenham disponibilidade na região que se pretende implantar o confinamento. A adoção desta estratégia pode diminuir custos, fornecer alimentos de qualidade em dietas balanceadas e que atendam às exigências de manutenção e de produção dos animais.

Nesse contexto, a palma forrageira seria uma solução por apresentar adaptação a regiões semiáridas, uma alta produção de matéria seca por unidade de área e principalmente ser uma forrageira com alto teor de energia. Porém, seu uso pelos ruminantes é limitado pelo baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), necessitando associá-la à uma fonte de fibra com alta efetividade (Monteiro et al., 2014). Essa fonte poderia ser a cana-de-açúcar, que, nos últimos anos, em função da

crise da indústria sucroalcooleira do estado, passou a ser utilizada em grande escala pelos pecuaristas na região semiárida em função da disponibilidade e do baixo custo.

A literatura não relata a associação da cana-de-açúcar *in natura* com a palma forrageira em dietas para ovinos. Assim, hipotetizou-se que existe uma relação cana-de-açúcar/palma forrageira que maximize o consumo e a digestão dos nutrientes e, conseqüentemente, o desempenho animal. Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira na alimentação de ovinos sobre o consumo e a digestibilidade de nutrientes, o comportamento ingestivo e o desempenho animal.

Material e métodos

Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Comitê de Ética para uso de animais (CEUA) da UFRPE (licença n° 009/2015; processo n° 23082.006199/2012).

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. O ensaio teve duração total de 100 dias, sendo os primeiros 30 dias destinados à adaptação dos animais às instalações e à rotina experimental e os 70 restantes referentes à coleta de dados e amostras.

Foram utilizados 36 animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg e quatro meses de idade, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados, com quatro tratamentos e nove repetições. Os animais foram pesados antes de iniciar o experimento, identificados, vacinados contra clostridioses, vermifugados, além de receberem suplemento vitamínico ADE, e alocados em baias individuais suspensas com as dimensões 1,2 x 1,6 m, com piso ripado, equipadas com comedouros e bebedouros.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e 100% na MS) da cana-de-açúcar pela palma forrageira. As dietas completas foram formuladas (relação volumoso: concentrado 48:52) utilizando-se como alimentos volumosos a cana-de-açúcar e palma miúda (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) (Tabelas 1 e 2). A dieta sem palma forrageira foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007) para atender as exigências nutricionais de um ovino com 25 kg de peso corporal, com ganho de peso de 200 g/dia, sendo todas isoproteicas. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia (08:00 e 15:00), e o alimento fornecido foi corrigido para gerar uma quantidade de sobras entre 5 a 10% do total. O alimento fornecido e as sobras foram

pesadas diariamente durante todo o período experimental para calcular o consumo voluntário. Além disso, semanalmente, foram realizadas amostras compostas dos alimentos fornecidos e das sobras, as quais foram armazenadas a -20 °C em sacos plásticos.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base da MS

Parâmetros (g/kg)	Ingredientes				
	Cana-de-açúcar	Palma miúda	Milho	Farelo de soja	Farelo de trigo
Matéria seca	311,0	109,0	882,6	887,4	886,1
Matéria orgânica	979,7	844,2	986,8	929,3	947,4
Matéria mineral	20,2	155,7	13,1	70,6	52,5
Proteína bruta	14,6	44,6	81,0	477,4	160,9
Extrato etéreo	10,2	14,7	38,7	13,7	32,4
FDNcp	488,4	243,7	119,9	134,7	363,3
CNF	450,4	534,0	576,0	296,3	383,6
FDA	335,2	146,9	280,0	94,7	131,9
CHT	966,5	788,9	866,9	441,9	754,2
Lignina	58,6	25,1	66,0	16,2	38,0

FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = Carboidratos não fibrosos; FDA = Fibra em detergente ácido; CHOT = Carboidratos totais.

As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas de acordo com a AOAC (1990). As análises de FDN foram realizadas de acordo com o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase estável ao calor e corrigida para cinzas residuais. A FDN também foi corrigida para compostos nitrogenados, de acordo com o método descrito por Licitra et al. (1996).

A coleta de fezes foi realizada diretamente da ampola retal dos animais durante cinco dias consecutivos, cada dia em um horário diferente (6:00, 8:00, 10:00, 12:00, 14:00h). Ao final do período de coleta, foi realizada uma amostragem composta das fezes, por animal, as quais foram identificadas e congeladas, e, depois, pré-secas em estufa de circulação de ar forçada a 55°C e moídas em moinho de facas tipo Willey com peneira de 2mm de diâmetro, para posteriores análises laboratoriais.

O teor de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi calculado nas amostras de fezes, alimentos e sobras, obtido através de procedimentos *in situ* com 288 horas de incubação ruminal em bubalinos (Valente et al.,2011). A produção de matéria seca fecal (PMSF) foi estimada pela relação entre o consumo do indicador e a percentagem do mesmo nas fezes. O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) foi calculado com a seguinte fórmula: $CD = ((\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado})/\text{nutriente ingerido}) \times 100$.

Para estimar os carboidratos totais (CHOT) foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al. (1992): $CHOT = 100 - (PB + EE + MM)$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010), sendo: $CNF = 100 - [(PB - PB \text{ derivada da ureia} + ureia) + FDN_{cp} + EE + MM]$, em que PB = teor de proteína bruta; PBu = proteína bruta oriunda da ureia; U = teor de ureia; FDN_{cp} = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de material mineral. Todos os termos foram expressos como g/kg de MS.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Ingredientes (g/kg)	Níveis de Substituição (%)			
	0	33	66	100
Cana-de-açúcar	477	318	159	0
Palma miúda	0	159	318	477
Milho moído	190	200	211	221
Farelo de soja	187	177	166	156
Farelo de trigo	121	121	121	121
Ureia	10	10	10	10
Sal comum	5	5	5	5
Suplemento mineral ¹	10	10	10	10
PB %	15,7	15,8	15,9	15,9
Composição química (g/kg da MS)				
Matéria seca (g/kg)	473,7	326,6	249,1	201,4
Matéria orgânica	942,3	921,3	901,3	880,4
Matéria mineral	56,6	77,6	98,6	119,5
Proteína bruta	157,1	157,9	158,8	159,6

Extrato etéreo	18,7	19,7	20,7	21,6
Fibra em detergente neutro*	324,8	285,7	246,8	207,7
Carboidratos não fibrosos	425,8	441,9	458,6	474,7
Carboidratos totais	799,2	775,2	752,1	728,1
Fibra em detergente ácido	246,7	218,6	190,8	162,7
Lignina	644,0	610,0	677,0	656,0

*Corrigida para cinzas e proteína; ¹Composição do suplemento mineral: Níveis de garantia/kg: vit. A = 135.000 UI; vit. D3 = 118 68.000 UI; vit. E = 450 mg; Ca = 240 g; P = 71 g; K = 28,2 g; S = 20 g; Mg = 20 g; Co = 30 mg; 119 Cu = 400 mg; Cr = 10 mg; Fe = 2.500 mg; I = 40 mg; Mn = 1.350 mg; Se = 15 mg; Zn = 1.700 120 mg; F (máx.) = 710 mg e veículo q.s.p. 1000g; Solubilidade do fósforo em ac. cítrico a 2% (mín) = 95%.

O comportamento ingestivo foi realizado pelo método de varredura instantânea com intervalo de dez minutos por 24h (Johnson and Combs, 1991). As variáveis observadas foram tempo de alimentação, ruminação e ócio. As eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDN (kg/h) foram calculadas dividindo-se a ingestão de cada um desses nutrientes pelo tempo total de alimentação e tempo de ruminação. Também foi avaliado o tempo de mastigação total.

O ganho de peso total (GT) foi obtido pela diferença entre o peso final (PF) e peso inicial (PI): $GT = (PF - PI)$, porém a estimativa de ganho de peso médio diário (GMD) foi obtida através da relação entre o GT e o total de dias referente ao período do confinamento até o abate: $GMD = (GT/70)$. A conversão alimentar (CA) foi calculada pela relação entre o consumo de matéria seca (CMS) e o GMD.

Os dados obtidos foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do SAS 9.4 considerando efeitos aleatórios das variáveis bloco e bloco*tratamento de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = valor observado k na unidade experimental que recebeu o tratamento i, repetição j; μ = média geral comum a todas as observações; τ_i = efeito do tratamento i; β_j = efeito do bloco j; $\tau\beta_{ij}$ = efeito de interação tratamento i e bloco j; ε_{ijk} = erro aleatório com média 0 e variância σ^2 .

Após a análise de variância, foi avaliada a importância dos efeitos lineares e quadráticos obtidos com a substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Foi adotado 0,05 de significância como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e discussão

Foi verificado efeito quadrático para os consumos de MS (1,31 kg/dia), MO (1,19 kg/dia), PB (0,219 kg/dia), FDN (0,358 kg/dia) e MOD (0,845 kg/dia) com 42,5; 38,5; 38,8; 21,3 e 44,9% de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira respectivamente, bem como para a digestibilidade da FDN (500,63 g/kg MS) com 64,2% de substituição. Para as digestibilidades da MS, MO, PB e MOD foi observado aumento linear com a substituição (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Consumo (kg/dia)							
Matéria seca	1,10	1,350	1,198	0,974	0,056	0,0098	<0,0001
Matéria orgânica	1,040	1,241	1,075	0,861	0,051	0,0008	<0,0001
Proteína bruta	0,189	0,235	0,191	0,162	0,009	0,0020	0,0001
FDN	0,345	0,362	0,304	0,215	0,015	<0,0001	0,0002
MOD	0,716	0,832	0,820	0,648	0,039	0,1662	0,0003
Consumo (%PV)							
Matéria seca	3,79	4,39	4,06	3,55	0,102	0,5330	0,0191
Digestibilidade (g/kg)							
Matéria seca	684,4	653,6	740,7	723,7	12,51	0,0010	0,5872
Matéria orgânica	690,5	671,1	764,3	755,0	11,95	<0,0001	0,6759
Proteína Bruta	759,7	706,6	782,3	784,3	14,01	0,0240	0,0595
FDN	405,6	425,9	548,4	450,7	20,45	0,0088	0,0075

EPM = erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático. FDN = Fibra em detergente neutro; MOD = Matéria orgânica digestível

O aumento do consumo de MS, da digestibilidade da FDN, bem como o efeito linear crescente das digestibilidades da MS, MO e PB com a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira podem estar relacionados à redução dos teores de FDN (324 para 207 g/kg de MS) e ao conseqüente aumento nos teores de carboidratos solúveis das dietas (Tabela 2).

Além disso, a substituição de um ingrediente com fibra de baixa degradação ruminal, baixa digestibilidade e alta retenção no trato por um ingrediente com baixo teor

de FDN, alto teor de CNF e alta degradação ruminal provavelmente ocasionou um aumento da taxa de passagem no trato gastrointestinal, já que o consumo de dietas com altos teores de fibra é controlado por fatores físicos como a taxa de passagem e enchimento ruminal (Mariz et al., 2013; Silva et al., 2015). Corrêa et al., (2003) mostraram que a baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar é grande responsável pelo enchimento do trato, causando reduções no consumo. Isso fica mais evidente quando avaliamos o conteúdo do trato gastrointestinal dos animais na ocasião do abate, que reduziu linearmente ($y = 6,5323 - 0,0245x$, $P < 0,0001$).

Os teores crescentes de CNF nas dietas favorecem o crescimento microbiano principalmente por serem prontamente fermentados no rúmen, fazendo com que estes atuem mais efetivamente nos nutrientes. Além disso, a maior degradabilidade da palma forrageira quando comparada a outras forrageiras proporciona um aumento da digestibilidade da MS e dos nutrientes das dietas (Nefzaoui and Ben Salem, 2001; Bispo et al., 2007).

Na Tabela 4, na qual estão apresentadas as estimativas dos consumos de matéria seca, matéria orgânica digestível e desempenho nos diferentes níveis de substituição, pode-se observar que, dentro do intervalo de 16,5 e 66%, há pouca variação entre os valores. O comportamento verificado antes desse intervalo sugere que, inicialmente, o consumo foi regulado pelo fator enchimento, já que o consumo de dietas com altos teores de fibra é controlado por fatores físicos, como a taxa de passagem e enchimento ruminal. Nesse caso, a cana-de-açúcar consiste a grande responsável pelo enchimento do trato em função da sua fibra de baixa degradabilidade (Silva et al., 2015).

No intervalo (Tabela 4), o consumo foi possivelmente controlado pelo atendimento do requerimento energético dos animais, uma vez que os níveis de CNF das dietas aumentaram e os de fibra diminuíram (Tabela 2) (Mertens, 1997).

A digestibilidade da FDN começa a diminuir após 64,2% de substituição (Tabela 3). Isso pode ter ocorrido, provavelmente, em virtude do aumento da concentração de CNF ocasionado pelo aumento dos teores de palma forrageira, que são fermentados rapidamente no rúmen. Esse pode ter causado uma possível redução brusca do pH ruminal ocasionado pelo acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta e lactato no rúmen, diminuindo a atividade celulolítica e, conseqüentemente, a digestibilidade da fibra (Owens et al., 1998; Hall, 1998; Bispo et al., 2007).

Os problemas ficam evidentes quando observamos o intervalo após 66% que, além da queda na digestibilidade, observou-se também diminuição no consumo de

matéria orgânica digestível tendo como consequência queda no desempenho com o aumento da substituição (Tabela 3 e 4). A inclusão de altas proporções de carboidratos não fibrosos na dieta, os quais apresentam altas taxas de degradação, geralmente resulta em queda do pH e da digestibilidade da fibra (Dijkstra et al., 2012).

Tabela 4. Estimativas de consumo de matéria seca (CMS), matéria orgânica digestível (CMOD) e ganho de peso (GP), em função de diferentes níveis de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira

Item	Níveis de substituição						
	0	16,5	33	49,5	66	82,5	100
CMS (kg/dia)	1,12	1,24	1,3	1,3	1,25	1,14	0,96
CMOD (g/dia)	0,72	0,79	0,83	0,85	0,82	0,75	0,65
GP (kg/dia)	0,2	0,22	0,23	0,23	0,22	0,19	0,15

Equações de regressão: CMS ($y = 1,1209 + 0,0088x - 0,0001x^2$); CMOD ($y = 716,55 + 5,737x - 0,0641x^2$); GP ($y = 198,64 + 1,735x - 0,0222x^2$)

Alguns autores relacionam redução do consumo ao alto conteúdo de água proveniente da palma forrageira, que limitaria a ingestão pela capacidade de ocupar espaço no rúmen (Gebremarian et al., 2006). O aumento da participação da palma (teor de MS de 109 g/kg) provocou uma variação na umidade das dietas de 526 a 799 g/kg. De acordo com Minson (1990), altos teores de água nas forragens podem comprometer a ingestão voluntária, corroborando, pois, a declaração acima.

Não foi verificado efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira sobre o tempo de alimentação ao longo das 24h (Tabela 5). Este resultado explica a ausência de efeito dos níveis de substituição sobre a eficiência de alimentação (EAL) em g MS/h e em g FDN/h (massa por unidade de tempo).

O tempo de ruminação bem como o tempo de mastigação total diminuíram (Tabela 5) linearmente, o que justifica o aumento linear no tempo que os animais permaneceram em ócio. Este resultado está relacionado à redução da fibra fisicamente efetiva proveniente da cana-de-açúcar e da fibra total da dieta que variou de 324 para 207 g/kg MS (Colenbrander et al., 1991). Além disso, a redução do conteúdo do trato gastrointestinal em até pela metade também explica a redução linear do tempo de ruminação. Este resultado explica o aumento linear da eficiência de ruminação (ERU) em g MS/h e em g FDN/h com o aumento dos níveis de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira (Tabela 5).

Tabela 5 - Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição (%)				EPM	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Alimentação (h/dia)	3,80	3,60	3,08	3,14	0,445	0,1031	0,6880
Ruminação (h/dia)	6,37	5,97	5,06	2,91	0,414	<0,0001	0,0577
Ócio (h/dia)	13,80	14,40	15,84	17,92	0,714	<0,0001	0,2471
ERU (g MS/h)	172,7	226,1	236,7	334,7	37,70	0,0004	0,1779
ERU (g FDN/h)	54,24	62,60	60,10	73,90	8,71	0,0199	0,2188
EAL (g MS/h)	289,5	375,0	389,0	310,2	54,15	0,9108	0,1769
EAL (g FDN/h)	90,8	100,6	98,7	68,5	14,40	0,1086	0,2283
TMT (h/dia)	10,17	9,57	8,14	6,06	0,717	<0,0001	0,2457

EPM = erro padrão da média; L = efeito linear; Q = efeito quadrático. ERU = Eficiência de ruminação; EAL = Eficiência de alimentação; TMT = Tempo de mastigação total.

Os resultados do consumo de nutrientes refletiram no desempenho dos animais (Tabela 6). O ganho de peso médio diário (GMD), ganho total (GT) e o peso final (PF), foram quadráticos, com valores máximos estimados em 0,232; 16,2 e 38,6 para os níveis de substituição de 39,1; 38,2 e 40,2%, respectivamente. Para a conversão alimentar, não foi verificado efeito da substituição.

Tabela 6 - Desempenho de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição (%)				EPM	P-valor	
	0	33	66	100		L	Q
Peso Inicial	22,2	22,3	22,4	22,1	1,072	-	-
Peso Final	35,8	39,2	36,7	32,8	1,642	0,027	0,002
GMD (kg/dia)	0,195	0,243	0,205	0,154	0,016	0,033	0,004
GT (kg)	13,6	17,1	14,4	10,8	1,128	0,033	0,004
CA (kg MS/kg GMD)	5,78	5,64	5,88	6,40	0,364	0,201	0,356

EPM – erro padrão da média; L – efeito linear; Q – efeito quadrático. GMD = Ganho de peso médio diário; GT = Ganho de peso total; CA = Conversão alimentar.

Os resultados verificados para o desempenho dos ovinos estiveram relacionados aos efeitos da substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira sobre o consumo

matéria orgânica digestível em 44,9% de substituição, proporcionando, assim, ótimos ganhos e evidenciando que os animais mostraram um grande potencial de desempenho utilizando-se volumosos disponíveis em região semiárida. Ganhos máximos de 0,232 kg/dia são bastante significativos e podem justificar o uso desses volumosos na terminação de ovinos.

Observando o ganho do tratamento com maior nível de palma (100% de substituição), verifica-se que, ainda assim, os animais responderam com 0,154 kg/dia, considerado como satisfatório, tendo em vista que, nesse tratamento, foi utilizada a palma forrageira como volumoso exclusivo.

Em trabalhos realizados por Santos Filho et al. (2015) e Alves et al. (2016) com animais da raça Santa Inês alimentados com rações convencionais compostas por feno de capim Tifton, milho e soja e mesma relação volumoso:concentrado utilizada no presente trabalho, Santos Filho et al. (2015) encontrou 0,166 kg/dia para ganho de peso diário, ganho de peso total de 10,8 kg e conversão alimentar de 6,98; Alves et al. (2016) encontrou 0,217 kg/dia para ganho de peso diário e ganho de peso total de 14,8 kg. Observando a Tabela 6 e comparando-a aos valores acima mencionados, pode-se afirmar que a cana-de-açúcar e a palma forrageira são ingredientes pouco convencionais que são adequados para ruminantes, visto que os valores obtidos para as referidas variáveis foram semelhantes e até melhores que os resultados verificados com essas dietas convencionais.

Conclusão

Recomenda-se a substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira em até 49,5% considerando que até esse nível melhorou o consumo, a digestibilidade e o desempenho animal.

Referências

- Alves, F.J.L., Ferreira, M.A., Urbano, S.A., Andrade, R.P.X., Silva, A.E.M., Siqueira, M.C.B., Oliveira, J.P.F. and Silva, J.L., 2016. Performance of lambs fed alternative protein sources to soybean meal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 45, 145-150.
- AOAC, 1990. *Official Methods of Analysis*, 15th Ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington VA.
- Bispo, S.V., Ferreira, M.A., Vêras, A.S.C., Batista, A.M.V., Pessoa, R.A.S. and Bleuel, M.P., 2007. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre

- consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 36, 1902-1909.
- Colenbrander, V.F., Noller, C.H. and Grant, R.J., 1991. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. *Journal of Dairy Science*, 74, 2681-2690.
- Corrêa, C.E.S., Pereira, M.N., Oliveira, S.G. and Ramos, M.H., 2003. Performance of Holstein cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. *Scientia Agricola*, 60, 621-629.
- Detmann, E. and Valadares Filho, S.C., 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, 62, 980-984.
- Dijkstra, J., Ellis, J.L., Kebreab A, E., Strathe, A.B., López, S., France, J. and Bannink, A., 2012. Ruminal pH regulation and nutritional consequences of low pH. *Animal Feed Science and Technology*, 172, 22-33.
- Gebremariam, T., Melaku, S. and Yami, A., 2006. 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*, 131, 42-51.
- Hall, M.B., 1998. Making Nutritional sense of nonstructural carbohydrates. In: *Proceedings of the 9th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium*, Gainesville, 1998, Florida University Press, 108-121.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. 2015. Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção da Pecuária Municipal (PPM), 43, 1-47.
- Johnson, T.R. and Combs, D.K., 1991. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. *Journal Dairy Science*, 74, 933-944.
- Licitra, G., Hernandez, T.M. and Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science Technology*, 57, 347-358.
- Mariz, L.D.S., Valadares Filho, S.C, Detmann, E., Pereira, O.G., Pereira, L.G.R., Marcondes, M.I., Santos, S.A., Villadiego, F.A.C., Zanettu, D., Prados, L.F. and Nunes, A.N., 2013. Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane *in natura* or ensiled sugar cane compared with maize silage. *Livestock Science*, 155, 71-76.

- Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC International*, 85, 1217-1240.
- Mertens, D.R., 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *Journal of Dairy Science*, 80, 1463-1481.
- Minson, D.J., 1990. Forrage in ruminant nutrition. San Diego, 483p.
- Monteiro, C.C.F., Melo, A.A.S., Campos, J.M.S., Souza, J.S.R., Silva, E.T.S., Andrade, R.P.X. and Silva, E.C., 2014. Replacement of wheat bran with spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. *Tropical Animal Health and Production*, 46, 1149-1154.
- National Research Council - NRC. 2007. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, Goats, Cervids, and new world Camelids, (National Academy Press, Washington).
- Nefzaoui, A. and Ben Salem, H., 2001. Opuntiae: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. Available in: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/PUBLICAT/Cactusnt/cactus2.htm>. Accessed 21 Sep 2015.
- Owens, F.N., Secrist, D.S. and Gill, D.R., 1998. Acidosis in cattle: a review. *Journal of Animal Science*, 76, 275-286.
- Sampaio, B.R., Sampaio, Y.S.B., Lima, R.C., Vieira, A.A. and Sampaio, G.R., 2006. Perspectivas para a caprinocultura no Brasil: o caso de Pernambuco. In *Anais da XLIV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia e Sociologia Rural, Sober: Fortaleza*, 2006, 23-27.
- Santos Filho, H.B., Vêras, R.M.L., Ferreira, M.A., Silva, J.L., Vasconcelos, G.A, Soares, L.F.P. and Cardoso, D.B., 2015. Liquid residue of cassava as a replacement for corn in the diets of sheep. *Tropical Animal Health and Production*, 47, 1083-1088
- Silva, A.E.M., Lira, A.T., Ferreira, M.A., Barros, L.J.A., Melo, T.T.B., Siqueira, T.D.Q., Soares, L.F.P. and Costa, C.T.F., 2015. Bagaço de cana-de-açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 16, 118-129.
- Sniffen, C.J., O'Connor, J.D., Van Soest, P.J., Fox, D.G. and Russel, J.B., 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II carbohydrate and protein availability. *Journal of Dairy Science*, 70, 3562-3577.

- Souza, J.D.F., Souza, O.R.G. and Campeão, P., 2012. Mercado e comercialização na ovinocultura de corte no Brasil. In: 50° Anais do Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural, Vitória, Cd-Rom, 2012, 1-16.
- Valente, T.N.P., Edenio Detmann, E., Queiroz, A.C., Valadares Filho, S.C., Gomes, D.I and Figueiras, J.F., 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 2565-2573.

CAPÍTULO III

Características de carcaça e composição tecidual da perna de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Características de carcaça e composição tecidual da perna de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição a cana-de-açúcar

Resumo: Avaliou-se o efeito da substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira (0; 33; 66 e 100%) na dieta de ovinos da raça Santa Inês sobre a composição tecidual da perna, características de carcaça e o peso e rendimento dos cortes cárneos. Foram utilizados trinta e seis animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg, distribuídos em um delineamento em blocos casualizados e abatidos após 70 dias de confinamento. Verificou-se comportamento quadrático para o peso corporal ao abate, peso do corpo vazio, peso de carcaça quente e fria com valores máximos de 38,60; 32,76; 18,70 e 18,11 kg para os níveis de substituição de palma forrageira de 40,18; 45,73; 44,42 e 43,14% respectivamente. Os rendimentos de carcaça quente e fria apresentaram comportamento linear crescente e o rendimento biológico apresentou comportamento quadrático. Os índices de compacidade da carcaça e da perna apresentaram efeito quadrático com valores máximos estimados em 0,28 e 0,57 kg/cm com 43,37 e 45,5% de substituição respectivamente. Os pesos dos cortes comerciais perna, lombo, paleta e serrote também apresentaram comportamento quadrático com valores máximos de 2,79; 0,852; 1,46 e 1,30 kg para os níveis de palma de 49,5; 45,32; 39,0 e 40,7%. Para a composição tecidual, foi verificado efeito quadrático para o peso da perna, gordura subcutânea e gordura total. Recomenda-se a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira em 44% na matéria seca.

Palavras-chave: Cordeiro. Qualidade. Volumoso

Carcass characteristics and tissue composition of santa inês sheep fed spineless cactus as a replacement for sugar cane

Abstract: It was evaluated the effect of sugar cane replacement by spineless cactus (0, 33, 66, and 100%) in the diet of Santa Inês sheep on leg tissue composition, carcass characteristics, and the weight and yield of meat cuts. It was utilized thirty-two Santa Ines male sheep, uncastrated, with a mean initial weight of $22 \pm 2,3$ kg, distributed in a randomized blocks design, and slaughtered after 70 days of confinement. It was observed a quadratic behavior to body weight at slaughter, empty body weight, hot and cold carcass weight with maximum values of 38.60; 32.76; 18.60; and 18.11 kg obtained with replacement levels of 38.60; 45.73; 44.42; and 43.14%, respectively. Hot

and cold carcass yields presented an increasing linear behavior and the biological yield presented a quadratic behavior. The compactness index of carcass and leg presented a quadratic effect with estimated maximal values of 0.28 and 0.57 kg/cm with replacement levels of 43.37 and 45.5%, respectively. The weights of commercial cuts of leg, loin, shoulder, and saw showed a quadratic behavior with maximum values of 2.79; 0.852; 1.46; and 1.30 kg obtained with replacement levels of 49.5; 45.32; 39.0; and 40.7. For tissue composition, it was verified a quadratic behavior for leg weight, subcutaneous fat and total fat. It is recommended the replacement of sugar cane by spineless cactus in 44% of dry mater.

Key words: lamb, quality, roughage

Introdução

A criação de ovinos tem grande importância no semiárido nordestino caracterizando-se como uma das principais áreas de vocação ao desenvolvimento da atividade. Contudo, há problemas que interferem no crescimento dessa atividade no Brasil como a qualidade do produto ofertado e produção que não supre o mercado, sendo necessária importação de países como Uruguai, Chile e Argentina, que assumem um importante papel no fornecimento do mercado interno para atender o consumo de carne ovina (Alves et al., 2014; Silva et al., 2010).

Esses problemas são decorrentes principalmente da deficiência de forragem em quantidade e qualidade. Os recursos alimentares, durante a época de estiagem, não estão disponíveis ou possuem preços muito elevados nesse período (Tikam et al., 2015). Assim, a fim de superar este problema e manter o fornecimento constante e adequado de alimento, é importante investir na intensificação da produção por meio da implantação do confinamento em regiões semiáridas como solução para contornar essa escassez estacional de forragem, utilizando ingredientes mais baratos, adaptados ou de mais fácil aquisição na região, uma estratégia para produzir carcaças de animais mais precoces e com padrão de qualidade.

Nesse contexto, a palma forrageira seria uma solução por apresentar adaptação às regiões semiáridas, alta produção de matéria seca por unidade de área e, principalmente, por ser uma forrageira com alto teor de energia. Porém, seu uso pelos ruminantes é limitado pelo baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN), necessitando associá-la à uma fonte de fibra com alta efetividade (Monteiro et al., 2014). Essa fonte poderia ser a cana-de-açúcar, que, nos últimos anos, em função da crise da indústria sucroalcooleira,

passou a ser utilizada em grande escala pelos pecuaristas na região semiárida do Nordeste brasileiro em função da disponibilidade e do baixo custo quando comparado a outros volumosos.

Considerando a escassez de trabalhos utilizando cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ovinos, destaca-se a necessidade de estudos que investiguem a influência da dieta sobre a qualidade das carcaças de cordeiros confinados e os impactos nos aspectos relacionados à carne ovina (Gusha et al., 2015; Pereira et al., 2016), visando à descoberta de sistemas de alimentação alternativos adaptáveis às condições de cultivo das regiões áridas e semi-áridas.

Hipotetizou-se que existe uma relação cana-de-açúcar/palma forrageira que maximize as características de carcaça e composição tecidual. Com isso, o objetivo do estudo foi avaliar a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) na dieta de ovinos da raça Santa Inês sobre a composição tecidual da perna, características de carcaça e o peso e rendimento dos cortes cárneos.

Material e métodos

Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos (licença n° 009/2015; processo n° 23082.006199/2012).

O experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados 36 animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg e quatro meses de idade. Os animais foram pesados antes de iniciar o experimento, identificados, vacinados contra clostridioses, vermifugados, além de receberem suplemento vitamínico ADE, e alocados em baias individuais suspensas com as dimensões 1,2 x 1,6 m, com piso ripado, equipadas com comedouros e bebedouros e distribuídos num delineamento de blocos ao acaso com quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e 100% na MS) da cana-de-açúcar pela palma forrageira e oito repetições.

Quatro dietas completas foram formuladas (relação volumoso: concentrado 48:52) utilizando-se como alimentos volumosos a cana-de-açúcar e palma miúda. Os ingredientes utilizados nos concentrados foram milho moído, farelo de soja, farelo de trigo, ureia, sal comum e suplemento mineral. A dieta sem palma forrageira foi formulada de acordo com as recomendações do NRC (2007) para atender às exigências

nutricionais de um ovino com 25 kg de peso corporal, com ganho de peso de 200 g/dia sendo todas isoprotéicas (Tabelas 1 e 2).

O ensaio teve duração total de 100 dias, sendo os primeiros 30 dias destinados à adaptação dos animais às instalações e à rotina experimental e os 70 restantes referentes à coleta de dados e amostras. As dietas eram fornecidas duas vezes ao dia (8h e 15h). Diariamente, as sobras eram coletadas e pesadas para ajuste da oferta e cálculo do consumo de matéria seca.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base da MS

Parâmetros (g/kg)	Ingredientes				
	Cana-de-açúcar	Palma miúda	Milho	Farelo de soja	Farelo de trigo
Matéria seca	311,0	109,0	882,6	887,4	886,1
Matéria orgânica	979,7	844,2	986,8	929,3	947,4
Matéria mineral	20,2	155,7	13,1	70,6	52,5
Proteína bruta	14,6	44,6	81,0	477,4	160,9
Extrato etéreo	10,2	14,7	38,7	13,7	32,4
FDNcp	488,4	243,7	119,9	134,7	363,3
CNF	450,4	534,0	576,0	296,3	383,6
FDA	335,2	146,9	280,0	94,7	131,9
CHT	966,5	788,9	866,9	441,9	754,2
Lignina	58,6	25,1	66,0	16,2	38,0

FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = Carboidratos não fibrosos; FDA = Fibra em detergente ácido; CHOT = Carboidratos totais.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Ingredientes (g/kg)	Níveis de Substituição (%)			
	0	33	66	100
Cana-de-açúcar	477	318	159	0
Palma miúda	0	159	318	477
Milho moído	190	200	211	221
Farelo de soja	187	177	166	156
Farelo de trigo	121	121	121	121

Ureia	10	10	10	10
Sal comum	5	5	5	5
Suplemento mineral ¹	10	10	10	10
PB %	15,7	15,8	15,9	15,9
Composição química (g/kg da MS)				
Matéria seca (g/kg)	473,7	326,6	249,1	201,4
Matéria orgânica	942,3	921,3	901,3	880,4
Matéria mineral	56,6	77,6	98,6	119,5
Proteína bruta	157,1	157,9	158,8	159,6
Extrato etéreo	18,7	19,7	20,7	21,6
Fibra em detergente neutro*	324,8	285,7	246,8	207,7
Carboidratos não fibrosos	425,8	441,9	458,6	474,7
Carboidratos totais	799,2	775,2	752,1	728,1
Fibra em detergente ácido	246,7	218,6	190,8	162,7
Nutrientes digestíveis totais	644,0	610,0	677,0	656,0
Lignina	48,1	43,3	38,5	33,7

*Corrigida para cinzas e proteína; ¹Composição do suplemento mineral: Níveis de garantia/kg: vit. A = 135.000 UI; vit. D3 = 118 68.000 UI; vit. E = 450 mg; Ca = 240 g; P = 71 g; K = 28,2 g; S = 20 g; Mg = 20 g; Co = 30 mg; 119 Cu = 400 mg; Cr = 10 mg; Fe = 2.500 mg; I = 40 mg; Mn = 1.350 mg; Se = 15 mg; Zn = 1.700 120 mg; F (máx.) = 710 mg e veículo q.s.p. 1000g; Solubilidade do fósforo em ac. cítrico a 2% (mín) = 95%.

Após os 70 dias experimentais, os animais foram submetidos a jejum de sólidos e dieta hídrica de 12 horas para, então, serem abatidos. Imediatamente antes do abate, foram pesados para obtenção do peso corporal ao abate (PCA). No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atlanto-occipital com pistola pneumática de penetração, seguido de sangria pela seção da carótida e jugular, esfolagem e evisceração. Posteriormente, com auxílio de um potenciômetro com eletrodo de inserção, foi realizada a mensuração do pH da carcaça 0 hora *post mortem* no músculo *Semimembranosus*.

O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio para determinação do peso do trato gastrointestinal vazio (TGIVZ). A bexiga (B) e a vesícula biliar (VB) também foram esvaziadas e lavadas. O peso do corpo vazio (PCVZ) foi determinado conforme a equação $PCVZ = PCA - [(TGI - TGIVZ) + urina + suco biliar]$ e o rendimento

biológico ou verdadeiro conforme segue: $[RB(\%) = PCQ/PCVZ \times 100]$. Terminada a evisceração, foi retirada a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e extremidades (secção nas articulações metacarpianas e metatarsianas) e, então, procedeu-se à pesagem da carcaça para obtenção do peso de carcaça quente (PCQ). O rendimento de carcaça quente foi calculado posteriormente a partir da equação $[RCQ(\%) = PCQ/PCA \times 100]$.

As carcaças foram resfriadas por 24 horas a $\pm 4^\circ\text{C}$ em câmara frigorífica e, após esse período, aferiu-se o pH da carcaça 24 horas *post mortem*. Logo após, as carcaças foram pesadas novamente sem os rins e a gordura perirrenal para obtenção do peso da carcaça fria (PCF) e posterior cálculo da perda por resfriamento $[PR(\%) = PCQ - PCF/PCQ \times 100]$. Foram calculados também os rendimentos de carcaça quente $[RCQ(\%) = PCQ/PCA \times 100]$ e fria $[RCF(\%) = PCF/PCA \times 100]$.

Com as articulações tarso metatarsianas distanciadas em 17 cm, e penduradas por meio de ganchos, foram tomadas as seguintes medidas morfométricas: comprimento interno da carcaça (CIC), largura da garupa (LG) e comprimento da perna (CP). 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 $[ICP \text{ cm/cm} = LG/CP]$ (Cezar & Souza, 2007).

Após o período de refrigeração, as carcaças foram seccionadas ao meio, as meias carcaças foram pesadas e a meia carcaça esquerda seccionada em seis regiões anatômicas (Cezar & Souza, 2007), originando os cortes cárneos comerciais: pescoço, paleta, perna, lombo, costela e serrote. Foram registrados os pesos individuais de cada corte e, posteriormente, calculada a proporção de cada corte oriundo da meia-carcaça esquerda em relação ao peso reconstituído da mesma para obtenção do rendimento dos cortes comerciais.

Na meia-carcaça esquerda foi feito um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas para mensuração da área de olho-de-lombo (AOL), realizada no músculo *Longissimus dorsi* por meio de um traçado do contorno do músculo em folha plástica de transparência, para posterior determinação da AOL com auxílio de planímetro digital (HAFF®, modelo Digiplan) utilizando-se a média de três leituras. Ainda no músculo *Longissimus dorsi*, utilizando-se paquímetro digital, foi mensurada a espessura de gordura de cobertura (EGC) sobre a secção do músculo (entre a última vértebra torácica e primeira lombar).

A perna esquerda de cada animal foi embalada à vácuo em saco plástico de alta densidade e congelada a -10°C para avaliação da composição tecidual. Para determinação desta composição, foram dissecadas as 36 pernas esquerdas previamente armazenadas, as quais foram descongeladas gradativamente à temperatura de aproximadamente 4°C durante 24 horas.

Com o auxílio de 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).

Após a dissecação da perna foram obtidos os pesos e rendimentos dos tecidos dissecados, sendo que a porcentagem dos componentes teciduais foi calculada em relação ao peso reconstituído da perna após a dissecação, visto que, durante esta, há uma considerável perda de água devido aos processos de evaporação e exsudação. Em seguida, foram calculadas as relações músculo:osso e músculo:gordura conforme Cesar & Souza (2007).

Durante a dissecação, os cinco principais músculos que envolvem o fêmur (*Biceps femures*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*) foram retirados e, posteriormente, pesados para cálculo do índice de musculosidade da perna 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).

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, cujo critério para formação desses blocos foi o peso inicial dos animais. Os dados obtidos foram analisados empregando-se o procedimento MIXED do SAS 9.4 considerando efeitos aleatórios das variáveis bloco e bloco*tratamento de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = valor observado k na unidade experimental que recebeu o tratamento i, repetição j;

μ = média geral comum a todas as observações;

τ_i = efeito do tratamento i;

β_j = efeito do bloco j;

$\tau\beta_{ij}$ = efeito de interação tratamento i e bloco j;

ε_{ijk} = erro aleatório com média 0 e variância σ^2 .

Após a análise de variância, foi avaliada a importância dos efeitos lineares e quadráticos obtidos com a substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Foi adotado 0,05 de significância como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e discussão

Os consumos de matéria seca, proteína bruta e matéria orgânica digestível apresentaram comportamento quadrático com valores máximos estimados de 1,371; 0,219 e 0,845 kg/dia com 51,5; 38,80 e 44,93% de substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira, respectivamente (Tabela 3). Como consequência, e acompanhando o consumo de nutrientes, o peso corporal ao abate (PCA), peso do corpo vazio (PCVZ) e pesos de carcaça quente (PCQ) e fria (PCF) (Tabela 3) apresentaram comportamento quadrático com valores máximos estimados em 38,60; 32,76; 18,70 e 18,11 kg para os níveis de substituição de 40,18; 45,73; 44,42 e 43,14% respectivamente.

Tabela 3 - Consumo de nutrientes e características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição (%)				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
CMS	1,10	1,350	1,198	0,974	0,056	0,0098	<0,0001
CPB	0,189	0,235	0,191	0,162	0,009	0,0020	0,0001
CMOD	0,716	0,832	0,820	0,648	0,039	0,1662	0,0003
CTGI	6,43	5,68	5,30	3,84	0,346	<0,0001	0,2346
PCA (kg)	35,77	39,24	36,65	32,78	1,642	0,0270	0,0028
PCVZ (kg)	29,31	33,51	31,31	28,89	1,395	0,4308	0,0021
PCQ (kg)	17,17	19,06	17,90	16,62	0,898	0,3335	0,0199
PCF (kg)	16,67	18,48	17,38	16,10	0,872	0,3202	0,0193
RCQ (%)	47,92	48,47	48,82	50,74	0,612	0,0018	0,2353
RCF (%)	46,53	47,00	47,41	49,15	0,589	0,0026	0,2643
RB (%)	58,57	56,71	57,14	57,45	0,562	0,1865	0,0341
PR (%)	2,89	3,12	2,87	3,13	0,191	0,5783	0,9522
EGC (mm)	0,88	0,87	0,78	0,83	0,063	0,4178	0,6390
AOL	12,68	13,54	13,21	12,20	0,602	0,4789	0,1029

ICC (kg/cm)	0,26	0,29	0,27	0,25	0,011	0,1891	0,0042
ICP (cm/cm)	0,55	0,58	0,57	0,54	0,012	0,8284	0,0359
pH 0 hora	6,81	6,89	6,97	6,93	0,064	0,1168	0,3387
pH 24 horas	5,60	5,57	5,61	5,56	0,017	0,2595	0,4966

EPM = erro padrão da média; L = linear; Q = quadrático; Consumo de matéria seca (CMS), Consumo de proteína bruta (CPB), Consumo de matéria orgânica digestível (CMOD), Conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI), Peso corporal ao abate (PCA), Peso do corpo vazio (PCVZ), Peso da carcaça quente (PCQ), Peso da carcaça fria (PCF), Rendimento de carcaça quente (RCQ), Rendimento de carcaça fria (RCF), Rendimento biológico (RB), Perdas por resfriamento (PR), Espessura da gordura de cobertura (EGC); Área de olho de lombo (AOL).

O comportamento quadrático do consumo de matéria orgânica digestível refletiu na deposição de tecido na carcaça dos cordeiros de forma quadrática, favorecendo, assim, o ganho desses animais. Essa inferência é embasada no comportamento semelhante das variáveis ligadas ao desempenho (PCA, PCVZ, PCQ e PCF) (Piola Júnior et al., 2009; Pereira et al., 2010). Os valores máximos do PCQ e PCF encontrados no presente estudo (18,70kg e 18,11kg, respectivamente) atendem aos valores mínimos indicados por Silva Sobrinho (2001) para caracterização de carcaças com boa qualidade, com PCQ igual ou maior que 14,4kg e PCF maior ou igual que 13,8kg.

Os rendimentos de carcaça quente (RCQ) e fria (RCF) aumentaram linearmente em função do aumento de palma forrageira nas dietas (Tabela 3). Pode-se inferir que isso aconteceu, pois o conteúdo do trato gastrointestinal (CTGI) diminuiu linearmente com a substituição da cana por palma e estes são inversamente proporcionais. O rendimento de carcaça depende do CTGI, que possui uma média de 13% do peso corporal em ovinos, porém pode variar de acordo com a alimentação do animal previamente ao abate (Silva Sobrinho, 2001). O resultado observado para o CTGI depende diretamente da ingestão de fibra, uma vez que as dietas contendo maior percentagem de FDN aumentam o tempo de residência alimentar no trato gastrointestinal e vice-versa (Muniz et al., 2012), mesmo após o jejum imposto aos animais antes do abate.

O rendimento biológico (RB) apresentou comportamento quadrático com valor mínimo de 56,79% com 57,4% de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Ao trabalhar com ovinos sem padrão racial definido (SPRD) confinados, alimentados

com palma forrageira associada a diferentes fontes de fibra, Mendonça Júnior (2009) não observou diferença significativa entre RCQ, RCF e RB e espessura da gordura de cobertura, obtendo, respectivamente, os valores médios: 49,27%, 48,18% e 54,27%.

As perdas por resfriamento (PR) apresentaram média de 3%, dentro da faixa recomendável de 2 a 4% (Sañudo & Sierra, 1986) e não foram influenciadas pela substituição. Esse comportamento pode ser explicado pela uniformidade na espessura de gordura de cobertura (EGC) com média de 0,84 mm. Essa baixa deposição de gordura pode estar ligada ao fator intrínseco da raça santa Inês, que apresenta baixa deposição de gordura subcutânea, contudo, acumula grandes quantidades de gordura interna (Medeiros et al., 2011), conforme podemos observar na Tabela 4 em que os depósitos adiposos internos seguiram o comportamento quadrático do consumo de energia.

Além disso, a gordura é o último tecido a atingir a maturidade, e isso ocorre de maneira diferenciada entre os depósitos da mesma (Warriss, 2000). O primeiro local onde isso ocorre é na região perirrenal, seguida pela deposição intermuscular, subcutânea e, por último, a deposição da gordura intramuscular ou de marmoreio.

Tabela 4 – Depósitos adiposos do trato gastrintestinal de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens (kg)	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Gordura mesentérica	0,319	0,404	0,3401	0,2908	0,033	0,1414	0,0060
Gordura omental	0,549	0,749	0,653	0,455	0,065	0,1045	0,0006
Gordura perirrenal	0,329	0,462	0,380	0,296	0,047	0,2360	0,0037
Depósitos adiposos totais	1,279	1,719	1,496	1,136	0,138	0,1471	0,0004

Cordeiros puros depositam quantidades superiores de gordura nos depósitos internos. Essa alta quantidade de energia depositada na forma de gordura tem um alto custo energético, pois a gordura concentra muita energia em quantidades pequenas de tecido, promovendo poucas mudanças no peso dos animais. Isso ocorre pela habilidade fisiológica dos ovinos em acumular gordura em depósitos omental, mesentérico, perirrenal e pericárdico que tem funções de reserva energética para períodos de escassez alimentar (Ribeiro, 2010).

A área de olho de lombo (AOL) não foi influenciada pela substituição, com média de 12,90 cm², semelhante aos valores reportados por Pereira et al. (2010), que encontraram valores médios de 12,56 cm² de AOL na carcaça de ovinos Santa Inês, e por Andrade et al. (2016), que obtiveram valor médio de 11,2 cm² para ovinos Santa Inês alimentados com feno de Tifton e palma forrageira *in natura*. O valor médio verificado para área de olho-de-lombo neste trabalho é compatível com carcaças de alta musculosidade.

Os índices de compacidade da carcaça (ICC) e da perna (ICP), variáveis altamente correlacionadas com o grau de musculosidade da carcaça e da perna, respectivamente, também acompanharam o comportamento quadrático do consumo de energia. O ICC apresentou valor máximo de armazenamento de tecido estimado em 0,28 kg/cm com 43,37% de substituição, enquanto o ICP valor máximo de 0,57 cm/cm com 45,5% de substituição (Tabela 3).

A substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira não afetou os valores de pH da carcaça as 0 e 24h, estando os mesmos dentro do intervalo normal de 5,5 a 5,8 para carne ovina após o abate (Della Malva et al., 2016), o que indica que os animais não sofreram estresse pré-abate. Os valores normais de pH sugerem que outros parâmetros indicativos de qualidade, como maciez e cor, tendem a ter bons resultados, pois são diretamente ligados ao pH.

Os pesos dos cortes comerciais perna, lombo, paleta e serrote acompanharam o consumo de energia apresentando comportamento quadrático com valores máximos estimados em 2,79; 0,85; 1,46 e 1,30 kg com 49,5; 45,3; 39,0 e 40,7% de substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira (Tabela 5).

Tabela 5 - Pesos e rendimentos dos cortes comerciais de ovinos da raça Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição (%)				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Pesos dos cortes (Kg)							
Perna	2,54	2,79	2,64	2,35	0,166	0,2028	0,0447
Lombo	0,76	0,86	0,82	0,73	0,044	0,4467	0,0136
Paleta	1,38	1,49	1,40	1,28	0,065	0,1341	0,0557
Serrote	1,17	1,35	1,22	1,10	0,077	0,1054	0,0057
Costelas	1,24	1,32	1,25	1,17	0,072	0,3506	0,1708

Pescoço	0,92	0,96	0,98	0,91	0,066	0,9925	0,3730
Rendimento dos cortes (%)							
Perna	31,68	31,62	31,63	30,54	0,934	0,4234	0,5843
Lombo	9,54	9,89	9,97	9,75	0,349	0,6608	0,4163
Paleta	17,37	17,04	16,91	17,30	0,602	0,8953	0,5123
Serrote	14,56	15,31	14,50	14,49	0,476	0,6096	0,3883
Costelas	15,42	15,12	15,15	15,73	0,436	0,6174	0,3150
Pescoço	11,42	10,99	11,81	12,17	0,414	0,1082	0,3480

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

Os rendimentos dos cortes comerciais não foram influenciados pela substituição. Os principais cortes comerciais da carcaça (perna, lombo e paleta), em raças ovinas produtoras de carne, devem apresentar a soma dos rendimentos destes o valor próximo a 60% (Silva Sobrinho et al., 2005). A média obtida na soma destes cortes, no presente trabalho, foi de 58,29% demonstrando que a substituição não comprometeu a qualidade dos cortes mais nobres.

Dentre os principais componentes teciduais da perna avaliados (Tabela 6), os músculos foram os que apresentaram o maior peso (1618,80 g), seguido de ossos (391,09 g) e gordura (326,09 g). Esses componentes teciduais apresentam ordem de desenvolvimento diferentes onde, segundo Wood et al. (1980), o tecido ósseo apresenta crescimento mais precoce, seguido do muscular e, por último, do tecido adiposo.

Para a composição tecidual, foi verificado efeito quadrático para o peso da perna, músculos, gordura subcutânea e gordura total com valores máximos estimados em 2743,79; 1821,9; 163,75 e 266,46 g com 43,29; 44,70; 52,89 e 51,18% de substituição respectivamente, podendo ser uma provável consequência no efeito quadrático observado no consumo de nutrientes, em especial de energia. A proporção de gordura também apresentou comportamento quadrático. Isso provavelmente aconteceu devido ao fato da gordura subcutânea também ter apresentado o mesmo comportamento, já que a mesma está dentro do percentual de gordura total.

Tabela 6 - Composição tecidual da perna de ovinos da raça Santa Inês alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Componente	Níveis de substituição (%)				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Perna (g)	2525,9	2772,4	2652,4	2401,3	140,60	0,3292	0,0343
Músculo total (g)	1652,7	1804,4	1788,7	1557,7	82,59	0,3598	0,0137
Osso total (g)	494,1	549,3	497,5	517,2	32,87	0,9009	0,5787
Gord. subcut. (g)	110,1	164,7	152,5	125,8	12,14	0,4879	0,0013
Gord. interm. (g)	89,0	108,2	93,8	88,5	9,23	0,6413	0,1186
Gordura total (g)	199,7	273,4	246,8	215,01	17,65	0,7646	0,0010
Outros tecidos (g)	54,1	65,93	60,81	60,81	8,50	0,7011	0,4954
Músculo total (%)	69,67	66,92	68,48	66,23	0,990	0,0606	0,8038
Osso total (%)	20,03	20,56	19,53	22,17	0,876	0,1699	0,2268
Gordura total (%)	8,09	10,11	9,64	8,97	0,511	0,3379	0,0128
Outros tecidos (%)	2,21	2,41	2,36	2,58	0,271	0,3837	0,9636
Músculo:osso	3,49	3,26	3,81	3,01	0,319	0,5417	0,3828
Músculo:gordura	8,78	6,64	7,38	7,65	0,505	0,2662	0,0288
IMP	0,36	0,38	0,39	0,37	0,008	0,4493	0,0194

No presente trabalho, a deposição de tecido adiposo na perna acompanhou o comportamento quadrático do consumo de matéria orgânica digestível. Comportamento semelhante foi observado por Urbano et al. (2015) que, trabalhando com manipueira em substituição ao milho, verificou que, quando o consumo de energia diminuiu, a deposição de gordura na perna também diminuiu com o aumento da inclusão de manipueira. Atribuiu isso ao fato da alta exigência em energia para deposição de tecido adiposo onde quanto maior o consumo de energia, maior a deposição de gordura.

Os componentes tissulares osso e outros tecidos não foram influenciados pela substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira. A proporção músculo:gordura foi influenciada pela substituição, apresentando comportamento quadrático. Já a relação músculo:osso não sofreu influência alguma com a substituição provavelmente pelo fato do peso dos ossos não terem alterado.

A relação músculo:osso é uma medida objetiva frequentemente associada à maior deposição de massa muscular (Purchas et al., 1991). Todavia, Monte et al. (2007) afirmam que, do ponto de vista da qualidade da carne, a relação músculo:gordura pode ser considerada a mais importante, visto que a presença de gordura tem grande importância na aceitação da carne, por influenciar nas características de textura, suculência e sabor.

O índice de musculosidade da perna, que é um dos principais indicativos da quantidade de músculos nesse corte, apresentou comportamento quadrático, com valor máximo estimado em 0,38 com 56,77% de substituição, acompanhando o consumo de energia.

Conclusões

Recomenda-se a substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira em 44%, tendo em vista que esse nível melhorou a maioria das características de carcaça e composição tecidual da perna..

Referências

- Alves, L.G.C.; Osório, J.C.S.; Fernandes, A.R.M. et al. Produção de carne ovina com foco no consumidor. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.18, p. 2399-2415, 2014.
- Andrade, S.F.J.; Batista, A.M.V.; Carvalho, F.F.R.; Lucena, R.B.; Andrade, R.P.X.; Lima Júnior, D.M. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs, **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.38, n.2, p.155-161, 2016
- Cezar, M.F., Souza, W.H. **Carcaças Ovinas e Caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba, MG: Editora Agropecuária Tropical, 2007. 147 p.
- Della Malva, A; Albenzio, M.; Annicchiarico, G.; Caroprese, M.; Muscio, A.; Santillo, A.; Marino, A. Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat, **Small Ruminant Research**, v.135, p.39-45, 2016.
- Gusha, J., Halimani, T. E., Ngongoni, N. T., & Ncube, S. (2015). Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. *Animal Feed Science and Technology*, 206, 1-7.
- Medeiros, G. R., Costa, R. G., Andrade, M. G. L. P., Azevedo, P. S., Medeiros, A. N., Pinto, T. F., Suassuna, J. M. (2011). Estado de engorduramento da carcaça de

ovinos Santa Inês e Morada Nova abatidos com diferentes pesos. *Actas Iberoamericanas de Conservación Animal*, 1(1), 243-246.

- Mendonça Júnior, A.F. **Características de carcaça, componentes não-carcaça e qualidade da carne de ovinos alimentados com dietas a base de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) e diferentes fontes de fibra.** 2009. 95f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.
- Monte, A.L.S.; Selaive-Villarroel, A.B.; Pérez, J.R.O. et al. Rendimento de cortes comerciais e composição tecidual da carcaça de cabritos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.2127-2133, 2007.
- Monteiro, C.C.F., Melo, A.A.S., Campos, J.M.S. et al. Replacement of wheat bran with spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr heifers. **Tropical Animal Health and Production**, v.46, p.1149-1154, 2014.
- Muniz, E.B.; Mizubuti, I.Y.; Pereira, E.S.; Pimentel, P.G.; Ribeiro, E. L. A.; Pinto, A. P. (2012). Cinética ruminal da fração fibrosa de volumosos para ruminantes. **Revista Ciência Agronômica**, 43(3), 604-610.
- National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep. Goats, Cervids, and new world Camelids.** National Academy Press, Washington, D.C 2007.
- Pereira, L., A. J. V. Pires., G.G.P. de Carvalho, R.V.M.M. Silva, J.I. Simionato, E.C.Q. Lacerda, L.S. Bezerra, C.E. Eiras, & B.M.A. de Carvalho. (2016). Nutritional characteristics of lambs meat fed diets with cotton cake. *Journal of Food Quality*, 39, 140-149.
- Pereira, E. S.; Pimentel, P. G.; Fontenele, R. M. et al. Características e rendimento de carcaça e de cortes em ovinos Santa Inês, alimentados com diferentes concentrações de energia metabolizável. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 32, n. 4, p. 431-437, 2010.
- Piola Júnior, W.; Ribeiro, E.L.A.; Mizubuti, I.Y. et al. Níveis de energia na alimentação de cordeiros em confinamento e composição regional e tecidual das carcaças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1797-1802, 2009.
- Purchas, R.W.; Davies, A.S.; Abdullah, A.Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat Science**, v.30, p.81-94, 1991.

- Ribeiro, F.L.A. Desempenho e crescimento alométrico de cordeiros Santa Inês e Lacaune X Santa Inês. 2010. 76f. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- SILVA, N.V.; COSTA, R.G.; FREITAS, C.R.G.; GALINDO, M.C.T.; SILVA, L.S. Alimentação de ovinos em regiões semiáridas do Brasil, **Acta Veterinaria Brasilica**, v.4, n.4, p.233-241, 2010.
- Sañudo, C.; Sierra, I. Calidad de la canal en la especie ovina. **Ovino**, v.1, p.127-153, 1986.
- Silva Sobrinho, A. G.; Azevedo Silva, A. M.; Gonzaga Neto, S. Sistema de Formulação de Ração e Características In Vivo e da Carcaça de Cordeiros em Confinamento. **Agropecuaria Científica no Semi-arido**, v.1, n.1, p.39-45, 2005.
- Silva Sobrinho, A.G. **Criação de ovinos**. Jaboticabal: Funep, 2001. 302p.
- Tikam, K., Phatsara, C., Sorachakula, C., Vearasilp, T., Samiprem, S., Cherdthong, A., Gerlach, K., & Sudekum, K.H. (2015). *In vitro* gas production, *in vivo* nutrient digestibilities, and metabolisable energy concentrations for sheep of fresh and conserved pangola grass. **Small Ruminant Research**, 128, 34-40.
- Urbano, S.A., Ferreira, M.A., Vêras, R.M.L., Azevedo, P.S. Santos Filho, H.B., Vasconcelos, G.A., Oliveira, J.P.F. Características de carcaça e composição tecidual de ovinos Santa Inês alimentados com manipueira. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, v.10, n.3, p.466-472, 2015
- Warriss, P.D. **Meat science: An introductory text**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. 310p
- Wood, J. D.; MCFIE, J. H. D.; POMEROY, R. W.; TWINN, D.I. Carcass composition in four shepp breeds: the importance of type of breed and stage of maturity. **Animal Production**, v. 30, n.1, p.135-252, 1980.

CAPÍTULO IV

Parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Resumo: Avaliou-se o efeito da substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira (0; 33; 66 e 100%) na dieta de ovinos sobre a composição química, parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne. Foram utilizadas amostras de carne provenientes de trinta e seis animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso final médio de $36 \pm 2,3$ kg e abatidos após 70 dias de confinamento. Não houve influência da substituição sobre os parâmetros físico-químicos e composição química da carne. Apesar do ácido esteárico ter aumentado linearmente, o total de ácidos graxos saturados não foi influenciado pela substituição. Os ácidos graxos palmitoléico e oléico, bem como o total de ácidos graxos monoinsaturados diminuíram linearmente. Já o ácido graxo monoinsaturado vacênico aumentou linearmente com a substituição. Entre os ácidos graxos poliinsaturados, o linolelaídico apresentou efeito quadrático com valor mínimo estimado de 6,09% quando a substituição foi de 36,5%. Os demais ácidos graxos, assim como o total de ácidos graxos poliinsaturados não foram influenciados pela substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Nenhuma das relações entre os ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados foi alterada, porém o teor de colesterol da carne aumentou linearmente à medida que os níveis de palma forrageira aumentaram. A substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira não influencia os parâmetros físico-químicos da carne e sua composição química, além de pouco alterar a qualidade nutricional da fração lipídica.

Palavras-chave: ácidos graxos, cor, maciez, volumoso

Physicochemical characteristics and fatty acid profile of meat from lambs fed spineless cactus replacing sugar cane

Abstract: The aim of this study was evaluate the replacement of sugar cane by spineless cactus (0; 33; 66 and 100%) on the physicochemical characteristics and fatty acid profile of lamb meat. Meat samples from thirty-six uncastrated male lambs (Santa Inês breed), with the average final weight of 36 ± 2.3 kg and slaughtered after 70 days of feedlot were used. Replacing sugar cane by spineless cactus had no effect on the physicochemical characteristics and chemical composition of meat. Total saturated fatty acids were not affected by the replacement levels, except to stearic acid that linearly

increased. Except to vaccenic acid that linearly increased, there was a linear reduction in the palmitoleic and oleic acids and the total concentration of monounsaturated fatty acids. Among the polyunsaturated fatty acids, linoleic acid showed a quadratic effect with minimum estimated value of 6.09% with 36.5% replacement level. There were no effect of the saturated fatty acids, monounsaturated and polyunsaturated ratios. However, the cholesterol content of the meat linearly increased as the spineless cactus levels. The replacement of sugar cane by spineless cactus does not affect the physicochemical characteristics and chemical composition of lamb meat.

Keywords: fatty acids, meat color, quality, roughage

Introdução

Na sociedade atual, o consumidor busca cada vez mais uma carne de alta qualidade com menor teor de gordura em virtude da preocupação com a saúde, a fim de evitar doenças decorrentes da má alimentação como as doenças cardiovasculares, uma das principais causas de mortalidade. Tendo em vista esse perfil consumidor mais exigente, torna-se imprescindível o conhecimento de parâmetros de qualidade no sistema de produção de ovinos, com foco no teor de lipídios bem como na composição em ácidos graxos da carne (Astrup et al., 2011; Lima et al., 2015).

A carne proveniente de animais ruminantes, devido à fração lipídica predominantemente saturada, tem sido associada a alimentos pouco saudáveis. Nesses animais, parte dos ácidos graxos insaturados provenientes da dieta é saturada por meio do processo de biohidrogenação ruminal, como forma de neutralizar seu efeito tóxico aos microorganismos ruminais. Esse processo resulta em uma absorção dos ácidos graxos saturados e sua incorporação ao tecido muscular, tornando a composição lipídica corporal diferente da consumida via dieta (Costa et al., 2008; Oliveira et al., 2013).

Em virtude dessa preocupação com a saúde e da influência que a dieta tem sobre a qualidade e o perfil de ácidos graxos da carne, uma atenção especial vem sendo dada a fim de produzir carnes com maciez e cor adequada, promover meios de diminuir o teor de ácidos graxos saturados, colesterol e aumentar o de poliinsaturados melhorando a relação ômega 6 e ômega 3, promovendo assim benefícios à saúde humana (Oliveira et al., 2013; Ponnampalam et al., 2014).

Considerando a importância de estudos sobre a influência da alimentação na qualidade da carne de ovinos com a finalidade de criar sistemas de alimentação que se adaptem às condições de criação no Nordeste, sugere-se o uso da palma forrageira por

ser excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Porém, não deve ser oferecida como única fonte de volumoso na dieta dos animais, devido aos baixos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e matéria seca (Ferreira et al., 2007; Lima et al., 2015; Madruga et al., 2005).

Dessa forma, faz-se necessária a inclusão de fontes de fibra, como, por exemplo, a cana-de-açúcar por apresentar fibra de alta efetividade, indispensável para manter a ruminação, o pH ruminal e a digestão dos nutrientes em dietas contendo palma como volumoso sendo fundamental para maximizar o aproveitamento da energia desta forrageira para o desempenho animal.

A qualidade e aceitabilidade da carne de cordeiro é determinada principalmente pelas suas características físico-químicas, incluindo o teor de gordura e sua composição (Tejeda et al., 2008; Yarali et al., 2014). Além disso, os trabalhos de pesquisa atuais não devem apenas mostrar aspectos produtivos de novos alimentos e/ou novas formas de alimentação, mas também garantir para a população que o alimento em teste não vai comprometer a saúde dos seres humanos que irão consumi-lo (Freitas et al., 2017).

Considerando a influência da dieta sobre as características qualitativas da carne e a escassez de estudos relacionados à associação de palma e cana, objetivou-se avaliar o efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira na dieta de ovinos da raça Santa Inês sobre a composição química, parâmetros físico-químicos e perfil lipídico da carne.

Material e métodos

Todas as práticas de manejo animal seguiram as recomendações do Conselho Nacional de Controle da Experimentação Animal (CONCEA) para a proteção dos animais usados para experimentação animal e outros fins científicos (licença n° 009/2015; processo n° 23082.006199/2012).

As amostras de carne utilizadas nesse estudo foram provenientes de 36 animais da raça Santa Inês, machos, não castrados, com peso inicial médio de $22 \pm 2,3$ kg e quatro meses de idade. Estes foram utilizados em experimento de desempenho com duração total de 100 dias (30 de adaptação e 70 de coleta de dados e amostras) conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de substituição (0, 33, 66 e 100% na MS) da cana-de-açúcar pela palma forrageira. A dieta sem palma forrageira (*Nopallea cochenillifera* Salm Dyck) foi formulada de acordo com as recomendações do NRC

(2007) para atender às exigências nutricionais de um ovino com 25 kg de peso corporal, com ganho de peso de 200 g/dia sendo todas isoproteicas (Tabelas 1 e 2). O fornecimento das dietas foi realizado duas vezes ao dia (8h e 15h), na forma de ração completa, com água à vontade. As sobras foram coletadas e pesadas diariamente para ajuste da oferta e cálculo do consumo de matéria seca.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg), base da MS

Parâmetros (g/kg)	Ingredientes				
	Cana-de-açúcar	Palma miúda	Milho	Farelo de soja	Farelo de trigo
Matéria seca	311,0	109,0	882,6	887,4	886,1
Matéria orgânica	979,7	844,2	986,8	929,3	947,4
Matéria mineral	20,2	155,7	13,1	70,6	52,5
Proteína bruta	14,6	44,6	81,0	477,4	160,9
Extrato etéreo	10,2	14,7	38,7	13,7	32,4
FDNcp	488,4	243,7	119,9	134,7	363,3
CNF	450,4	534,0	576,0	296,3	383,6
FDA	335,2	146,9	280,0	94,7	131,9
CHT	966,5	788,9	866,9	441,9	754,2
Lignina	58,6	25,1	66,0	16,2	38,0

FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF = Carboidratos não fibrosos; FDA = Fibra em detergente ácido; CHOT = Carboidratos totais.

Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição química de dietas formuladas com diferentes níveis de palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Ingredientes (g/kg)	Níveis de Substituição (%)			
	0	33	66	100
Cana-de-açúcar	477	318	159	0
Palma miúda	0	159	318	477
Milho moído	190	200	211	221
Farelo de soja	187	177	166	156
Farelo de trigo	121	121	121	121
Ureia	10	10	10	10
Sal comum	5	5	5	5

Suplemento mineral ¹	10	10	10	10
PB %	15,7	15,8	15,9	15,9
Composição química (g/kg da MS)				
Matéria seca (g/kg)	473,7	326,6	249,1	201,4
Matéria orgânica	942,3	921,3	901,3	880,4
Matéria mineral	56,6	77,6	98,6	119,5
Proteína bruta	157,1	157,9	158,8	159,6
Extrato etéreo	18,7	19,7	20,7	21,6
Fibra em detergente neutro*	324,8	285,7	246,8	207,7
Carboidratos não fibrosos	425,8	441,9	458,6	474,7
Carboidratos totais	799,2	775,2	752,1	728,1
Fibra em detergente ácido	246,7	218,6	190,8	162,7
Nutrientes digestíveis totais	644,0	610,0	677,0	656,0
Lignina	48,1	43,3	38,5	33,7

*Corrigida para cinzas e proteína; ¹Composição do suplemento mineral: Níveis de garantia/kg: vit. A = 135.000 UI; vit. D3 = 118 68.000 UI; vit. E = 450 mg; Ca = 240 g; P = 71 g; K = 28,2 g; S = 20 g; Mg = 20 g; Co = 30 mg; 119 Cu = 400 mg; Cr = 10 mg; Fe = 2.500 mg; I = 40 mg; Mn = 1.350 mg; Se = 15 mg; Zn = 1.700 120 mg; F (máx.) = 710 mg e veículo q.s.p. 1000g; Solubilidade do fósforo em ac. cítrico a 2% (mín) = 95%.

Ao final do experimento, os animais foram submetidos a jejum de sólidos e dieta hídrica de 12 horas para, então, serem abatidos. No momento do abate, os animais foram insensibilizados por atordoamento na região atlanto-occipital com pistola pneumática de penetração, seguido de sangria pela seção da carótida e jugular, esfola e evisceração. Terminada a evisceração, foi retirada a cabeça (secção na articulação atlanto-occipital) e extremidades (secção nas articulações metacarpianas e metatarsianas) para obtenção das carcaças.

As carcaças foram resfriadas por 24 horas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$ em câmara frigorífica, com as articulações tarso metatarsianas distanciadas em 17 cm, por meio de ganchos. Em seguida, com auxílio de um potenciômetro com eletrodo de inserção, foi realizada a mensuração do pH da carcaça 24 horas *post mortem* no músculo *Semimembranosus*. Após o período de refrigeração, as carcaças foram seccionadas ao meio e das meias carcaças esquerdas foram obtidos os cortes lombo e perna e estes acondicionados a vácuo para posteriores análises.

A composição centesimal foi realizada a partir do músculo *Semimembranosus*, obtido da perna o qual foi triturado em liquidificador e liofilizado para posteriores determinações de umidade, proteína bruta, extrato etéreo e cinzas, segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

Foram utilizadas amostras do músculo *Longissimus dorsi* de 2,5 cm de espessura para avaliar as perdas por cocção. Essas amostras foram previamente descongeladas em câmara fria a 4°C por 24h. Em seguida, foram pesadas bandejas juntamente com as grelhas e, depois, pesadas com as amostras. Na sequência, foram colocadas em forno pré-aquecido a 170°C até que o centro geométrico da amostra atingisse 71°C. O controle da temperatura interna das amostras foi realizado por meio de termômetro digital com termopar do tipo K inserido na região central de cada amostra. Em seguida, foram resfriadas até atingir a temperatura ambiente e pesados os conjuntos bandeja/grelha e amostra. Após a retirada da amostra, procedeu-se à pesagem de cada conjunto bandeja/grelha para serem calculadas as perdas por cozimento através da quantificação e somatório das perdas por gotejamento, perdas por evaporação e totais.

As perdas por evaporação (PE) foram calculadas por diferença entre a amostra antes e depois do cozimento de acordo com a seguinte fórmula: $PE = [\text{bandeja} + \text{grelha} + \text{amostra}] - [\text{bandeja} + \text{grelha} + \text{amostra cozida}]$ e a sua porcentagem através da relação da perda por evaporação e peso da amostra antes do cozimento. As perdas por gotejamento (PG) foram obtidas após remover a amostra cozida da bandeja + grelha de acordo com a fórmula: $PG = [\text{bandeja} + \text{grelha após cozimento}] - [\text{bandeja} + \text{grelha}]$ e a porcentagem calculada por meio da relação da perda por gotejamento e o peso da amostra antes do cozimento.

Após a obtenção dos valores da perda por cozimento e gotejamento, foram calculadas as perdas totais na cocção (PPC), que se trata da diferença entre os dois percentuais: $PPC = \%PE - \%PG$ (Moura et al., 1999).

Para a determinação da força de cisalhamento, das amostras cozidas remanescentes do procedimento de determinação de 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* (G-R MANUFACTURING CO, Modelo 3000) com célula de carga de 25 kgf e velocidade de 20 cm/min. A média das forças de cisalhamento de cada cilindro foi utilizada para representar o valor da dureza de cada amostra Ramos & Gomide (2009).

A caracterização cromática foi realizada com colorímetro Minolta, modelo Chroma Meter CR-400, operando no sistema CIE (L^* , a^* , b^*), que determina os componentes de cor, sendo L^* a luminosidade, a^* a intensidade da cor vermelha e b^* a intensidade da cor amarela. Após exposição do músculo *Longissimus dorsi* ao ar por 30 minutos sob refrigeração a 4°C para permitir a oxigenação superficial da mioglobina, foram realizadas três medições em diferentes pontos do músculo anotando-se os valores médios (Ramos & Gomide, 2009).

Para a determinação da capacidade de retenção de água (CRA) foi utilizada a metodologia descrita por Santos-Silva et al. (2002). Foram pesadas aproximadamente 300 mg de amostra do músculo *Longissimus dorsi*. Estas foram colocadas entre dois pedaços de papel filtro previamente pesados (P1) e prensadas por cinco minutos, com um peso de 3,4 kg. Após a prensagem, as amostras foram removidas e, depois, pesados os papéis (P2). A capacidade de retenção de água foi calculada de acordo com a seguinte fórmula: $CRA(\%) = (P2 - P1)/S \times 100$, em que “S” representa o peso da amostra.

Para determinação dos ácidos graxos e colesterol, primeiramente foi obtido 5g de amostra e, utilizando clorofórmio e metanol 2:1, procedeu-se à extração de lipídeos, segundo Folch et al. (1957). A determinação do colesterol foi realizada por colorimetria de acordo com a técnica de Bohac et al. (1988), usando o espectrofotômetro 50 Probe UV visível (Cary System, Varian Inc., Palo Alto, USA). Essa técnica de determinação do colesterol foi conduzida com as adaptações de Bragagnolo & Rodriguez-Amaya (2001), e os resultados foram expressos em mg por 100g da amostra.

A caracterização dos ácidos graxos presentes no extrato lipídico, obtido a partir do método de Folch et al. (1957), foi realizada seguindo a metodologia descrita por Hartman e Lago (1973). A identificação e quantificação dos ésteres de ácidos graxos foram realizadas em cromatógrafo gasoso (VARIAN 430-GC, California, USA), acoplado com detector de ionização de chama (FID), coluna capilar de sílica fundida (CP WAX 52 CB, VARIAN) com dimensões de 60m x 0,25mm e 0,25µm de espessura do filme. Foi utilizado o hélio como gás de arraste (vazão de 1 mL/min). A temperatura inicial do forno foi de 60 °C, com programação para atingir 240 °C, aumentando 2,5 °C por minuto, permanecendo por 15 minutos, com tempo total de corrida de 87 minutos. As temperaturas do injetor e detector foram mantidas em 250 °C e 260 °C, respectivamente. Os cromatogramas foram registrados em *software* tipo *Galaxie Chromatography Data System*. Os ácidos graxos foram identificados por comparação

dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões Supelco ME19-Kit (*Fatty Acid Methyl Esters C6-C22*). Os resultados dos ácidos graxos foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área.

A partir da identificação dos ácidos graxos, foram calculadas as relações entre eles a fim de quantificar a qualidade nutricional da fração lipídica da carne. Foi calculado o somatório dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGP). Os ácidos graxos desejáveis foram calculados de acordo com a seguinte equação: $AGD = (AGM + AGP + C18:0)$. Além disso, foram calculadas as relações $AGM:AGS$, $AGP:AGS$, $\omega6:\omega3$, $(C18:0 + C18:1)/C16:0$.

Também foram calculados os índices de aterogenicidade (IA) = $[(C12:0 + (4 * C14:0) + C16:0)] / (SAGMI + \Sigma n6 + \Sigma n3)$; Índice de trombogenicidade (IT) = $(C14:0 + C16:0 + C18:0) / [(0,5 * \Sigma AGM) + (0,5 * \Sigma n6 + (3 * \Sigma n3) + (\Sigma n3/\Sigma n6))]$, segundo Ulbricht & Southgate (1991), e a razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H= $(C18:1cis9 + C18:2n6 + 20:4n6 + C18:3n3 + C20:5n3 + C22:5n3 + C22:6n3)/(C14:0 + C16:0)$, segundo Santos-Silva et al. (2002).

Os dados obtidos foram analisados empregando-se o procedimento MIXED do SAS 9.4 considerando efeitos aleatórios das variáveis bloco e bloco*tratamento de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau\beta_{ij} + \varepsilon_{ijk}, \text{ onde:}$$

Y_{ijk} = valor observado k na unidade experimental que recebeu o tratamento i, repetição j;

μ = média geral comum a todas as observações;

τ_i = efeito do tratamento i;

β_j = efeito do bloco j;

$\tau\beta_{ij}$ = efeito de interação tratamento i e bloco j;

ε_{ijk} = erro aleatório com média 0 e variância σ^2 .

Após a análise de variância, foi avaliada a importância dos efeitos lineares e quadráticos obtidos com a substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira. Foi adotado 0,05 de significância como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

Resultados e discussão

A substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira não influenciou nos teores de proteína, gordura, cinzas e umidade da carne (Tabela 3). A composição química da carne foi considerada normal para animais abatidos aos 30kg em média (Madruca et al.,

2005; Madruga et al., 2008). O teor de lipídios totais encontrado nesse estudo foi em média 2,43%, o que, de acordo com Bezerra et al. (2016), caracteriza a carne como magra, pois tem menos de 5% de gordura. Os valores também estão de acordo com Campos et al. (2017).

Os teores de lipídios totais encontrados na carne dos animais deste estudo são provavelmente devido à sua idade, o que também influencia o seu teor de gordura, pois, como eram animais jovens, com cerca de sete meses de idade ao abate, estavam ainda sob desenvolvimento muscular. Ou seja, ainda não tinha iniciado sua deposição de gordura, o que pode ser desejável do ponto de vista da saúde do consumidor (Campos et al., 2017).

Tabela 3 - Composição química do músculo *Semimembranosus* de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição a cana-de-açúcar

Itens (g/100g)	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Umidade	74,29	73,42	74,83	74,71	0,294	0,0973	0,2092
Proteína	19,60	19,47	19,52	19,57	0,156	0,9339	0,5682
Lipídios totais	2,25	2,50	2,52	2,45	0,218	0,5123	0,4685
Cinzas	1,37	1,16	1,26	1,26	0,088	0,6020	0,2372

A gordura, na ordem natural de deposição é o último tecido a atingir a maturidade, e isso ocorre de maneira diferenciada entre os depósitos da mesma. O primeiro local onde isso ocorre é na região perirrenal, seguida pela deposição intermuscular, subcutânea e, por último, a deposição da gordura intramuscular ou de marmoreio. Como foi utilizado o músculo semimembranoso triturado, foi quantificado esse tipo de gordura, que, no caso, ainda não havia sido depositada na sua máxima quantidade (Huidobro & Cañeque, 1994; Warriss, 2000).

Os parâmetros físico-químicos da carne não foram influenciados pela substituição (Tabela 4). Para o parâmetro cor, não foi verificado efeito sobre a luminosidade (L^*), intensidade do vermelho (a^*) e intensidade do amarelo (b^*). A cor é influenciada pela quantidade de água na superfície da carne e é uma consequência do pH e da capacidade de retenção de água, uma importante característica comercial que influencia o comportamento do consumidor (Pearce et al., 2011).

De acordo com Khliji et al. (2010), o limite aceitável para L^* na carne ovina é 34-35, o que é menor do que os valores encontrados neste estudo. No entanto, os valores

foram próximos aos obtidos por Campos et al. (2017) avaliando ovinos alimentados com silagem relação volumoso concentrado 50:50.

A intensidade do vermelho (a^*) pode variar de acordo com o grupo genético ou sistema de produção agindo diretamente nos teores de mioglobina. Essa variação não foi observada no presente estudo provavelmente pela similaridade do grupo genético e sistema de produção, uma vez que os animais em confinamento são menos suscetíveis ao desenvolvimento de atividades físicas. Como consequência, a síntese de mioglobina foi reduzida devido à menor necessidade de oxigenação do músculo, promovendo uma cor de carne menos intensa, normalmente rosada (Urrutia et al, 2016).

Os pigmentos carotenoides presentes no tecido adiposo, intra e intermuscular, são os principais responsáveis pela tonalidade amarela observada na carne (Bressan et al., 2004). Além disso, de acordo com Leão et al. (2012), dietas com baixas concentrações de carotenóides, por exemplo, grãos, feno e silagem, conduzem a uma redução da cor amarela da gordura da carne devido à diluição da cor da gordura. Observando a Tabela 3, verifica-se que os teores de gordura da carne permaneceram inalterados com a substituição, indicando que os animais apresentaram depósitos lipídicos semelhantes. Isso justifica o valor de b^* não ter sido influenciado pela substituição.

Tabela 4 - Parâmetros físico-químicos do músculo *Longissimus lumborum* de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
L*	37,39	40,08	39,78	39,49	0,867	0,1239	0,0896
a*	13,72	14,08	13,84	13,20	0,561	0,4326	0,3313
b*	8,16	9,14	8,96	8,84	0,355	0,2020	0,0997
FC (kgf/cm ²)	1,47	1,29	1,29	1,41	0,134	0,7956	0,2633
PG (%)	1,28	1,44	1,24	1,21	0,133	0,5108	0,5039
PE (%)	35,36	32,77	33,62	31,89	1,758	0,2124	0,7970
Perdas totais (%)	36,62	33,46	34,83	33,08	1,865	0,2701	0,7042
CRA (%)	22,56	21,48	24,25	20,80	1,015	0,5250	0,1885
pH 24h	5,60	5,57	5,61	5,56	0,017	0,2595	0,4966

FC = Força de cisalhamento; PG = Perdas por gotejamento; PE = Perdas por evaporação; CRA = Capacidade de retenção de água.

A força de cisalhamento (FC) não foi influenciada pela substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira, apresentando média de 1,36 kgf/cm². Com base nesse valor, essa carne pode ser classificada como macia por estar abaixo de 8 kgf/cm² e deve resultar em alta aceitação pelo consumidor (Monte et al., 2012). A idade do animal é um fator determinante na maciez da carne e variações relacionadas a esse fator ocasiona em diferenças no teor e na solubilidade do colágeno. Além disso, manejo pré abate, pH, gordura intramuscular e capacidade de retenção de água também podem interferir na FC (Archile-Contreras et al., 2010; Bonacina et al., 2011). Os animais foram abatidos com idade uniforme e nenhum dos parâmetros citados acima foi influenciado pela substituição e, por esse motivo, não foi observado efeito sobre a FC.

As perdas por cocção não foram influenciadas pela substituição com média de 34,5%. Campos et al. (2017) e Bonagurio et al. (2003) observaram média semelhante ao obtido no presente estudo. Essa ausência de efeito também pode ser atribuída à uniformidade dos teores de gordura da carne com o aumento da substituição funcionando como uma espécie de barreira de modo a evitar as perdas de água durante o cozimento.

A substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira não afetou os valores de pH da carcaça as 0 e 24h, estando os mesmos dentro do intervalo normal de 5,5 a 5,8 para carne ovina após o abate e indicando que os animais não sofreram estresse pré-abate (Della Malva et al., 2016). Os valores normais de pH sugerem que outros parâmetros indicativos de qualidade, como maciez, cor, capacidade de retenção de água, perda de peso por cozimento e força de cisalhamento, tendem a ter bons resultados, pois são diretamente ligados ao pH. Tendo em vista que o pH final ficou dentro da normalidade, este pode ter sido um dos fatores que contribuíram para os valores normais da CRA, PPC e FC.

Os ácidos graxos oléico (43,18%), palmítico (24,02%) e esteárico (14,38%) apresentaram maior concentração do total de ácidos graxos (Tabela 5) e são os que naturalmente prevalecem no perfil lipídico da carne ovina (Pereira et al., 2016; Barros et al., 2015; Yarali et al., 2014).

Dentre os ácidos graxos saturados, apenas o C18:0 (esteárico) aumentou linearmente com a substituição. Porém, mesmo com esse aumento, não foi alterado o total de ácidos graxos saturados (AGS), provavelmente porque todo o restante dos AGS também não sofreu influência da substituição. Considera-se, pois, este um resultado

positivo tendo em vista que os AGS estão associados à doença coronária (Shingfield et al., 2013).

O ácido esteárico é classificado como ácido graxo saturado, porém não tem o mesmo potencial de aumento de colesterol sanguíneo que os demais AGS. Esse ácido graxo, quando consumido por seres humanos, é absorvido no intestino e transportado para o fígado por quilomicrons. No fígado, ele é transformado em ácido oleico que é monoinsaturado e benéfico ao consumidor de alimentos com teores elevados desse composto, indo de volta para a circulação sem riscos cardiovasculares (Napolitano et al., 2002; Monegaglia & Beyruti, 2004; Maia et al., 2012).

A palma forrageira como substituto da cana-de-açúcar não afetou os ácidos graxos envolvidos com riscos cardiovasculares (Ribeiro et al., 2011) como C16:0 (palmítico), C14:0 (mirístico) e C12:0 (láurico), consistindo um ponto positivo, pois estes são considerados hipercolesterolêmicos. O consumo excessivo desses ácidos graxos saturados aumenta a concentração sanguínea de colesterol de baixa densidade (LDL) em seres humanos, elevando, em decorrência, o risco de doenças cardiovasculares (Denke, 2006; Mihaylova et al., 2012).

O ácido esteárico (C18:0) representa de 10 a 20% do perfil lipídico da carne ovina, no presente trabalho, variou de 13 a 15%. Sendo assim, a carne ovina pode ser considerada um alimento saudável, visto que possui baixas quantidades de C14:0 e C16:0 e alto percentual do ácido graxo monoinsaturado C18:1 (oléico), representando uma média de 43%.

Tabela 5 - Perfil de ácidos graxos da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Nomenclatura	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
		0	33	66	100		L	Q
Ácidos graxos saturados								
C10:0	Cáprico	0,10	0,10	0,10	0,11	0,030	0,3039	0,6959
C12:0	Láurico	0,11	0,10	0,13	0,12	0,018	0,2070	0,8711
C14:0	Mirístico	2,14	2,14	2,44	2,22	0,128	0,3330	0,5624
C15:0	Pentadecanóico	0,47	0,34	0,42	0,41	0,061	0,7328	0,3103
C16:0	Palmítico	23,85	24,11	24,46	23,67	0,645	0,9445	0,6760
C17:0	Margárico	1,24	1,06	1,35	1,24	0,113	0,5842	0,7351
C18:0	Esteárico	13,39	13,93	15,04	15,16	0,729	0,0485	0,7536
C20:0	Araquídico	0,10	0,10	0,11	0,11	0,005	0,1583	0,5137

Total AGS		41,53	41,98	44,10	43,16	0,884	0,0963	0,4422
Ácidos graxos monoinsaturados								
C14:1n5c	Miristoléico	0,29	0,21	0,18	0,17	0,058	0,1295	0,5130
C16:1n7	Palmitoléico	2,24	2,12	1,82	1,97	0,126	0,0470	0,2397
C17:1n7c	Cis10-heptadecanóico	1,10	0,84	0,88	0,90	0,113	0,2170	0,1821
C18:1n9c	Oléico	45,09	43,77	42,32	41,54	0,699	0,0014	0,7096
C18:1n11	Vacênico	1,83	2,15	2,06	2,39	0,051	<0,0001	0,9426
C20:1n9	Gadoléico	0,09	0,11	0,11	0,10	0,009	0,7140	0,1638
Total AGM		50,66	49,22	47,40	47,09	0,817	0,0034	0,4981
Ácidos graxos poliinsaturados								
C18:2n6c	Linoléico	4,37	4,95	4,65	5,60	0,471	0,1274	0,6924
C18:2n6t	Linolelaídico	0,07	0,07	0,06	0,10	0,010	0,2077	0,0447
C18:3n6	γ-linolênico	0,07	0,07	0,05	0,09	0,014	0,6615	0,1366
C18:3n3	Alfa Linolênico	0,29	0,29	0,31	0,33	0,028	0,2272	0,7301
C20:2n6c	Ecosadienóico	0,53	0,51	0,47	0,52	0,068	0,8212	0,5557
C20:3n6c	alfa-di-homolinolenico	0,17	0,20	0,21	0,22	0,017	0,0506	0,3814
C20:3n3c	Ecosatrienóico	1,88	2,10	2,02	2,41	0,143	0,0329	0,5627
C20:5n3c	Eicosapentaenóico*	0,20	0,19	0,22	0,23	0,026	0,2930	0,7315
C22:6n3	Docosahexaenóico**	0,39	0,38	0,44	0,43	0,036	0,2378	0,9787
Total AGP		8,00	8,78	8,45	9,96	0,680	0,0857	0,6008

*EPA; **DHA

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados o palmitoléico (C16:1n7) e o oléico (C18:1n9c) diminuíram linearmente com a substituição enquanto que o vacênico (C18:1n11) aumentou linearmente. Este último foi o que apresentou um efeito mais pronunciado com a substituição. É um intermediário da biohidrogenação, encontrado predominantemente na carne e no leite, e é considerado um importante precursor para a síntese endógena do C18:2 cis-9, trans-11 (CLA) por ação da Δ^9 dessaturase e várias espécies de bactérias que podem ser derivadas do intestino humano. Por isso, é considerado neutro ou benéfico à saúde humana (Alonso et al., 2003; Coakley et al., 2003; Blewett al., 2009, Sun et al., 2015).

Entre o total de ácidos graxos identificados, o oléico (C18:1n9) foi o ácido graxo que apresentou maiores valores (45,37%) (Pereira et al., 2015; Yarali et al., 2014). Este, hipocolesterolêmica, além de não diminuir o HDL, que é o chamado colesterol bom,

atua na prevenção de doenças cardíacas, por reduzir os níveis de LDL (Wood et al., 2008; Bonanome & Grundy, 1988)

O total de ácidos graxos monoinsaturados diminuiu linearmente com o aumento da substituição. Essa diminuição ocorreu devido ao fato dos ácidos mais representativos (oleico e palmitoléico) também terem apresentado redução linear. Para o restante dos AGM não houve influência da substituição. Verificou-se também que o somatório de todos os ácidos graxos monoinsaturados (48,59%) foi maior que o total de ácidos graxos saturados (42,69%). Com isso, pode-se inferir uma boa qualidade nutricional da fração lipídica da carne ovina dos animais utilizados nesse estudo.

Os ácidos graxos poliinsaturados (AGPI) proporcionam grandes benefícios para a saúde do consumidor (Howes et al., 2015, Ooi et al., 2015). Dentre esses ácidos, o C18:2n6t (linolelaídico) apresentou comportamento quadrático com valor mínimo estimado de 6,09% quando a substituição foi de 36,5% e o C20:3n3c (ecosatrienóico) aumentou linearmente a medida que aumentou a substituição da cana pela palma. A ausência de efeito observada para os ácidos graxos poliinsaturados C20:5n3c (eicosapentaenóico/EPA) e C22:6n3 (docosahexaenóico/DHA) foi um resultado benéfico, pois estes tem demonstrado efeitos fisiológicos benéficos como a diminuição do risco de doenças cardiovasculares em seres humanos (Wood et al., 2008).

Dentre os ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), os ácidos da série ω 6 (linoleico, C18:2) e ω 3 (linolênico, C18:3) são considerados os mais importantes, pois baixas concentrações destes ácidos graxos estão disponíveis para absorção no trato intestinal. Em razão disso, são considerados compostos essenciais (Wood et al., 2008).

Os AGPI em particular da série ω -3 (C18:3 n-3, ácido linoleico, C20:5 n-3, ácido eicosapentaenóico (EPA), ácido C22:6 n-3 docosahexaenóico (DHA) caracterizam produtos cárneos como mais saudáveis e sua ingestão pode reduzir os níveis de triglicérides séricos substancialmente (Shingfield et al., 2013, Ponnampalam et al., 2014; Howes et al., 2015).

Comparando os somatórios dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados, verifica-se que os AGPI apresentaram concentrações mais baixas. Esse é um comportamento normal e justifica-se pela própria natureza da espécie. Nesses animais, parte dos ácidos graxos insaturados provenientes da dieta é saturada por meio do processo de biohidrogenação ruminal, como forma de neutralizar seu efeito tóxico aos microorganismos ruminais (Oliveira et al., 2013; Bauman et al., 2011).

A avaliação da qualidade nutricional da carne ruminantes tem sido realizada com base na composição de ácidos graxos, por meio da determinação de índices (Tabela 6) que relacionam o conteúdo de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGM) e poliinsaturados (AGPI) séries $\omega 6$ e $\omega 3$ (Dietschy, 1998; Arruda et al., 2012).

O teor de colesterol da carne aumentou linearmente com a substituição. Esse aumento no colesterol da carne à medida que aumentava os níveis de palma forrageira também foi verificado por Madruga et al. (2005) trabalhando com diferentes tipos de volumosos na alimentação de ovinos. Os animais com menores percentuais de gordura tiveram maior percentual de colesterol e corresponderam exatamente aos animais que consumiram palma forrageira.

A relação monoinsaturado:saturado (AGMI:AGS) diminuiu linearmente à medida que os níveis de substituição da cana pela palma forrageira foram aumentando. Isso pode ser explicado pela redução dos ácidos C16:1n7 (palmitoléico) e C18:1n9c (oleico) que, por representarem a maior parte dos ácidos graxos monoinsaturados, provocaram uma redução linear do total dos AGMI.

Tabela 6 - Relações dos ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e poliinsaturados (AGPI) e colesterol da carne de ovinos alimentados com palma forrageira em substituição à cana-de-açúcar

Itens	Níveis de substituição				EPM	Efeito	
	0	33	66	100		L	Q
Colesterol (g/100g)	59,71	52,81	69,12	68,05	3,288	0,0126	0,3884
AGMI:AGS	1,22	1,17	1,07	1,10	0,039	0,0168	0,3506
AGPI:AGS	0,19	0,21	0,19	0,23	0,018	0,2249	0,4822
$\omega 6:\omega 3$	1,87	1,96	1,82	1,92	0,118	0,9709	0,9886
AGD	72,06	71,94	70,90	72,22	0,726	0,8599	0,3135
h:H	1,91	1,86	1,75	1,82	0,066	0,2415	0,3730
IA	0,55	0,56	0,60	0,57	0,023	0,3742	0,3746
IT	1,07	1,08	1,16	1,10	0,048	0,4850	0,4536
(C18:0+C18:1)/C16:0	2,46	2,40	2,35	2,40	0,039	0,5348	0,4847

AGD = ácidos graxos desejáveis (AGMI + AGPI + C18:0); h:H = razão entre ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (C18:1cis9 + C18:2n6) / (C14:0 + C16:0); IA = Índice de aterogenicidade; AT = Índice de trombogenicidade.

Para as relações entre os ácidos graxos poliinsaturados e saturados (AGPI:AGS) e ômega 6 e 3 ($\omega 6:\omega 3$) não houve efeito da substituição, provavelmente pelo fato do total dos AGPI e AGS e dos ácidos graxos do grupo $\omega 6$ e $\omega 3$ usados no cálculo das relações não terem alterado. Ambos parâmetros importantes para a avaliação nutricional das gorduras (HMSO, 1994).

Os valores da razão $\omega 6:\omega 3$ foram inferiores a quatro e, por isso, considerados saudáveis e indicados com favoráveis para prevenir doenças cardiovasculares em humanos (Scollan et al., 2006). Já os baixos obtidos para a relação AGPI:AGS são característicos da carne de ruminantes que, naturalmente, tem uma razão de cerca de 0,1 (Wood et al., 2004). Considerando que os AGS aumentam os teores de colesterol do plasma e que os AGPI reduzem os níveis de colesterol sanguíneo (Costa et al., 2009), aumentos na relação AGPI:AGS são desejáveis.

Os ácidos graxos desejáveis (AGD) não apresentaram efeito da substituição da cana pela palma com média de 71,78%. Os valores encontrados para essa variável foram considerados superiores aos obtidos por outros pesquisadores (Banskalieva et al., 2000, Madruga et al., 2005).

A relação entre os ácidos graxos hipocolesterolêmicos e hipercolesterolêmicos (h:H) também não foi influenciada pela substituição. Esta equivale aos lipídios benéficos encontrados na carne ovina e pode representar os efeitos funcionais dos ácidos graxos sobre o metabolismo do colesterol (Arruda et al., 2012). A média da relação h:H encontrada (1,83) foi inferior às verificadas por Santos-Silva et al. (2002) para o *Longissimus* de ovinos (2,11).

A relação $(C18:0 + C18:1)/C16:0$ também não variou com os diferentes níveis de palma em substituição a cana-de-açúcar. Esta descreve bem possíveis efeitos benéficos dos diferentes tipos de lipídeos, tendo em vista que representa a maioria dos ácidos graxos. Dados reportados na revisão de Banskalieva et al. (2000) demonstram que normalmente a relação $(C18:0+C18:1)/C16:0$ encontrada na literatura com cordeiros situa-se entre 2 e 3. O valor médio encontrado no presente trabalho foi 2,40 estando dentro desse intervalo e confirmando a qualidade da fração lipídica de cordeiros Santa Inês alimentados com cana-de-açúcar em substituição à palma forrageira.

Os índices de aterogenicidade (IA) e trombogenicidade (IT) não foram influenciados pela substituição da cana-de-açúcar pela palma forrageira apresentando médias de 0,57 e 1,10 respectivamente. Isso provavelmente ocorreu, pois os ácidos graxos C14:0 e C16:0 também não foram alterados. Esses índices apresentam alta

correlação com LDL e HDL nas concentrações séricas humanas e quanto menores os valores de IA e IT, maior a quantidade de ácidos antiaterogênicos e maior o potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronárias. Os valores obtidos estão de acordo com o observado na literatura (Faria et al., 2014; Arruda et al., 2012; Ulbricht & Souhgate, 1991; Chardigny et al., 2008).

Conclusões

Recomenda-se a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira tendo em vista que a mesma não comprometeu os parâmetros físico-químicos nem a qualidade nutricional da fração lipídica da carne, mantendo um perfil lipídico desejável com potencial de prevenção ao aparecimento de doenças coronarianas em consumidores em função da manutenção dos índices de $\omega 6:\omega 3$ e menores índices de IA e IT dentro dos padrões e conseqüentemente mais favoráveis à saúde humana.

Referências

- Alonso, L.; Cuesta, E.P.; Gilliland, S.E. Production of free conjugated linoleic acid by *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus casei* of human intestinal origin. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.6, p.1941–1946, 2003.
- Archile-Contreras, A.C.; Mandell, I.B.; Purslow, P.P. Disparity of dietary effects on collagen characteristics and toughness between two beef muscles. **Meat Science**, v.86, n.2, p.491-497, 2010.
- Arruda, P.C.L.; Pereira, E.S.; Pimentel, P.G. 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.
- Astrup A., Dyerberg J.; Elwood P. et al. The role of reducing intakes of saturated fat in the prevention of cardiovascular disease: where does the evidence stand in 2010? **The American Journal of Clinical Nutrition**, v. 93, n.4, p.684–8, 2011.
- Banskalieva, V.; Sahlu, T.; Goetsch, A.L. Fatty acid composition of goat muscles and fat depots: a review. **Small Ruminant Research**, v. 37, n.3, p.255-268, 2000.
- Barros, M.C.C.; Silva, F.F.; Silva, R.R. et al. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: Composição centesimal e perfil de ácidos graxos do *longissimus dorsi*. **Ciências Agrárias**, v.36, n.1, p.431-442, 2015.

- Bauman, D.; Harvatine, K.; Lock, A. et al. Nutrigenomics rumen-derived bioactive fatty acids, and the regulation of milk fat synthesis. **Annual Review of Nutrition**, v.31, p.299–319, 2011.
- 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.
- Blewett, H.J.; Gerdung, C.A.; Ruth, M.R. et al. Vaccenic acid favourably alters immune function in obese JCR:LA-cp rats. **British Journal of Nutrition**, v.102, n.4, p.526–536, 2009.
- Bohac, C.E.; Rhee, K.S.; Ono, K. Assessment of methodologies for colorimetric cholesterol assay of meats. **Journal Food Science**, v.53, n.6, p.1642-1693, 1988.
- Bonacina, M.S.; Osório, M.T.M.; Osório, J.C.S. et al. Influência do sexo e do sistema de terminação de cordeiros Texel × Corriedale na qualidade da carcaça e da carne. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.6, p.1242-1249, 2011.
- Bonagurio, S.; Pérez, J.R.O.; Furusho-Garcia, I.F. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês puros e mestiços com Texel abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1981-1991, 2003.
- Bonanome, A.; Grundy, S.M. Effect of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **The New England Journal of Medicine**, v.318, n.19, 1244-1247, 1998
- 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**, v.60, n.1, p.53-57, 2001.
- Bressan, M.C.; Jardim, N.S.; Perez, J.R.O. et al. Influência do sexo e faixas de peso ao abate nas características físico-químicas da carne de capivara. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.3, p.357-362, 2004.
- Campos, F.S.; Carvalho, G.G.P.; Santos, E.M. 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.
- Chardigny, J.M., Destailats, F., Malpuech-Brugère, C. et al. Do *trans* fatty acids from industrially produced sources and from natural sources have the same effect on cardiovascular disease risk factors in healthy subjects? Results of the *trans* Fatty Acids Collaboration (TRANSFACT) study. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.87, n.3, p.558–566, 2008.

- Coakley, M.; Ross, R.P.; Nordgren, M. et al. Conjugated linoleic acid biosynthesis by human-derived Bifidobacterium species. **Journal of Applied Microbiology**, v.94, n.1, p.138–145, 2003.
- Costa, R.G.; Batista, A.S.M.; Azevedo, P.S. et al. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.532-538, 2009.
- Costa, R.G.; Cartaxo, F.G.; Santos, N.M. et al. Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p.497-506, 2008.
- Della Malva, A; Albenzio, M.; Annicchiarico, G. et al. Relationship between slaughtering age, nutritional and organoleptic properties of Altamura lamb meat. **Small Ruminant Research**, v.135, n.135 p.39-45, 2016.
- Denke, M. A., 2006. Dietary fats, fatty acids, and their effects on lipoproteins. **Current Atherosclerosis Reports**, v.8, n.6, p.466-471, 2006.
- Detmann E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C. et al. **Métodos para análises de alimentos - INCT – Ciência Animal**. Editora UFV. 2012. 214 p.
- Dietschy JM. Dietary fatty acids and the regulation of plasma low density lipoprotein cholesterol concentration. **Journal of Nutrition**, v.128, p.444-448, 1998. 2 suppl.
- Faria, P.B.; Pinto, A.M. G.; Costa, S.F. et al. Efeito da casca de mandioca sobre a qualidade da carne e parâmetros ruminais de ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.63, n.243, p.437-448, 2014.
- Ferreira, M.A.; Pessoa, R.A.S.; Azevedo, M. et al. **Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2007. 30p.
- Folch, J.; Less, M.; Stanley, S.A. Simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry**, v.226, n.1, p.497-509, 1957.
- Freitas, T.B.; Felix, T.L.; Pedreira, M.S. et al. Effects of increasing palm kernel cake inclusion in supplements fed to grazing lambs on growth performance, carcass characteristics, and fatty acid profile. **Animal Feed Science and Technology**, v. 226, p.71–80, 2017.
- Hartman, L.; Lago, R.C.A. Rapid preparation of fatty acids methyl esters. **Laboratory Practice**, v.22, n.6, p.475-476, 1973.

- HMSO, England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects**, v.46, p.37-46, 1994.
- Howes, N. L.; Bekhit, A.; El-Din A. et al. Opportunities and implications of pasture-based lamb fattening to enhance the long-chain fatty acid composition in meat. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v.14, n.1, p.22-36, 2015.
- Huidobro, F.R.; Cañeque, V. Producción de carne de corderos de raza Manchega. Crecimiento relativo del cuarto y de los tejidos y piezas e la canal. **Investigación y Sanidad Animales**, v.9, n.2, p.95-108, 1994.
- Khliji, S.; Van de Ven, R.; Lamb, T.A. et al. Relationship between consumer ranking of lamb colour and objective measures of colour. **Meat Science**, v.85, n.2, 224-229, 2010.
- Leão, A.G.; Silva Sobrinho, A.G.; Moreno, G.M.B. et al. Características físico-químicas e sensoriais da carne de cordeiros terminados com dietas contendo cana-de-açúcar ou silagem de milho e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.5, p.1253-1262, 2012.
- Lima, E. S., Morais, J. P. G., Roça, R. O. et al. Meat Characteristics of Nellore Cattle Fed Different Levels of Lipid-Based Diets. **Journal of Agricultural Science**, v.7, n.7, 174-183, 2015.
- Madruga, M.S; Vieira, T.R.L.; Cunha, M.G.G. et al. Efeito de dietas com níveis crescentes de caroço de algodão integral sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1496-1502, 2008.
- Madruga, M.S.; Sousa, W.H.; Rosales, M.D. et al. Qualidade da carne de cordeiros Santa Inês terminados com diferentes dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.309-315, 2005.
- Maia, M.O.; Maia, M.O.; Costa, F.S. et al. Efeito do genótipo sobre a composição química e o perfil de ácidos graxos da carne de borregas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.986-992, 2012.
- 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: meta-analysis of individual data from 27 randomised trials. **Lancet**, v.380, n.9841, p.581-590, 2012.

- Monte, A.L.S., Gonsalves, H.R.O., Villarroel, A.B.S. et al. Qualidade da carne de caprinos e ovinos: Uma revisão. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.8, n.3, p.11-17, 2012.
- Moura, A. C.; Luchiari Filho, A.; Nardon, R.F. et al. Efeitos da injeção de cálcio pós-morte e tempo de maturação no amaciamento e nas perdas por cozimento do músculo Longissimus dorsi de animais Bos indicus e Bos taurus selecionados para ganho de peso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1382-1389, 1999.
- Monegaglia, A.P.; Beyruti, M. Estearic acid: Friend or enemy of the heart? São Paulo: **Revista ABESO**, 2004.
- Napolitano, F., Braghieri, A., Cifuni, G.F. et al. Behaviour and meat production of organically farmed unweaned lambs. **Small Ruminant Research**, v.43, n.2, p.179–184, 2002.
- National Research Council - NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep. Goats, Cervids, and new world Camelids**. National Academy Press, Washington, D.C 2007.
- Oliveira, A.C.; Silva, R.R.; Oliveira, H.C. et al. Influência da dieta, sexo e genótipo sobre o perfil lipídico da carne de ovinos. **Archivos de Zootecnia**, v.62, p.57-72, 2013.
- Ooi, E.M.M.; Watts, G.F.; Ng, T.W.K. et al. Effect of dietary fatty acids on human lipoprotein metabolism: A comprehensive update. **Nutrients**, v.7, n.6, p.4416-4425, 2015.
- Pereira, L.; Pires, A.J.V.; Carvalho, G.G.P. et al. Nutritional characteristics of lambs meat fed diets with cotton cake. **Journal of Food Quality**, v.39, n.2, 140–149, 2016.
- Pearce, K.L.; Rosenvold, K.; Andersen, H.J. 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, n.2, p.111-124, 2011.
- Ponnampalam, E. N.; Butler, K. L.; Pearce, K. M. 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, n.2, p.1095–1103, 2014.
- Ramos, E.M.; Gomide, L.A.M. **Avaliação da qualidade de carnes: fundamentos e metodologias**. 1 reimp. Viçosa: Editora UFV, 2009. 599p.

- Ribeiro, C.V.D.M.; Oliveira, D.E.; Juchem, S.O. et al. Fatty acid profile of meat and milk from small ruminants: A review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.121-137, 2011. (supl. Especial).
- 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 1. Growth, carcass composition and meat quality. **Livestock Production Science**, v.76, n.1-2, p.17-25, 2002.
- Scollan, N.; Hocquette, J.F.; Nuernberg, K. et al. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science**, v.74, n.1, p.17-33, 2006.
- Shingfield, K.J.; Bonnet, M.; Scollan, N.D. Recent developments in altering the fatty acid composition of ruminant-derived foods. **Animal**, v.7, n.1, 132-162, 2013.
- Sun, H.X.; Zhong, R.Z.; Liu, H.W. et al. 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.
- Tejeda, J.F.; Peña, R.E.; Andrés, A.I. Effect of live weight and sex on physico-chemical and sensorial characteristics of Merino lamb meat. **Meat Science**, v.80, n.4, p.1061-1067, 2008.
- Ulbricht, T.L.V.; Southgate, D.A.T. Coronary heart disease: seven dietary factors. **Lancet**, v.338, n.8773, p.985-992, 1991.
- Urrutia, O.; Mendizabal, J. A.; Insausti, K. et al. Effects of addition of linseed and marine algae to the diet on adipose tissue development, fatty acid profile, lipogenic gene expression, and meat quality in lambs. **PloS one**, v.11, n.6, p.1-23, 2016.
- Warriss, P.D. **Meat science: An introductory text**. Wallingford: CABI Publishing, 2000. 310p
- Wood, J.D.; Richardson, G.R.; Nute, G.R. et al. Effect of fatty acids on meat quality: a review. **Meat Science**, v.66, n.1, p.21-32, 2004.
- Wood, J.D.; Enser, M.; Fisher, A.V. et al. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science**, v.78, n.4, p.343-358, 2008.
- Yarali, E.; Yilmaz, O.; Cemal, I. et al. 2014. Meat quality characteristics in Kıvrırcık lambs. **Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences** 38, 452-458, 2014.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A palma forrageira pode substituir a cana-de-açúcar entre os níveis de 44 e 50% sem afetar o consumo, digestibilidade, ganho de peso, características de carcaça e parâmetros qualitativos da carne. Os resultados verificados mostraram que a substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira proporcionou ótimos ganhos evidenciando que os animais mostraram um grande potencial de desempenho utilizando-se volumosos disponíveis em região semiárida. Ganhos máximos de 0,232 kg/dia são bastante significativos e podem justificar o uso desses volumosos na terminação de ovinos. Vale salientar, inclusive, que o tratamento com maior nível de palma mostrou uma resposta satisfatória, tendo em vista que, nesse tratamento, foi utilizada a palma como volumoso exclusivo.

Com isso, pode-se afirmar que a cana-de-açúcar e a palma forrageira são ingredientes pouco convencionais que são adequados para ovinos, uma vez que os resultados obtidos para os parâmetros estudados foram semelhantes e até melhores que os resultados verificados com algumas dietas convencionais.

ANEXO



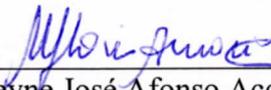
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n,
Dois Irmãos - CEP: 52171-900 - Recife/PE

Comissão de ética no uso de animais - CEUA

Licença para o uso de animais em experimentação e/ou ensino

O Comitê de ética no uso de animais CEUA da Universidade Federal Rural de Pernambuco, no uso de suas atribuições, autoriza a execução do projeto discriminado abaixo. O presente projeto também se encontra de acordo com as normas vigentes no Brasil, especialmente a Lei 11794/2008.

Número da licença	009/2015
Número do processo	23082.006199/2012
Data de emissão da licença	09 de Março de 2015
Título do Projeto	Palma Forrageira e cana-de-açúcar como base da alimentação de bovinos leiteiros e ovinos.
Finalidade (Ensino, Pesquisa, Extensão)	Pesquisa
Responsável pela execução do projeto	Marcelo de Andrade Ferreira
Colaboradores	Mércia Virgínia dos Santos; Djalma Cordeiro dos Santos; Edvaldo Lopes de Almeida; Antônia Sherlânea Chaves Vêras; José Maurício de Souza Campos.
Tipo de animal e quantidade total autorizada	Bovino; 71, Ovino;45, total de 116 animais.


Prof.^a Dra. Marleyne José Afonso Accioly Lins Amorim
(Presidente da CEUA-UFRPE)



Prof.^a Dr.^a Marleyne Amorim
Coordenadora CEUA