



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

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE CORDEIROS
TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVES DE PALMA
FORRAGEIRA**

ALMA VIOLETA CORDOVA TORRES

**AREIA – PB
FEVEREIRO – 2017**



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

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CRACAÇA DE CORDEIROS
TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVES DE PALMA
FORRAGEIRA**

ALMA VIOLETA CORDOVA TORRES

Médico Veterinário e Zootecnista

**AREIA – PB
FEVEREIRO – 2017**

ALMA VIOLETA CORDOVA TORRES

**DESEMPENHO E CARACTERISTICAS DE CARCAÇA DE
CORDEIROS TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO
NÍVES DE PALMA FORRAGEIRA**

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

Área de concentração: Nutrição Animal

Comitê de Orientação:

Prof. Dr. Roberto Germano Costa - Orientador Principal (CCA/UFPB)

Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes de Medeiros- Coorientador (CCA/UFPB)

Prof. Dr. José Teodorico Araújo Filho – Coorientador (CCA/UFAL)

**AREIA – PB
FEVEREIRO – 2017**

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

T693d Torres, Alma Violeta Cordova.
Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados com dietas
contendo níveis de palma forrageira / Alma Violeta Cordova Torres. - Areia:
UFPB/CCA, 2017.
xvi, 110 f. ; il.

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

Bibliografia.
Orientador: Roberto Germano Costa.

1. Cordeiros – Dieta com palma miúda 2. Carcaça de cordeiros – *Nopalea
cohenillifera* 3. Ovinos Santa Inês – Palma forrageira I. Costa, Roberto Germano
(Orientador) II. Título.

UFPB/CCA

CDU: 636.3(043.2)



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA
UFPB – UFC – UFRPE

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: “Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis de Palma Forrageira”

AUTORA: Alma Violeta Cordova Torres

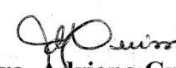
ORIENTADOR: Prof. Dr. Roberto Germano Costa

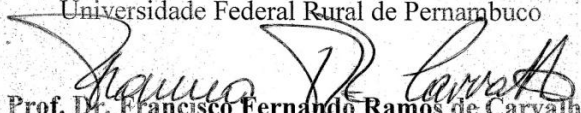
JULGAMENTO

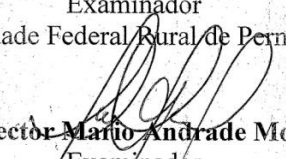
CONCEITO: APROVADO

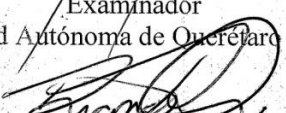
EXAMINADORES:


Prof. Dr. Roberto Germano
Presidente
Universidade Federal da Paraíba


Profa. Dra. Adriana Guim
Examinadora
Universidade Federal Rural de Pernambuco


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


Prof. Dr. Hector Mario Andrade Montemayor
Examinador
Universidad Autónoma de Querétaro – México


Prof. Dr. Ricardo Romão Guerra
Examinador
Universidade Federal da Paraíba

Areia, 16 de fevereiro de 2017

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ALMA VIOLETA CORDOVA TORRES – Filha de Miguel Angel Cordova Rueda e Hortensia Torres Cruz , nasceu na cidade de Querétaro, México, em 29 de junho de 1985. Concluiu o ensino médio no Colégio de Bachilleres “Salvador Allende”, na cidade de Queretaro, em junho de 2003. Ingressou no curso de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidad Autónoma de Querétaro – UAQ em julho de 2003, obtendo o título de Médico Veterinário e Zootecnista em 13 de março de 2009. Ingressou no programa de Pós-Graduação em Recursos Bióticos da Universidad Autónoma de Querétaro em junho de 2008, finalizando suas atividades no referido programa em dezembro de 2010. Em Março de 2013 iniciou suas atividades no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia unidade CCA/UFPB.

*“Há uma força motriz mais poderosa que o vapor, a eletricidade e a energia atômica:
a vontade.”*

— Albert Einstein

Dedico:

Ao Senhor **Deus**, pela infinita graça.

A minha Família, pela compreensão e apoio que sempre me tem dado.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq-TWAS, pela concessão da bolsa de estudos. À Universidade Federal da Paraíba, por me acolher no âmbito da pós-graduação.

Ao Professor Roberto Germano Costa, pelo apoio, ensinamentos e dedicação em nossos trabalhos... Aos professores Ariosvaldo Nunes de Medeiros, José Teodorico Araújo Filho, Severino Gonzaga, por terem acreditado e me acolhido, pela oportunidade e pela grande ajuda que sempre me ofereceram.

A Luana Paula, Anaiane, Alenice, Beatriz, que receberam esta mexicana com toda alegria e sem esperar nada em troca. Sem vocês não teria sido possível chegar até aqui. Mulheres inspiradoras... obrigado pela amizade...A Arianne e sua Família, que me adotaram em Maceió...

A todos os Alunos do curso de zootecnia da UFAL, que incondicionalmente ajudaram, este trabalho é seu também!

Aos professores Francisco Fernando dos Ramos Carvalho, Adriana Guim, Sherlânea Chaves, Ricardo Guerra, pela contribuição importantíssima a minha tese.

A todos que fazem o Centro de Ciências e Agrárias e a equipe do Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal.

Finalmente quero agradecer a minha família, pelo seu grande amor e exemplo, pelo apoio em todos os momentos...

Ao Dr. Héctor Mario Andrade Montemayor, verdadeiro amigo e mestre, que com seu exemplo me incentivou a continuar nesta caminhada.

SUMÁRIO

	Página
<i>Lista de Tabelas</i>	xi
<i>Lista de Figuras</i>	xiii
<i>Resumo Geral</i>	xiv
<i>General Abstract</i>	xvi
 CONSIDERAÇÕES INICIAIS	 18
 Capítulo 1. Referencial teórico. Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis de palma forrageira	
Referencial teórico	20
Referências bibliográficas	30
 Capítulo 2. Desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda como única fonte de água	
Resumo.....	41
Abstract	42
Introdução	43
Material e métodos	44
Resultados e Discussão	49
Conclusões	59
Referências bibliográficas	60
 Capítulo 3. Características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira e restrição de água	
Resumo.....	66
Abstract	67

Introdução	68
Material e métodos	69
Resultados e discussão	74
Conclusões	83
Referências bibliográficas	84

Capítulo 4. Modificações morfométricas ruminais e intestinais em ovinos utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de água

Resumo.....	90
Abstract	91
Introdução	92
Material e métodos	94
Resultados	97
Conclusões	104
Referências bibliográficas	105

Considerações Finais	110
-----------------------------------	------------

LISTA DE TABELAS

Capítulo 2. Desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda como única fonte de água

Tabela 1-	Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais com base na matéria seca	45
Tabela 2-	Composição percentual dos ingredientes e química das dietas experimentais com base na matéria seca.....	45
Tabela 3-	Composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos alimentados com níveis de palma forrageira e restrição de água.....	49
Tabela 4-	Consumo de nutrientes por ovinos alimentados com níveis de palma forrageira e restrição de água.....	53
Tabela 5-	Consumo de água por ovinos alimentados com palma forrageira e restrição de água.....	50
Tabela 6-	Digestibilidade <i>in vitro</i> dos nutrientes em função dos níveis de palma forrageira e da restrição de água.....	57
Tabela 7-	Peso corporal inicial (PCi), final (PCf), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e dias em confinamento (DC) de ovinos alimentados com variedades de palma e restrição de água.....	58

Capítulo 3. Características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com Palma Forrageira e Restrição de água

Tabela 1-	Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais com base na matéria seca.....	70
Tabela 2-	Composição percentual dos ingredientes e química das dietas experimentais com base na matéria seca.....	70
Tabela 3-	Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda e restrição de água.....	75

Tabela 4-	Medidas morfométricas (cm) de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma e restrição de água.....	77
Tabela 5-	Pesos dos cortes comerciais de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira.....	78
Tabela 6-	Peso e rendimento dos constituintes teciduais da perna de ovinos Santa Inês alimentados com palma e restrição de água.....	80
Tabela 7-	Componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de palma miúda e restrição de água.....	81

Capítulo 4. Modificações morfométricas ruminais e intestinais em ovinos utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de água

Tabela 1-	Composição porcentual dos ingredientes nas dietas experimentais em base na matéria seca.....	95
Tabela 2-	Peso inicial (PI) peso final (PF) Ganho de peso diário (GPD), Conversão alimentar (CA), Consumo de Matéria seca (CMS) e Consumo total de água (CTA) de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira.....	98
Tabela 3-	Trato gastrointestinal (TGI), comprimento da papila ruminal (CPR), Largura da papila ruminal (LPR), Área da papila ruminal (APR), Espessura da musculatura ruminal (EMR) e altura da mucosa intestinal, de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira.....	99

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 2. Desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda como única fonte de água

Figura 1-	Consumo total de água (água do alimento + água de bebida + água metabólica) de animais alimentados com níveis de palma miúda.....	55
Figura 2-	Relação água: MS (L/kg MS) de animais alimentados com níveis de palma miúda.....	55
Figura 3	Consumo de MS e consumo total de água de ovinos alimentados com níveis de palma miúda.....	56

Capítulo 4. Modificações morfométricas ruminais e intestinais em ovinos utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de água

Figura 1-	Comprimento das papilas ruminais em função dos níveis de inclusão de palma miúda e a restrição de água de ovinos Santa Inês.....	100
Figura 2-	Medidas morfométricas em relação ao desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de palma forrageira.....	101

**DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE CORDEIROS
TERMINADOS COM DIETAS CONTENDO NÍVEIS DE PALMA
FORRAGEIRA**

RESUMO GERAL

O efeito dos níveis de inclusão de palma miúda (*Nopalea cohenillifera* Salm Dyck) como único aporte hídrico em ovinos Santa Inês sobre o desempenho, características de carcaça, e morfometria histológica do trato gastrointestinal foram analisados. Foram utilizados 42 ovinos Santa Inês (± 100 dias; ± 18.74 kg). Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. O desenho experimental foi arranjo fatorial (3×2) com 3 níveis de inclusão de palma miúda (30%, 50% 70%) em substituição ao feno Tifton, subdividido em dois grupos, com ou sem acesso a água e um tratamento controle. Os animais foram alimentados *ad libitum* até atingir 32 kg (± 1 kg) ou 90 dias em confinamento. Houve interação entre disponibilidade de água e níveis de substituição da palma apenas para o consumo total de água. O consumo de matéria seca diminuiu ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira nas dietas, apresentando menor consumo no nível de 70% de inclusão de palma forrageira na dieta. O consumo de matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro, extrato etéreo e carboidratos totais diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$), observando-se maiores consumos no nível de 30% de inclusão de palma forrageira e o tratamento controle, e o menor consumo com o tratamento 70%. O consumo voluntário de água diminuiu ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira nas dietas, porém o consumo de água através dos alimentos e consumo total água aumentaram com a inclusão de palma forrageira ($P < 0,05$). O ganho de peso diário foi maior para os tratamentos com 30 e 50% de inclusão de palma, com ganhos de 174 e 155 g, respectivamente. Nas características de carcaça, não foi observada interação significativa entre o efeito dos níveis de palma miúda e a restrição de água para nenhuma das variáveis avaliadas das características da carcaça. A influência da inclusão de palma miúda em relação ao tratamento controle foi diferente para as variáveis peso de corpo vazio, conteúdo do trato gastrointestinal, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria, rendimento verdadeiro e o índice de compacidade de carcaça. Não foram observadas diferenças

significativas entre os níveis de inclusão de palma forrageira na dieta, nem da restrição de água sobre os pesos dos cortes comerciais. Foram encontradas diferenças entre os pesos dos cortes do tratamento controle e a utilização de palma forrageira nas dietas, observando-se pesos menores para o tratamento controle. Os pesos da perna reconstituída, o rendimento dos músculos, ossos, gordura, outros tecidos, assim como o índice de musculosidade não foram influenciados pela inclusão de palma miúda nas dietas nem da restrição de água. A inclusão de palma forrageira na dieta teve efeito significativo para o peso do coração, fígado, baço, cabeça e pele em relação aos tratamentos controle. Observou-se maior comprimento de papila ruminal nos tratamentos utilizando palma forrageira. A interação entre água e tratamento teve efeito significativo, observando-se maior comprimento da papila com 70% de palma forrageira e oferta de água; efeito contrário foi observado para o tratamento 30%. A largura da papila ruminal foi maior para o tratamento controle e 70%. Já a espessura da musculatura ruminal aumentou com a adição e maior proporção de palma. A altura da mucosa intestinal diminuiu com o tratamento 70%. A palma forrageira pode ser utilizado com ou sem restrição de água na alimentação de ovinos Santa Inês pois melhoram o desempenho dos animais, as características da carcaça e peso das vísceras, sem modificar os rendimento dos cortes, ademais melhora a morfometria ruminal dos ovinos, sendo recomendada sua utilização

Palavras-chaves: ganho de peso, morfometria ruminal, *Nopalea cohenillifera*, restrição de água

PERFORMANCE AND CARCASS CHARACTERISTICS OF LAMBS FINISHED WITH DIETS CONTAINING LEVELS OF SPINELESS CACTUS

GENERAL ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effect of inclusion levels of *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck, as source water intake in Santa Inês sheep on the performance, carcass characteristics, and histological morphometry of the gastrointestinal tract. Forty two Santa Inês sheep (± 100 days, ± 18.74 kg) were used. The experimental design was a factorial arrangement (3x2) with 3 inclusion levels of spineless cactus (30%, 50% 70%) replacing the Tifton hay and subdivided into two groups, with or without access to water and a treatment control. The animals were fed *ad libitum* until reaching 32 kg (± 1 kg) or 90 days in confinement. There was interaction between water availability and spineless cactus replacement levels only for total water intake. The dry matter intake decreased ($P < 0.05$) with the inclusion of spineless cactus in the diets, presenting a lower intake at the level of 70% forage palm inclusion in the diet. The intake of organic matter, crude protein, neutral detergent fiber, etheral extract and total carbohydrates differed between treatments ($P < 0.05$), with higher intakes at the 30% forage spineless cactus inclusion level and the control treatment, and the lowest intake with the 70% treatment. Voluntary water intake decreased ($P < 0.05$) with inclusion of spineless cactus in diets, but water intake through food and total water intake increased with inclusion of spineless cactus ($P < 0.05$). The daily weight gain was higher for treatments with 30 and 50% of spineless cactus, with gains of 174 and 155 g, respectively. In the carcass characteristics, no significant interaction between the effect of spineless cactus and water restriction was observed for any of the evaluated variables of the carcass characteristics. The influence of the inclusion of spineless cactus relative to the control treatment was different for variables: empty body weight, gastrointestinal tract content, hot carcass weight, cold carcass weight, true yield and carcass compactness index. There were no significant differences between spineless cactus in the diet for commercial cuts. There was no significant difference of the water restriction on the weights of commercial cuts. Differences were found between the control treatment and the use of spineless cactus in the diets, observing smaller weights for the control

treatment. Reconstituted leg weights, muscle yield, bone, fat, other tissues, and leg muscularity index were not influenced by the inclusion of spineless cactus in diets nor by water restriction. The inclusion of forage spineless cactus in the diet has a significant effect on the weight of the heart, liver, spleen, head and skin in relation to the treatment. It was observed a greater length of ruminal papilla in the treatments using spineless cactus. The interaction between water and treatment had a significant effect, observing a higher papilla length with 70% of spineless cactus and water supply, and the opposite effect was observed for the 30% treatment. The width of the ruminal papilla was greater for the control treatment and 70%. The thickness of the ruminal musculature increased with the addition and greater proportion of the spineless cactus. The height of the intestinal mucosa decreased with 70% treatment. The spineless cactus can be used with or without water restriction in feed of Santa Inês sheep since it improve the performance of the animals, the characteristics of the carcass and viscera weight, without modifying the yield of the cuts, in addition it improves the ruminal morphometry of the sheep, being recommended its use

Keywords: *Nopalea cochenillifera*, ruminal morphometry ,water restriction, weight gain.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura desponta como uma atividade em constante crescimento e busca por melhoras na produção que lhe confira estabilidade e rentabilidade, principalmente durante épocas de escassez de água e alimentos, como até os dias de hoje acontece no semiárido brasileiro. A expansão do mercado de carne de pequenos ruminantes obrigou os ovinocultores a produzir carne com melhores características físicas e nutricionais ao longo do ano, mesmo em épocas de estiagens prolongadas e diminuição de aporte forrageiro.

Em regiões de clima quente, com as mudanças climáticas e baixo índice pluviométrico, a busca por água e forragem é um desafio. Em muitos casos, principalmente para os pequenos produtores torna um entrave econômico, pois precisam ofertar alimento de boa qualidade e economizar água tanto para produção tanto para as necessidades de casa.

Dessa forma, a palma forrageira apresenta-se como uma alternativa para o fornecimento de nutrientes e água de excelente qualidade, pelas suas características fisiológicas adaptadas á ambientes áridos e semiáridos. Neste contexto, o presente trabalho foi realizado para avaliar a palma forrageira como alternativa alimentícia e como única fonte de água para animais em produção. Níveis crescentes de inclusão de palma forrageira foram utilizados, com a finalidade de propor o nível ótimo do seu uso como fonte exclusiva de água, assim como o seu efeito no desempenho, características de carcaça e morfologia do trato gastrointestinal.

CAPÍTULO I

REFERENCIAL TEÓRICO

Desempenho e características de carcaça de cordeiros terminados com dietas contendo níveis de palma forrageira

REFERECIAL TEÓRICO

Segundo a Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO, 2015), o rebanho mundial de ovinos foi estimado em 1,2 bilhões de animais, dos quais 17.614.454 encontram-se no Brasil, (IBGE, 2014). O maior efetivo de ovinos do Brasil encontra-se na região nordeste, com 57.5% do total nacional, que tem como finalidade a produção de carne (IBGE, 2014), e representam as maiores fontes de proteína do agricultor, assim como dos habitantes de pequenas cidades do Nordeste brasileiro. Contudo, a produção extensiva destes animais é de baixo rendimento, devido principalmente às carências de alimento em quantidade e qualidade (NOGUEIRA et al., 2010).

Diversos problemas nas propriedades interferem na produtividade do rebanho. De acordo com Pinheiro et al. (2000), os sistemas de produção de caprinos e ovinos na região têm se caracterizado por baixos índices produtivos, decorrentes, principalmente, de práticas inadequadas de manejo, más condições sanitárias, baixa capacidade de investimento e absorção tecnológica e irregularidades na disponibilidade anual de alimentos.

Uma das grandes limitantes na produção é a alimentação, que é responsável por grande parte dos custos (60-70%); deste modo, é necessário que haja estratégias de alimentação para que os custos sejam reduzidos (NETO et al., 2011). Para diminuir os efeitos da estação seca na produção de pequenos ruminantes, é também necessário implementar estratégias de suplementação usando alimentos disponíveis na região com características nutricionais adequadas, principalmente com alimentos que sejam produzidos na época de escassez de outros alimentos.

A utilização de alimentos regionais alternativos (coprodutos ou subprodutos) da agroindústria, oriundos da lavoura de grãos, da fruticultura e de empresas processadoras de frutas, e de indústrias de biocombustíveis (álcool e principalmente de biodiesel) na alimentação de ruminantes vem sendo amplamente estudada em distintos aspectos (valor nutritivo e digestibilidade dos alimentos), bem como o desempenho (consumo, ganho de peso e conversão alimentar), parâmetros ruminais e sanguíneos dos animais, a

produção e qualidade da carne ou do leite, e a viabilidade econômica deste uso (OLIVEIRA et al., 2011).

Uma das estratégias na alimentação mais utilizadas no semiárido é o uso de palma forrageira, devido a sua grande capacidade de resistência às secas, assim como sua produtividade; além disso, é usada como um bom recurso de água e energia; ainda que apresente boas características se tem que considerar o baixo teor de proteína (4,5 – 7,0%). Este teor baixo de proteína pode ser suplementado com outra fonte protéica de baixo custo, como a uréia (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011).

A palma forrageira

A palma forrageira é um alimento succulento, rico em mucilagem e carboidratos solúveis (29,1- 59% na MS) (SANTOs et al., 2006), possui um alto coeficiente de digestibilidade da MS (6,4%), resultando em maior produção de ácidos graxos voláteis (AGV) e maior proporção de propionato no rúmen de ovinos (BEM SALEM et al., 1996); permitindo um aumento na disponibilidade de glicose (CERRILLO & JUAREZ, 2004). Suas desvantagens são a baixa matéria seca (MS) (7%) e proteína bruta (PB) (3%). No entanto, a proporção de lignina é reduzida de 4,4%, e apresentam um elevado conteúdo mineral (22%) (CERRILLO & JUAREZ, 2004;. CERRILLO et al., 2006; RAMIREZ et al., 2000; RAMIREZ et al., 2001; BEM SALEM, 2010; ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011).

Na produção pecuária tem sido usado, a palma forrageira *Opuntia* ssp e *Nopalea* ssp como volumoso em diversos sistemas de produção, sendo considerada uma fonte rica em carboidratos não fibrosos e de nutrientes digestíveis totais, o que favorece uma melhor produção de energia para o animal. Neste sentido, a palma tem sido utilizada em substituição a alimentos como o milho ou concentrados energéticos.

Os distintos níveis de substituição testados vão desde 20 até 100% de palma na dieta com resultados favoráveis no ganho de peso, desempenho animal e produção de leite (MELO et al., 2003; TEGEGNE et al., 2007; CAVALCANTI et al., 2008; PINTO et al., 2010, COSTA et al., 2012^a). Contudo, quando utilizada como alimento exclusivo, pode resultar em baixas produções de leite, redução do teor de gordura, além de desenvolver distúrbios metabólicos nos animais, principalmente diarreia, devido ao baixo conteúdo em fibra (BELTRÃO FILHO, 2008).

A palma forrageira tem sido considerada como “Banco de vida”, já que contribui como bom recurso de água para animais e humanos nas zonas com escassez de água (BEM SALEM & SMITH, 2010). Na alimentação animal se tem avaliado o efeito de consumo de água através da palma forrageira, onde diversos estudos têm observado diminuição no consumo de água de bebida conforme os níveis de palma na dieta de caprinos (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; COSTA et al., 2009) e ovinos (BISPO et al., 2007 ; COSTA et al., 2012^b; GEBREMARIAM et al., 2006) incrementam.

Recursos de água

A água pode ser obtida pelos animais de três formas. A principal forma é a de bebida; depois, é a água no alimento (principalmente alimentos muito úmidos, entre os quais se encontram alimentos suculentos (ARAÚJO et al., 2010^a). E a terceira é a metabólica, esta última é formada durante a oxidação de nutrientes da dieta e no catabolismo do tecido corporal. (CSIRO, 2007.). A água metabólica é muito importante para economia do animal, ainda que sua contribuição seja pouca relativamente. O catabolismo de um quilograma de gordura, carboidratos, ou proteína produz aproximadamente 1,1; 0,5 e 0,4 litros de água. Portanto um animal que consome 4,5kg de matéria seca (MS) por dia, ganha 1,5 litros de água no processo do catabolismo, no entanto, para ganhar a mesma quantidade no catabolismo das reservas corporais, o animal precisaria degradar 1,5 kg de gordura ou 2 kg de proteína. Misra & Sigh (2002), em ovinos das raças Sirohi, Marawi e Kutchi, observaram que a privação de água de bebida não afetou o consumo de água através dos alimentos e a produção de água metabólica.

Fatores que afetam o consumo de água

O consumo de água, segundo a NRC (2007), teoriza que sob condição padrão o consumo de água está mais relacionada com o metabolismo energético, mais do que com o consumo MS. Assim, a relação entre o consumo de água voluntária ou a exigência total de água tem que ser a adequada em relação ao consumo de energia digestível ou metabolizável (ARAÚJO et al., 2010^a).

A relação entre o consumo de matéria seca e água em pequenos ruminantes há sido reportada em numerosos trabalhos e se tem observado que existe uma relação positiva. Aganga et al (1990) observaram que uma diminuição no consumo de água reduz o consumo de matéria seca em ovinos. Mousa e Elkalifa (1992) observaram o mesmo efeito em cordeiros da raça Sudan, e explicam que este comportamento é esperado, pois a água é necessária para um trânsito normal de alimento no trato gastrointestinal. Alamer e Al-hozab (2004) avaliaram o efeito da privação de água em ovinos de raças Awassi e Najdi, que são raças especializadas ao deserto, e observaram que o consumo de alimento é afetado pelo consumo de água. Este mesmo efeito na relação entre a matéria seca e consumo de água foi observado por Hamadeh et al. (2006), em ovinos, Abioja et al. (2010), em caprinos e Kume et al. (2010), em bovinos leiteiros. No entanto, Casamassima et al. (2008) não observaram diferenças no consumo de alimento entre animais com ou sem restrição de água.

Em relação ao consumo de energia Ferreira et al. (2002), comparando o consumo de água entre ovinos e caprinos observou menor consumo de água em animais alimentados com maiores níveis de energia, no entanto, Ribeiro et al. (2006) observaram em caprinos da raça Caninde e Moxotó maior consumo de água com dietas altas em energia.

Por outro lado, o consumo de alimento também tem efeito no consumo de água. Teixeira et al. (2006) avaliaram este efeito em caprinos, onde observaram que o maior consumo de água e consumo de água por grama de MS foram maiores em animais alimentados com 60% de restrição, e explica este aumento no consumo de água como um mecanismo comportamental para causar distensão ruminal e estimular os mecanorreceptores e alçando assim o estado de saciedade.

Temperatura ambiental

A temperatura ambiente tem um papel muito importante no consumo de água dos animais, principalmente em temperaturas altas, onde as exigências de água vão ser maiores, pois a demanda de água para evaporação cutânea e esfriamento do animal vai ser maior (NRC, 2007). Luke (1987), citado em ARAÚJO et al. (2010^a) descreveu um incremento linear no consumo de água em relação ao aumento de temperatura. Alamer e Al-hozab (2004) observaram que durante a temporada com maiores temperaturas, os

animais consumiram mais água, o que é explicado pela maior perda desta por evaporação, aumentando de 6 litros de água durante o inverno a 9 litros durante o verão em raças especializadas a zonas áridas.

Espécie e raça

Os pequenos ruminantes, de forma geral, tem sido selecionados para sua produção em zonas com baixa quantidade de água. As exigências destes animais são menores em comparação de grandes ruminantes (NRC, 2007). Raças de pequenos ruminantes adaptadas a ambientes desérticos mostram melhor capacidade na utilização de água e diminuem os efeitos negativos do estresse induzido pela falta de água. Silanikove (1989) avaliou caprinos de deserto (Beduinos) e de zonas temperadas (Saanen) observando diferenças no consumo de água de 53,5 ml por quilograma de alfafa consumida para a raça beduína e 74,6 ml para a raça Saanen. Hassan (1989) observou melhores respostas adaptativas em cabras da raça Baladi em comparação com a raça Anglo-Nubia. Em trabalhos com ovinos, Alamer e Al-hozab (2004) observaram que as melhores respostas foram encontradas em ovinos da raça Najdi em comparação com a raça Awassi. As diferenças entre espécies também foram avaliadas, Mousa e Elkalifa (1992) observaram melhor comportamento adaptativo em caprinos do que em ovinos; de acordo com Ferreira et al. (2002), ovinos da raça Merino Mutton consomem 48% mais água em comparação com caprinos da raça Boer.

Idade e estado fisiológico

Quanto a idade do animal, Aganga, 1992, citado em Araújo, (2010^b) relata que animais mais velhos consomem maior quantidade de água em comparação com os mais jovens, isto em virtude do maior tamanho corporal e portanto maiores exigências de água.

O estado fisiológico tem um papel muito importante. Segundo o NRC (2007), durante o período de gestação o consumo de água incrementa 126% do primeiro ao 5 mês e de 30 a 136% por do terceiro ao quinto mês de gestação em ovinos. Aganga et al. (1990) avaliaram o desempenho de ovinos da raça Yankasa em animais não gestantes, em gestação e lactantes com restrição de água em períodos intermitentes, observando que animais em lactação consomem maior quantidade de água em comparação com

animais em gestação ou não gestantes. Hamadeh et al. (2006) avaliaram as respostas fisiológicas em ovelhas em lactação e sem lactação com restrição de água, observando-se maior perda de peso corporal em animais em lactação, devido em parte à restrição de água e a maior demanda de energia, particularmente das ovelhas lactantes.

Tipo de dieta

A composição da dieta é um fator determinante no consumo de água, pois todos os alimentos podem oferecer uma boa quantidade de água, principalmente alimentos muito úmidos, entre os quais se encontram alimentos suculentos (ARAÚJO et al., 2010^a). A relação entre água e consumo de alimento nas condições do semiárido pode ser o grande fator do baixo desempenho dos animais. Na ausência de pontos de água, o animal utiliza mais tempo e energia em procurar outras fontes de água (BEN SALEM & SMITH, 2008). A obtenção de água pelos animais silvestres e animais do deserto é principalmente pelos alimentos verdes que consomem (ESPINO & FUENTES, 2005) e por tanto, nas temporadas de seca quando as plantas verdes são escassas, pode-se observar uma diminuição na condição corporal dos animais.

Em relação ao comportamento ingestivo de água por caprinos e ovinos, Souza et al. (2010) comparando feno e silagem de maniçoba, observaram que os animais que os animais que consumiram alimento seco (feno) ruminaram por mais tempo; no entanto, os animais alimentados com silagem de maniçoba urinaram mais vezes ao dia, que o 66% de água consumida por estes animais era proveniente do alimento, e que portanto, a água consumida do silagem era suficiente para atender as exigências de água tanto em ovinos como em caprinos.

Em condições do semiárido, Misra e Sigh (2002) trabalharam com as raças caprinas Sirohi, Marawi e Kutchi em restrição de água, onde observaram que por um período de 48 horas de privação de água não se viu afetado o consumo de matéria seca, nem a digestibilidade dos nutrientes. Ben Salem et al. (2002), trabalhando com ovinos alimentados com *Acaciacyanophylla* e suplementados com palma, cevada, ou *Atriplexnummularia*, observaram diminuição no consumo de água, reduzindo de 1,2 kg por dia suplementados com cevada para 0,6 kg por dia quando alimentados com palma forrageira. Trabalhando com erva-sal (*Atriplexnummularia*), Tosto et al. (2010) avaliaram o consumo de água, observando-se que o aumento na inclusão de feno de

erva-sal nas dietas elevou linearmente o consumo de água de bebida, isto devido a seu alto conteúdo de sal, mas a água contida nos outros alimentos pode neutralizar os efeitos.

Na alimentação animal se tem avaliado o efeito de consumo de água através da palma forrageira. Gebremariam et al. (2006), em ovinos alimentados palma forrageira em substituição de palha, com níveis de 150, 350 e 450 g matéria seca de palma, observaram redução no consumo de água de bebida conforme os níveis de palma incrementavam. Bispo et al. (2007) observaram diminuição no consumo de água diretamente do bebedouro quando foi substituído capim-elefante por palma forrageira em ovinos. Mesmo efeito de diminuição no consumo de água de bebida quando oferecida a dieta com palma forrageira. O mesmo efeito foi observado por Tegegne et al. (2007), (1226 mL água/dia sem palma vs 6mL/dia com 80 % de palma na dieta), Costa et al. (2012^b) (4,9 kg água/dia sem palma vs 2,3 kg água/dia), e Andrade-Montemayor et al. (2011) com caprinos observaram o mesmo efeito (113 mL/kg PV^{0,75} sem palma vs 97 mL/kg PV^{0,75} com 20 % de palma na dieta).

A alimentação com palma forrageira pode ter alguns desvantagens, entre os quais podem se mencionar a produção de fezes muito úmidas, provavelmente provocado por um efeito laxante da palma. De Waal et al. (2006) avaliaram palma desidratada com ovinos da raça Dorper, encontrando que a produção de fezes líquidas é devido à alta quantidade de mucilagem presente na palma; o mesmo efeito foi encontrado por Menezes et al. (2010), com dietas similares com ovinos Dorper.

Respostas fisiológicas à restrição de água

A disponibilidade de água em regiões áridas e semiáridas muitas vezes é uma limitante na produção pecuária, principalmente durante o período seco, onde os animais tem pouco acesso à fontes de água e o forragem apresenta um baixo teor de umidade e baixa qualidade nutricional (ARAÚJO et al. , 2010^a); ainda assim, existem muitos animais que logram sobreviver e em muitos casos continuar com a reprodução e produção de carne e leite, isto é possível à adaptação fisiológica destes animais.

Tem-se observado que a restrição de água induz perda de peso, hemoconcentração, incremento na proteína sérica, ureia, creatina, colesterol e eletrólitos em muitas raças de ovinos e caprinos. Hassan (1989), estudando as respostas

fisiológicas em caprinos da raça e Anglo-Nubia, animais sem padrão racial e animais da raça Baladi assim como seus cruzamentos sob restrição hídrica, observou que os animais perderam 16,6; 9,2 e 10,9% do seu peso corporal, respectivamente, atribuído a diminuição de água e consumo de alimento. A raça Bedouin perde 2% do seu peso, no entanto em algumas raças de vacas se tem perdas de 8% e em ovinos da raça Merino de 4-5%, já os camelos têm perdas de aproximadamente 2% por dia. Isto coloca a raça Baladi em uma categoria muito similar com a raça Bedouin e camelos em relação à eficiência no uso da água. Em relação a outros parâmetros fisiológicos, encontraram que a raça Baladi e seus cruzamentos apresentaram menor temperatura retal, aumento na taxa de respiração, e os análises sanguíneos amostraram hemoconcentração que explica a boa adaptação que tem estes animais.

Avaliando as respostas fisiológicas à privação de água nos distintos estados fisiológicos, Aganga et al. (1990) observaram que com a diminuição de água, os animais apresentaram diminuição no consumo de matéria seca, ruminação, taxa respiratória e incremento na temperatura retal, outros mecanismos encontrados pelos animais foram fezes mas secas, e redução na produção de urina, em quanto a produção de leite foi diminuída e mais concentrada. A privação de água também afetou parâmetros reprodutivos, pois se observaram nascimento de crias com baixo peso, assim como um incremento no número de abortos.

Avaliando o efeito da privação de água no peso corporal e termoregulação em ovelhas da raça Awassi e Nadji em Arábia Saudita, Alamer e AL-hozab (2004) observaram que durante as temporadas com maior temperatura ambiental, as taxas de respiração foram reduzidas, e a taxa de sudoração foi diminuída quando os animais se encontravam em restrição hídrica, com os melhores resultados para a raça Awassi, concluindo que esta raça apresenta melhor capacidade de adaptação aos períodos secos. Hamadeh et al. (2006), estudando com ovinos Awassi com e sem produção de leite, com restrição de água, onde não encontraram diferenças significativas entre os dois estados fisiológicos, que apresentaram hemoconcentração, com aumento no pH, Na e Cl foram significativamente maiores em restrição de água.

Avaliando o efeito da restrição de água no desempenho animal e os parâmetros sanguíneos de pequenos ruminantes, Casamassima et al. (2008) trabalharam com ovinos da raça Comisana, onde não observaram efeitos negativos entre o consumo de água e o

consumo de alimento, isto devido a que os ruminantes podem acumular água de acordo com seus mecanismos de reserva; a quantidade e qualidade do leite também não foi influenciado pela falta de água e sim pela temperatura ambiental; os parâmetros sanguíneos, como glicose e concentrações de cálcio foram constantes, e explica que a hemoconcentração encontrada nos animais é um fenômeno que resulta do baixo nível de água em sangue.

Efeito no consumo de alimento e digestibilidade dos nutrientes

Em relação a restrição de água, Silanikove (1992) menciona que a desidratação, em todos os tipos de ruminantes, incrementa a digestibilidade dos nutrientes, e que este aumento pode estar associado com o tempo de retenção das partículas materiais e dos líquidos no rúmen e ao longo do intestino. Nejad et al. (2014) observaram incremento a digestibilidade de nutrientes em ovinos com diferentes níveis de restrição. No entanto, Hadjigeorgiou et al. (2000), em ovinos, e Misra e Singh (2002) não observaram diferenças na digestibilidade dos nutrientes quando a água foi restrita em diferentes períodos.

Morfologia ruminal

O trato gastrointestinal constitui a primeira barreira do metabolismo de nutrientes no animal. O epitélio é responsável por diversas funções importantes, incluindo a absorção e transporte de nutrientes, assim como o metabolismo de ácidos graxos (BALDWIN et al., 2004; WANG et al., 2009). Estas atividades estão relacionadas com o desenvolvimento das papilas ruminais e vilosidades. O desenvolvimento do epitélio ruminal é crucial para a utilização de nutrientes (WANG et al., 2009), uma vez que diversos estudos tem mostrado que o desenvolvimento do rúmen está associado ao tipo de alimento e à produção de ácidos graxos voláteis (AGV's) que estes alimentos produzem (COSTA et al., 2008; WILSON et al., 2012; ZITNAN, et al., 2005).

Entre os ácidos graxos voláteis, o butirato e propionato são considerados como estimuladores do crescimento do epitélio ruminal (COSTA et al., 2008; MALHI et al., 2013; PENNER et al., 2014; WILSON et al., 2012), ao mesmo tempo, acumulação excessiva destes AGV's pode causar lesões no epitélio (ALVAREZ- RODRÍGUEZ et

al., 2012; COSTA et al., 2008; STEELE et al., 2009, STEELE et al., 2012) . De forma geral, dietas ricas em carboidratos não estruturais incrementam a taxa de fermentação, levando a acumulação de ácidos graxos, diminuindo o pH ruminal, provocando assim, danos no epitélio ruminal (ODONGO et al., 2006; STEELE et al., 2009; WANG et al., 2009).

Uma vez que a absorção dos ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen é realizada pelas papilas ruminais e o aumento de tais estruturas aumenta a capacidade absorptiva desse órgão, a busca pelo desenvolvimento papilar buscando a máxima utilização de nutrientes, por intermédio da manipulação da alimentação, é um fator determinante no estabelecimento de pesquisas, tornando-se um dos pilares na nutrição de ruminantes. Conforme Shen et al. (2012), ovinos inicialmente alimentados com dietas com baixo teor de energia e, ou baixo teor de concentrados na dieta, sofrem alterações na mucosa ruminal, sobretudo no tamanho das papilas, em adaptação a mudanças nos parâmetros ruminais, como pH, concentração de ácidos graxos e pressão osmótica.

Estudos feitos em ovinos (BISPO et al., 2007; PINOS- RODRÍGUEZ et al., 2007) têm demonstrado que ao se alimentar com palma forrageira há uma queda de pH 4 e 6 horas após alimentação. Em animais alimentados com dietas crescentes de palma; este efeito pode ser explicado primeiro pelo tipo de carboidratos contidos na palma, os quais são de rápida digestão, aumentando a atividade microbiana e a concentração de AGV; por outro lado, as características físico-químicas da mucilagem levam a produção de timpanismo espumoso, reduzindo assim a absorção de ácidos graxos e como resultado acidificação do ambiente ruminal. No entanto, Abidi et al. (2009) em avaliações *in vitro* de duas espécies de palma forrageira e Lima (2014), avaliando três espécies de palma na dieta de caprinos não observaram diferenças no pH após 4 horas. Em relação à produção dos ácidos graxos voláteis em animais alimentados com palma forrageira, Ben Salem et al. (1996) reportaram que o total de AGV produzidos incrementou, principalmente, as proporções de propionato e butirato. Misra et al. (2006) observaram que as concentrações de acetato e butirato foram menores, e propionato em maiores concentrações, alcançando pico de produção 3 horas após alimentação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIDI, S. et al. Ruminal fermentation of spiny (*Opuntia amyclae*) and spineless (*Opuntia ficusindica* f. *inermis*) cactus cladodes and diets including cactus. *Animal Feed Science and Technology*, v. 149, p.333-340, 2009. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2008.06.006>

ABIOJA, M.O. et al. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n. 226, p. 195-203, 2010.

AGANGA, A.A. et al. Response to water deprivation by Yankasa Ewes under different physiological states. **Small Ruminant Research**, v. 3, n. 2, p. 109-115, 1990. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488\(90\)90086-L](http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488(90)90086-L)

ALAMER, M; AL-HOZAB, A. Effect of water deprivation and season on feed intake, body weight and thermoregulation in Awassi and Najdi sheep breeds in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, v.59, p. 71-84, 2004. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.003>

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, J. et al. Rumen fermentation and histology in light lambs as affected by forage supply and lactation length. **Research in Veterinary Science**, n.92, p. 247–253, 2012. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.03.010>

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, [s.l.], v. 98, n. 1-3, p.83-92, jun. 2011. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>.

ARAÚJO^a, G. G. L. de et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 39, p.326-336, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010001300036>.

ARAÚJO^b, G. G. L. et al. A água nos sistemas de produção de caprinos e ovinos, 2010. Disponível em: http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916896/1/03Aagua_nos_sistemas_de_producao_de_caprinos_e_ovinos.pdf.

BALDWIN, R.L. et al. Rumen Development, Intestinal Growth and hepatic metabolism in the pre- and postweanling ruminant. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.55-65. (E. supplement). 2004. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70061-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70061-2)

BELTRÃO FILHO, E.M. **Produção, composição química, perfil sensorial e de voláteis do leite de cabras alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* L. Miller) em substituição ao milho**. 2008. 90 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2008.

BEN SALEM, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Animal Science*, v. 62, n. 2, p. 293–299, 01 abr. 1996. Cambridge University Press (CUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s1357729800014600>.

BEN SALEM, H., et al. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. Foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus indica* f. *inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.96, p.15-30. 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401\(01\)00338-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0377-8401(01)00338-8)

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 39, supl. spe, p. 337-347, Julho 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-3598201000130003>

BEN SALEM, H, SMITH, T. 2008. Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, p.174-194. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.008>

BISPO,S.V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909. 2007.

CASAMASSIMA, D. et al. Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in Comisana sheep reared under intensive condition. **Small Ruminant Research**, v.78, p.169-175. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.014>

CAVALCANTI, C.V.A. et al. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.689-693, 2008.

CERRILLO M.A; JUÁREZ R.A.S. In vitro gas production parameters in cacti and tree species commonly consumed by grazing goats in a semiarid region of North Mexico. **Livestock Research for Rural Development**. v.16, n.4 2004. Disponível em: <http://www.lrrd.org/lrrd16/4/cerr16021.htm> janeiro, 2017.

CERRILLO, M.A. et al. Nutrient content, intake and in vitro gas production of diets by Spanish goats browsing a thorn shrubland in North Mexico. **Small Ruminant**

Research, v.66, p.76-84, 2006. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.07.025>

COSTA, S.F. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia.**, v.60, n.1, p.1-9, 2008.

COSTA, R.G. et al. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia fícus indica*) in the diet of dairy goats and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**. v.82, p.62-65, 2009. DOI:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2009.01.004>

COSTA, R.G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntiafícusindica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, p.13– 17, 2012^a. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.012>

COSTA, R.G. et al. Consumo de água de ovinos alimentados com diferentes de nopal (*Opuntia fícus indica*) em Brasil. **Archivos de . Zootecnia**, v.61 n.234, p.301-304, 2012^b. Universidad de Córdoba, España.

CSIRO. 2007. Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.

DE WAAL, H. O., et al. Wet faeces by sheep fed dried spinless cactus pear cladodes in balanced diets. **South African Journal of Animal Science**, v.36 n.5, p.10-13, 2006. SciElo, South Africa. DOI: <http://dx.doi.org/10.4314/sajas.v36i5.4076>

ESPINO, O.A.V.; FUENTES, M.M.M. . Agua de origen vegetal para el venado cola blanca mexicano. **Archivos de Zootecnia**, v.54, n.206, p.191-196, 2005. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49520712>

FAO - Food and Agriculture Organization. **FAOSTAT – FAO Statistics Division/ProdSTAT: livestock (primary and processed)**. Disponível em: <<http://faostat.fao.org>> Acesso em: janeiro, 2017

FERREIRA, A.V. et al. Water intake of boer goats and mutton merinos receiving either a low or high energy feedlot diet. **Small Ruminant Research**, v.43, p.245-248, 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00008-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00008-1)

GEBREMARIAM, T; et al. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p. 42–51, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.02.003>

HADJIGEORGIOU, I. et al. The effect of water availability on feed intake and digestion in sheep. **Small Ruminant Research**, v.37, n.1, p.147-150 2000. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.02.003>

HAMADEH S.K. et al. Physiological responses to water restriction in dry and lactating Awassi ewes. **Livestock Science**, v.101, p. 101– 109, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livprodsci.2005.09.016>

HASSAN, GEA. 1989. Physiological responses of Anglo-Nubian and Baladi goats and their crossbreeds to water deprivation under sub-tropical conditions. **Livestock Production Science**, v.22, p.295-304, 1989. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0301-6226\(89\)90062-6](http://dx.doi.org/10.1016/0301-6226(89)90062-6)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE (2014) **Pesquisa Pecuária Municipal**. Disponível em: <www.ibge.gov.br> Acesso em: janeiro, 2017.

KUME,S. et al. Evaluation of drinking water intake, feed water intake and total water intake in dry and lactating cows fed silages. **Livestock Science**, v.128, p.46-51, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2009.10.012>

LIMA, M.M. **Desempenho de cabras em lactação alimentadas com variedades de palma forrageira resistente à cochonilha do carmim**. 2014. 50 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Mestrado em Zootecnia, Centro de Ciencias Agrarias, Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2014.

MALHI, M. et al. Increases papillae growth and enhanced short-chain fatty acid absorption in the rumen of goats are associated with transient increases in cyclin D1 expression after ruminal butyrate infusion. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.12,p.7603-7616, 2013. DOI: <http://dx.doi.org/10.3168/jds.2013-6700>

MELO, A. A. S. de, et al. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia.**, 32: 727-736, 2003.

MENEZES, C.M.D. et al. Effects of sun dried *Opuntiafícusindica* on feed and water intake and excretiom of urine and feaces by Dorper sheep. **South African Journal of Animal Science**, v.40, n.5 suplement I. p.491-494, 2010.

MISRA,A.K; SINGH, K. Effect of water deprivation on dry matter intake, nutrient utilization and metabolic water production in goats under semi-arid zone of India ,

Small Ruminant Research, v.46, n.2-3, p.159-165, 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00187-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00187-6)

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

MOUSA, H.M, ELKALIFA, M.Y; 1992. Effects of water deprivation on dry matter intake, dry matter digestibility, and nitrogen retention in Sudan desert lambs and kids. **Small Ruminant Research**, v.6, n.4, p.311-316, 1992. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488\(91\)90138-G](http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488(91)90138-G)

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants animals: Sheep, goats, cervids, and New World camelids/Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, D.c: Board On Agriculture And Natural Resources. Division On Earth And Life Studies, 2007. 362 p.

NEIVA, G.S., et al. Mucous membrane of the rumen of ovine, fed with spineless forage cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill): histochemical study by means of light microscopy. **International Journal of Morphology**, v.24, n.4, p.723-728, 2006.

NEJAD, J.G. et al. Effects of water restriction after feeding during heat stress on nutrient digestibility, nitrogen balance, blood profile and characteristics in Corriedale ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v.193, n.1-8, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.03.011>

NETO, T.Q. et al. Caracterização da caprino-ovinocultura de corte de produtores De Jussara e Valente, BA. **Revista Caatinga**, v.24 n.2, p.165-173, Mossoró, Brasil, 2011.

NOGUEIRA, N.W. et al. Alternativas alimentares para ovinos e caprinos no semiárido Brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.5, n. 2, p. 05-12, Mossoró, Brasil. 2010

ODONGO, N.E. et al. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid– base balance and rumen tissue histology in lambs. **Journal of Animal Science**, v.84, n.2 p.447–455, 2006. DOI:10.2527/2006.842447x

OLIVEIRA, A.S.C. et al. A palma forrageira: alternativa para o semiárido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.6, n.3, p.49-58, 2011.

PENNER, G.B. et al. Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. Ruminant nutrition symposium. **Journal of Animal Science**, v.89, p.108-1119, 2014.

PINHEIRO, R.R. et al. Aspectos epidemiológicos da caprinocultura cearense. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.5, p.534-543, 2000.

PINOS-RODRÍGUEZ, J.M. et al. Evaluation of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) as forage in a high concentrate total mixed ration on finishing lambs. **Journal of Applied Animal Research**, v.32, n.2, p.161-164, 2007.

PINTO, T.F. et al. **Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* MILL) em substituição ao milho sobre o rendimento dos cortes comerciais e sobre os componentes comestíveis não constituintes da carcaça de cordeiros Santa Inês em confinamento.** 47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 27 a 30 de julho de 2010 Salvador – BA

RAMIREZ, R. G. et al. Ruminal digestión characteristics and effective degradability of cell wall of browse species from northeastern Mexico. **Small Ruminant Research**, v.36, p. 49-55, 2000. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(99\)00113-3](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(99)00113-3)

RAMIREZ, R. G., et al. A. Seasonal variation on macro and trace mineral contents in 14 browse species that grow in northeastern Mexico. **Small Ruminant Research**, v.39, p.153-159, 2001. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00184-X](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00184-X)

RIBEIRO, V.L.R. et al. Ingestive behavior of Moxoto and Caninde goats submitted to *ad libitum* and restricted feeding. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 28, n. 3, p. 331-337, 2006.

SANTOS, D. C. et al. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SHEN, Z.; MARTENS, H.; SCHWEIGEL-RÖNTGEN, M. Na⁺ transport across rumen epithelium of hay-fed sheep is acutely stimulated by the peptide IGF-1 in vitro. **Experimental physiology**, v.97, n.4, p.497-505, 2012.

SILANIKOVE, N. Interrelationships between water, food and digestible energy intake in desert and temperate goats. **Appetite**, v.12, p.163-170, 1989.

SOUZA, E.J.O. et al. Comportamento ingestivo e ingestão de água em caprinos e ovinos alimentados com feno e silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de Saude e Produção animal**, v.11, n.4, p.1056-1067, 2010.

STEELE, M.A. et al. Ruminal acidosis and the rapid onset of ruminal parakeratosis in a mature dairy cow: a case report. **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.51, p.39, 2009.

STEELE, M.A. et al. An increase in dietary non-structural carbohydrates alters the structure and metabolism of the rumen epithelium in lambs. **Canadian Journal of Animal Science**. v.92, n.2, p. 123-130, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1139/CJAS2011-095>

TEGEGNE, F.;KIJORA, C.;PETERSK. J. Study on the optimal level of cactus pear (opuntiaficus-indica) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v.72, p.157–164, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>

TEIXEIRA, I.A.M.A. et al. Water balance in goats subjected to feed restriction. **Small Ruminant Research**, v.63, n.1-3, p.20-27, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2005.01.008>

TOSTO, M.L; ARAÚJO, G.G.L.; PEREIRA, L.G.R. **Balanço hídrico de carpinos ½ sangue Boer alimentados com feno de erva-sal, palma forrageira e concentrado**. Em REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2010. Salvador. Anais... Salvador. Sociedade brasileira de zootecnia, 2010.

WANG, Y. H.et al. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. **Livestock Science**, n.122, p.48–52, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.024>

WILSON, D.J., et al. Supplemental butyrate does not enhance the absorptive or barrier functions of the isolated ovine ruminal epithelia. **Journal of animal science**, v..90, n. 9, p.3153-3161, 2012. DOI: 10.2527/jas.2011-4315

ZITNAN, R. et al. Diet induced rumen papillae development in neonatal calves not correlating with rumen butyrate. **Veterinary Medicine-Czech**, v.50 n.11, p.472–479, 2005.

CAPITULO 2

**Desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda como única fonte
de água**

Desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda como única fonte de água

RESUMO

As condições climáticas semiáridas são um grande desafio para os ovinocultores, onde a variabilidade na precipitação pluviométrica durante o ano torna a alimentação e o fornecimento de água como fatores limitantes para o desempenho animal. Diante destas dificuldades, a palma forrageira tem se tornado um ingrediente permanente nas dietas para ruminantes. Assim, objetivou-se com esta pesquisa foi avaliar o efeito da restrição total de água no desempenho produtivo de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda (*Nopalea cohenillifera* Salm Dyck). Foram utilizados 42 ovinos machos com ± 100 dias de idade e peso médio de $18,74 \pm 2,05$ kg; que foram alimentados *ad libitum* até atingir 32 ± 1 kg ou 90 dias em confinamento. O desenho experimental foi em arranjo fatorial (3×2) com 3 níveis de substituição de feno de Tifton por palma forrageira (30%, 50% 70%), subdividido em dois grupos, com ou sem acesso a água e um tratamento controle. O consumo voluntário de matéria seca diminuiu ($P < 0,05$) com os níveis de palma forrageira nas dietas, apresentando menor consumo no nível de 70% de inclusão. Os consumos dos nutrientes diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$), observando-se maiores consumos no nível de 30% de inclusão de palma forrageira, e o menor consumo com o tratamento 70%. O consumo voluntário de água diminuiu ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira nas dietas, porém o consumo de água através dos alimentos e consumo total água aumentaram com a inclusão de palma forrageira ($P < 0,05$). O ganho de peso diário foi maior para os tratamentos com 30 e 50% de inclusão de palma, com ganhos de 174 e 155 g, respectivamente. Ovinos alimentados com níveis acima de 30% de palma miúda na dieta podem ter restrição de água de bebida sem afetar o desempenho. A palma forrageira além de um suplemento alimentício pode ser utilizada como recurso de água.

Palavras-chave: ganho de peso, *Nopalea cohenillifera*, restrição de água

Growth performance of Santa Inês lambs under water restriction

ABSTRACT

This work aimed to study the performance of Santa Inês meat sheep receiving different levels of inclusion of cactus pear (*Nopalea cochenillifera*) in substitution of Tifton (*Cynodon dactylon*) hay. The trial was conducted using 48 Santa Inês male sheep at 100 days of age, with average initial weight of 18.74 kg ($\pm$ 2.05 kg). Animals had ad libitum access to feed. The experiment was carried out as a completely randomized factorial design (3 x 2) with three levels of substitution of Tifton hay with cactus pear (30 %, 50%, and 70%) subdivided in two groups, with or without access of water and a control treatment. DMI significantly differed among treatments ($P < 0.001$) and the interaction among levels of cactus and access of water were not significant for all variables ($P > 0.05$). The maximum value of DMI was 1.2 kg/day and the minimum was 0.6 kg/day, obtained for the group receiving 30% of cactus without access of water and 70% with access of water, respectively. The intake of CP, NDF and ME also differed between treatments ($P < 0.001$). Voluntary water intake decreased ($P < 0.05$) with the inclusion of forage cactus in diets, but water consumption through food and the total water consumption increased with the inclusion of spineless cactus ($P < 0.05$). The DWG was different among treatments ($P < 0.05$) ranging between 167.0 g to 106.0 g. Feed efficiency was affected only by treatments, being the group that received cactus in the diet more efficient. In conclusion, cactus pear is recommended at 30 or 50% of substitution of Tifton hay, by providing DWG around 165 g/day.

Keywords: *Nopalea cochenillifera*, water restriction, weight gain

INTRODUÇÃO

O consumo de alimento e água é essencial para a vida do animal. A relação entre água e consumo de alimento nas condições do semiárido pode ser o grande fator do baixo desempenho dos animais, pois na ausência de pontos de água, o animal utiliza mais tempo e energia na procura por outras fontes (BEN SALEM & SMITH, 2008). A quantidade que é ingerida destes elementos depende de fatores relacionados ao animal, ao alimento e a água (CHURCH, 1988; VAN SOEST, 1994). Existem três formas nas quais a água pode ser obtida pelos animais: a principal forma é a de bebida; seguido pela água no alimento e por fim a metabólica, esta última se dá pela oxidação de nutrientes da dieta e no catabolismo do tecido corporal (CSIRO, 2007). Sendo assim a composição da dieta é determinante no consumo de água, pois todos os alimentos são formados por água, principalmente alimentos muito úmidos, entre os quais se encontram as plantas suculentas (ARAÚJO, 2010).

A palma forrageira, pelas suas características biológicas, tem sido considerada como “Banco de vida”, pois disponibiliza água e alimento para animais e humanos nas zonas com escassez de água (BEN SALEM & SMITH, 2010). Na sua composição a palma apresenta alto conteúdo de água (80 a 90 %), matéria orgânica (93 %) e carboidratos (86,57 %), porém apresenta baixa matéria seca (13,06 %) e proteína bruta (3,34 %) (VALADARES FILHO et al., 2006). Dessa forma, deve ser fornecida com outros alimentos, pois além de melhorar o consumo de matéria seca e dos nutrientes, evita problemas digestivos quando fornecida isoladamente (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014).

Algumas pesquisas têm avaliado o efeito do consumo de água pelos animais quando utilizada palma forrageira na alimentação. Diversas pesquisas têm observado redução no consumo de água conforme o nível de palma forrageira é incluído na dieta (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011, BISPO et al., 2007, COSTA et al., 2012, GEBREMARIAM et al., 2006), observando consumo de água fresca de até 6 mL de água/dia e consumo total de água de 3,8 litros de água/dia (TEGEGNE et al., 2007). Sendo assim, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o nível ótimo em que a palma miúda pode aportar água e substituir o feno sem afetar o desempenho produtivo de ovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL, Brasil (9°27'S, 35°27'W), com altitude média de 127 m, com temperatura no galpão experimental mínima de 23,94°C e máxima de 33,14°C, UR de 25,77. Este trabalho de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas com o numero 56/2016.

Foram utilizados 42 ovinos machos, inteiros, da raça Santa Inês, com idade de 100 dias e peso médio de 18,74 kg ($\pm 2,05$ kg). Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 14 dias, mantidos em baias individuais, equipadas com comedouro e bebedouro, distribuídos de forma inteiramente casualizada em arranjo fatorial 3x2 (3 níveis de palma x 2 com ou sem água de bebida) mais um grupo controle (n= 6), resultando nos seguintes tratamentos: Controle + água, 30% de palma + água, 50% de palma + água , 70% de palma + água, 30% de palma + restrição água , 50% de palma + restrição água, 70% de palma + restrição água.

Os animais foram alimentados com concentrado composto por milho, farelo de soja, óleo de soja e suplemento mineral; juntamente com feno de capim Tifton e com os níveis de inclusão de (0, 30, 50 e 70%) de palma miúda (*Nopalea cochenillifera*), sendo formuladas com base no NRC (2007) para ganhos de 150g/dia (Tabela 1 e 2). A palma miúda era armazenada em lugar sombreado e ventilado, cortada com faca em pedaços de 5 x 5 cm, aproximadamente, antes de ser ofertada aos animais. Nesse momento os ingredientes eram misturados manualmente no comedouro. A oferta de alimento era realizado duas vezes ao dia (50% pela manhã e 50% a tarde), possibilitando 10% de sobras, até os animais atingirem 32 kg ± 1 kg de peso corporal ou 90 dias em confinamento, sendo em seguida abatidos. Foram oferecidos 5 kg de água, diariamente, e as sobras eram pesadas e descartadas para uma nova oferta de água limpa, com exceção dos animais em restrição total de água.

O desempenho produtivo dos animais foi obtido pela diferença entre o peso inicial e final dos animais. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada sete dias, até o final do experimento. As pesagens eram realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da dieta, avaliando assim o ganho de peso total (GPT) e o ganho

de peso diário (GPD). A conversão alimentar (CA) foi calculada através do consumo diário (MS) dividido pelo GPD.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais com base na matéria seca

Nutrientes (%)	Palma	Feno de Tifton	Milho	Soja	Óleo de soja
Matéria seca	14,0	88,19	87,88	88,81	99,55
Matéria orgânica	86,60	92,90	97,54	92,89	99,04
Matéria mineral	12,80	7,78	1,61	6,44	
Proteína bruta	4,00	9,12	9,05	48,71	
Fibra em detergente neutro	24,00	77,68	13,91	15,82	
Fibra em detergente ácido	14,69	39,42	4,0	9,47	
Extrato etéreo	1,86	1,75	4,02	1,86	99,04
Carboidratos totais	72,04	82,35	85,78	40,39	
Carboidratos não fibrosos	44,04	9,28	71,80	22,76	
Nutrientes digestíveis totais ¹	67,10	51,20	87,24	81,54	207

¹Dados taabelados Valaderes Filho et al. (2006)

Tabela 2. Composição percentual dos ingredientes e química das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	Inclusão de palma forrageira (%)			
	Controle	30	50	70
Palma forrageira	0,00	30,00	50,00	69,04
Feno tifton	70,00	40,00	20,00	4,91
Milho	18,30	13,80	10,30	4,70
Soja	7,00	13,00	17,50	19,70
Sal mineral	1,70	1,70	1,70	1,65
Óleo de soja	3,00	1,50	0,50	0,00
<i>Composição química (% MS)</i>				
Matéria seca	88,67	34,11	24,19	18,94
Matéria orgânica	92,35	90,16	88,68	87,23
Matéria mineral	7,89	9,71	10,95	12,21
Proteína bruta	11,45	12,43	13,28	13,23
Extrato etéreo	5,06	3,54	2,51	1,93
Fibra em detergente neutro	58,03	42,25	31,74	24,15
Carboidratos totais	75,60	74,32	73,26	72,63
Carboidratos não fibrosos	17,57	32,07	41,52	48,48
Nutrientes digestíveis totais	63,72	66,35	68,08	69,00
Energia digestível ¹	2,80	2,92	3,0	3,04

¹ Dados obtidos de acordo a equação proposta Swift (1957).

A análise dos alimentos fornecidos, sobras e fezes foram realizadas no Laboratório de Análise de Alimentos e Nutrição Animal da Universidade Federal da Paraíba. As amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C e moídas em peneira de 1 mm para posteriores análises. A matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram determinados seguindo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados segundo Van Soest et al. (1991). Os carboidratos totais (CT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992).

O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado pela diferença entre a quantidade de alimento ofertado e das sobras durante todo o período experimental. A determinação da dieta efetivamente consumida e dos nutrientes efetivamente consumidos pelos animais foram determinados pelos seguintes cálculos: Matéria Seca efetivamente consumida = CMS(kg)/ Consumo de matéria natural (kg) e Consumo efetivo do nutriente = Consumo do nutriente (kg)/ CMS (kg) (SOUZA et al., 2010).

O consumo de água voluntária foi registrado a cada 24 horas durante todo o experimento, foram ofertados 5 kg de água por dia, por animal, sendo as sobras do bebedouro pesadas e descartadas, e oferecido em seguida água limpa, sendo consideradas as perdas por evaporação. O consumo de água total foi obtido através da soma da água advinda dos alimentos e a água de bebida. A produção de água metabólica foi estimada através do consumo de nutrientes, assumindo que 41; 55 e 107g de água são produzidos a partir de 100 gramas de proteína, amido e gordura consumida, respectivamente (BOSSINGHAM, et al., 2005).

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi determinada pela metodologia proposta por Tilley & Terry (1963), e adaptada para utilização no incubador Daisy II, de acordo com a metodologia descrita pela ANKOM Technology Corp.,(Fairport, NY). O inoculo ruminal foi obtido de 1 ovino fistulado e adaptado para os tratamentos analisados. O liquido ruminal foi coletado e filtrado em pano limpo e seco, logo após transferido para uma garrafa térmica, pré aquecida (39° C). O inóculo foi uma mistura (4:1 vol/vol) de liquido ruminal e solução buffer, a qual consistiu de Solução A (KH_2PO_4 , 10,0 g L^{-1} ; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0,5g L^{-1} ; NaCl, , 0,5g L^{-1} ; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 0,1g L^{-1} , e

uréia, 0,5g L⁻¹) e solução B (Na₂CO₃, 15.0 g L⁻¹ e Na₂S₇H₂O, 1.0 g L⁻¹). Amostras dos alimentos foram pesadas (0,5 ± 0,005g) e colocadas em sacos de tecido não tecido (100 g/ m²) com 5x6 cm de dimensão. Foram utilizados três sacos para cada tipo de alimento analisado. Os sacos foram incubados com o inoculo na incubadora Daisy II a 39 ±1 °C por 48 h com agitação permanente. Após a incubação, os sacos foram retirados e lavados com água abundante. Logo após, os sacos foram colocados no analisador de fibra ANKOM, com solução para FDN, com a finalidade de remover paredes microbianas e remanescentes de frações solúveis. A digestibilidade *in vitro* verdadeira da matéria seca foi calculada como:

$$\% \text{DIV}_{\text{ms}} = 100 - \frac{(\text{peso final do saco} - (\text{peso do saco} \times \text{Correção do saco branco}))}{(\text{peso da amostra} \times \text{MS})} \times 100$$

A digestibilidade dos nutrientes foi estimada a partir da produção fecal (PF) utilizando a formula $\text{PF}_{\text{ms}} = \text{consumo}_{\text{ms}} * (1 - \text{Digestibilidade}_{\text{ms}})$ e a composição bromatologica do alimento, sobras e fezes (FIALHO DE OLIVEIRA et al., 2012).

O desempenho produtivo dos animais foi obtido pela diferença entre o peso inicial e final dos animais. Os animais foram pesados no início do experimento e a cada sete dias, até o final do experimento. As pesagens foram realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da dieta, avaliando-se assim, o ganho de peso total (GPT) e o ganho de peso diário (GPD). A conversão alimentar (CA) foi calculada através do consumo de diário (MS) dividido pelo GPD.

Os dados dos tratamentos apenas com inclusão de palma (30,50 e 70%) e do fornecimento de água (com ou sem água) foram analisados utilizando-se o teste de comparação e medias pelo teste de Tukey, para o nível de 5% de probabilidade. Sendo o modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} é o efeito do i -ésimo nível do fator A (níveis de inclusão de palma forrageira), j -ésimo nível do fator B (Com água ou sem água) e k -ésima repetição; μ é uma constante (média geral); A_i é o efeito do i -ésimo nível de palma forrageira; β_j é o efeito do j -ésimo nível de água; $(AB)_{ij}$ é o efeito da interação entre τ_i e β_j ; ε_{ijk} é o componente do erro aleatório.

Foi utilizado o teste Contraste Ortogonal para comparação do tratamento controle (0%) com os tratamentos com inclusão de palma forrageira. Quando detectadas diferenças significativas a análise de comparação de médias, foi utilizado análise de regressão para o estudo dos níveis de palma forrageira. As variáveis foram analisadas usando o procedimento PROC GLM de SAS (Version 9,2: SAS Institute INC., Cary NC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição da dieta efetivamente consumida (Tabela 3) diferiu da composição da dieta formulada (Tabela 2), Foi observado efeito do tratamento pra o consumo de MS, MO, FDN e EE, observando-se diminuição nos teores destes nutrientes em relação ao tratamento controle, no entanto, o consumo de CNF apresentou efeito contrario. Um fator determinante para o consumo é a seleção, destacando-se as porções mais palatáveis, que acabam sendo consumidas primeiro (VAN SOEST, 1994). Os resultados obtidos neste experimento podem estar relacionados a seleção dos alimentos, sendo o concentrado e a palma os alimentos escolhidos pelos animais, deixando por ultimo o feno. Este efeito de seleção de alimentos esta associado a alta palatabilidade da palma forrageira (BISPO et al., 2007) e a forma de apresentação da dieta, pois quando dietas com palma forrageira são ofertadas na forma de mistura completa, existe aderência dos nutrientes a palma, evitando assim a seleção de ingredientes (SOUZA et al, 2010), porem , os que mais se aderiram foram os concentrados, já o feno ficou mais solto, podendo ser selecionado pelo animal.

Tabela 3. Composição das dietas efetivamente consumidas por ovinos alimentados com níveis de palma forrageira e restrição de água

Nutriente (kg)	Tratamento				P	Água		P	Tx ^A	
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	EQM
MS	0,919*	0,312 ^a	0,239 ^b	0,193 ^c	0,0001	0,252	0,244	0,3060	0,5844	0,0212
MO	0,922*	0,895 ^a	0,879 ^b	0,868 ^c	0,0001	0,881	0,881	0,9888	0,9682	0,0049
PB	0,132*	0,144	0,142	0,141	0,8397	0,144	0,141	0,3322	0,1221	0,0084
FDN	0,515*	0,342 ^a	0,242 ^b	0,197 ^c	0,0001	0,197	0,266	0,4596	0,2323	0,0354
EE	0,061*	0,037 ^a	0,026 ^b	0,020 ^c	0,0001	0,028	0,027	0,1905	0,3663	0,0012
CT	0,724*	0,715	0,715	0,711	0,7612	0,712	0,716	0,3935	0,2677	0,0123
CNF	0,209*	0,372 ^c	0,472 ^b	0,514 ^a	0,0001	0,456	0,450	0,5421	0,2816	0,0259

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água. L= Linear; Q= Quadrático

MS $\hat{y} = 0,902 - 0,0248x + 0,00021x^2$; $R^2 = 0,988$; L(0,0001); Q (0,0001)

MO $\hat{y} = 0,922 - 0,00099x$; $R^2 = 0,992$; L(0,0001); Q (0,0461)

FDN $\hat{y} = 0,5184 - 0,00105x + 0,000018x^2$; $R^2 = 0,913$; L(0,0032); Q (0,0001)

EE $\hat{y} = 0,445 - 0,0047x + 0,0000053x^2$; $R^2 = 1$; L(0,0001); Q (0,0001)

CNF $\hat{y} = 0,2055 + 0,0068x - 0,000034x^2$; $R^2 = 0,996$; L(0,0001); Q (0,001)

Houve efeito quadrático no consumo de MS pelos animais ($P < 0,05$) com o aumento dos níveis de palma forrageira nas dietas (Tabela 4), alcançando o maior consumo com 25% de inclusão (0,904g/MS.d) para os tratamentos sem água, e nos tratamentos com água com 20% de inclusão (0,897g/MS.d). Esse comportamento pode ser explicado através de diferentes pesquisas já desenvolvidas (ARAÚJO et al., 2008; COSTA et al., 2012; MATTOS, 2009; MENDEZ-LLORATE et al., 2011; VIEIRA et al., 2008) que apontam que com o aumento da inclusão de palma na dieta, níveis acima de 50%, há redução no consumo de matéria seca, pois ocorre distensão do trato digestivo limitando assim o consumo de alimentos (GEBREMARIAM et al., 2006; MERTENS, 1996; VAN SOEST, 1994).

O consumo de matéria orgânica (MO) teve efeito quadrático, observando-se o maior consumo (0,787 kg/d) com 32,91,5% de inclusão. O consumo de PB, alcançou seu maior consumo no 29,11% de inclusão de palma forrageira (0,129 kg/d), e o menor para o tratamento com 70% de inclusão. A redução no consumo de PB está relacionada ao menor consumo de MS com o acréscimo de palma forrageira na dieta, uma vez que os teores de PB nas dietas efetivamente consumidas foram semelhantes entre tratamentos (Tabela 3).

O consumo de FDN teve efeito linear negativo com o aumento dos níveis de palma na dieta, seguindo o mesmo comportamento para os teores de nutrientes na dieta (Tabela 2 e 3), que diminuíram com o acréscimo de palma na dieta, contribuindo para redução no consumo destes. Para o consumo de extrato etéreo (EE) foi observado redução de 10,98% quando foi incluído 70% de palma miúda.

O consumo de carboidratos não fibrosos (CNF) diferiu ($P < 0,05$) com a inclusão dos níveis de palma. Esse fato pode ter ocorrido devido a redução no consumo de MS, já que com a adição de palma na dieta a concentração de CNF (Tabela 2) aumenta, mas como o consumo reduziu, consequentemente, reduziu o consumo de CNF não tendo diferença entre os níveis de palma. Porém, quando se compara os níveis de palma com a dieta controle, podemos observar que o menor consumo de CNF para a dieta controle é menor, devido a concentração deste nutriente na dieta (Tabela 2) (VALADARES FILHO et al., 2006).

Não houve diferença significativa para o consumo dos nutrientes ($P>0,05$) em relação ao fornecimento de água. Os animais que não receberam água no bebedouro consumiram quantidades de nutrientes próximas aos que tiveram restrição de água no bebedouro.

Tabela 4. Consumo de nutrientes por ovinos alimentados com níveis de palma forrageira e restrição de água

Consumo	TRATAMENTO					AGUA		TxA ¹		
	Controle	30	50	70	P	Com	Sem	P	P	EQM
MS (kg)	0,845	0,926 ^a	0,809 ^b	0,686 ^c	0,001	0,811	0,803	0,81	0,15	0,091
MS (%PV)	3,647	3,654 ^a	3,200 ^b	2,962 ^b	0,0006	3,307	3,236	0,56	0,18	0,060
MO (kg)	0,609*	0,829 ^a	0,712 ^b	0,600 ^c	0,0001	0,716	0,709	0,798	0,394	0,069
MM(kg)	0,066*	0,122	0,132	0,131	0,1580	0,128	0,128	0,881	0,444	0,011
PB(kg)	0,111	0,133 ^a	0,114 ^b	0,097 ^c	0,0001	0,117	0,113	0,436	0,699	0,011
FDN(kg)	0,438*	0,319 ^a	0,198 ^b	0,135 ^c	0,0001	0,216	0,219	0,890	0,460	0,053
EE(kg)	0,051*	0,034 ^a	0,021 ^b	0,013 ^c	0,0001	0,023	0,022	0,344	0,537	0,003
CT(kg)	0,613	0,663 ^a	0,580 ^b	0,488 ^c	0,0003	0,578	0,576	0,930	0,456	0,070
CNF(kg)	0,174*	0,381	0,352	0,344	0,0482	0,362	0,356	0,663	0,694	0,020

*Diferença significativa para contraste ortogonal: Controle vs. Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água. L= Linear; Q = Quadrático

MS $\hat{y} = 0,854 + 0,004x - 0,0001x^2$; $R^2 = 0,916$; L(0,062); Q (0,002)

MO $\hat{y} = 0,616 + 0,0104x - 0,000158x^2$; $R^2 = 0,913$; L(0,0001); Q (0,0001)

PB $\hat{y} = 0,1138 + 0,00105x - 0,000018x^2$; $R^2 = 0,913$; L(0,0032); Q (0,0001)

FDN $\hat{y} = 0,445 - 0,0047x$ $R^2 = 0,989$; L(0,0038); Q (0,8322)

EE $\hat{y} = 0,0519 - 0,00066x$; $R^2 = 0,993$; L(0,03); Q (0,95)

CT $\hat{y} = 0,619 + 0,0032x - 0,000074x^2$; $R^2 = 0,969$; L(0,105); Q (0,006)

CNF $\hat{y} = 0,174 + 0,008x - 0,000078x^2$; $R^2 = 0,999$; L(0,0001); Q (0,0001)

MM $\hat{y} = 0,0669 + 0,0024x - 0,000021x^2$; $R^2 = 0,997$; L(0,0001); Q (0,0001)

Houve redução no consumo voluntário de água ($P<0,05$) com o aumento nos níveis de inclusão de palma forrageira nas dietas (Tabela 5). Esse comportamento pode ser explicado pelo aumento do ter de água na dieta, ou pela menor concentração de MS quando aumentou os níveis de palma na dieta (Tabela 2). Quanto ao consumo de água do alimento, o efeito foi inverso a ingestão de água voluntária, aumentando com o acréscimo dos níveis de palma, devido a maior quantidade de água contida na palma O consumo de água através dos alimentos diferiu ($P<0,05$) em relação à restrição de água, sendo com 73,07 % de inclusão o maior consumo (2,86kg). As estimativas de produção de água metabólica foram significativas ($P<0,05$) entre tratamentos, alcançando seu ponto máximo com 42,30% de inclusão de palma miúda (255,74 g/d). A produção de

água metabólica é importante, principalmente para a determinação do balanço hídrico (MORRISON, 1993). Este comportamento ocorreu porque a palma forrageira apresentou, em torno de, 86,00% de água em sua composição, ou seja, apresenta baixo teor de MS, 14,00% (VALADARES FILHO et al., 2006), sendo assim, todo o conteúdo de água da composição da palma forrageira foi consumida pelos animais de forma indireta.

Tabela 5. Consumo de água por ovinos alimentados com palma forrageira e restrição de água

Variáveis	Controle	Tratamento			P	Água		P	TxA ¹	
		30	50	70		Com	Sem		P	EQM
Consumo voluntario de água (kg)	1,808*	0,489 ^a	0,321 ^{ab}	0,207 ^b	0,0392	0,67	0,0	0,0001	0,03	0,252
Consumo de água do alimento (kg)	0,073*	2,05 ^c	2,59 ^b	2,84 ^a	0,0001	2,46	2,52	0,6676	0,49	0,267
Água metabólica (g/d)	197,14*	280,75a	279,83a	249,06b	0,0176	272,80	266,95	0,5397	0,66	22,98
Relação água:MS (L/Kg MS)	2,244*	2,74 ^c	3,63 ^b	4,49 ^a	0,0001	4,01 ^a	3,23 ^b	0,0008	0,87	0,458
Consumo de água total (kg)	2,07*	2,82 ^b	3,19 ^{ab}	3,29 ^a	0,0446	3,41 ^a	2,79 ^b	0,0006	0,023	0,373

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

L= Linear; Q = Quadrático

C. água alimento $\hat{y} = 0,085 + 0,0816x - 0,00061x^2$ $R^2 = 0,998$ L(0,0001) Q (0,0001)

Água metabólica $\hat{y} = 198,25 + 4,137x - 0,0489x^2$ $R^2 = 0,996$ L(0,0001) Q (0,0001)

Consumo de água total $\hat{y} = 2,067 + 0,032x$ $R^2 = 0,942$ L(0,0201) Q (0,2273)

Quando se avalia o consumo total de água (água ofertada + água da dieta + água metabólica), houve diferença significativa entre tratamentos ($P < 0,05$), em que o maior consumo foi para os animais alimentados com palma forrageira. Houve efeito significativo ($P < 0,05$) entre os tratamentos com água e sem água (Figura 1), observando-se maior consumo total de água nos animais que tinham água *ad libitum*. A interação (água x tratamento) foi significativa ($P < 0,05$), observando-se diferenças principalmente no tratamento com 30% de inclusão, sendo menor nos animais sob restrição de água no bebedouro.

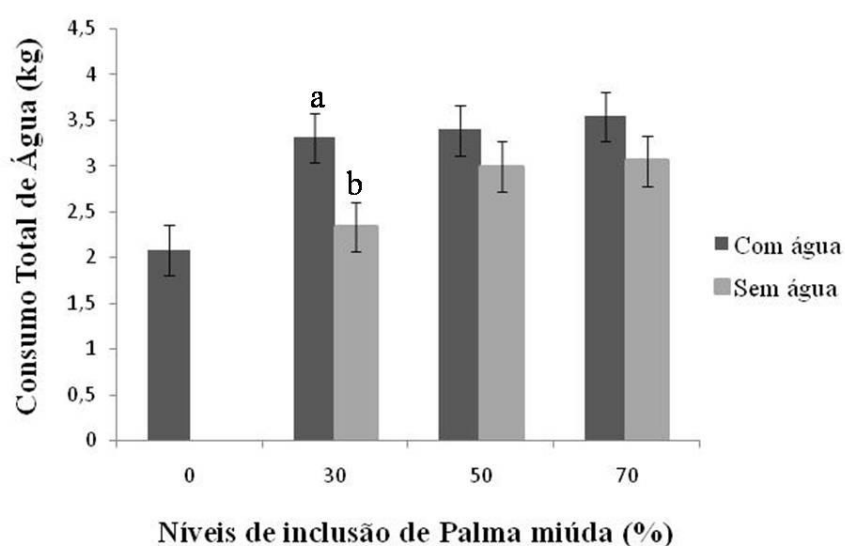


Figura 1. Consumo total de água (água do alimento + água de bebida + água metabólica) de animais alimentados com níveis de palma miúda.

O consumo total de água (CTA) está relacionado ao CMS, segundo o NRC (2007), pode ser expresso pela equação $CTA = 3,86 \cdot CMS - 0,99$, onde para cada kg de MS resultaria no consumo de 2,87 L de água. No tratamento controle deste experimento foi observado que para 0,84 kg de MS consumida o consumo total de água foi 1,88 L, sendo 2,24 a relação L/kg MS sendo próximo ao estimado pela equação. O consumo de água pelos animais depende de diferentes variáveis tais como: peso corporal, consumo de matéria seca, consumo de energia, temperatura ambiente, assim como, idade e estado fisiológico do animal (ARAÚJO et al., 2010; NRC, 2007; SILANIKOVE, 1989).

Foram observadas diferenças significativas ($P < 0,05$) na relação de consumo total de água e consumo de matéria seca (L/kg MS). A relação do consumo de água total/ MS (L/kg MS) aumentou ($P < 0,05$) de 2,24 L/kg MS (0% palma) para 4,49 L/kg MS (70% palma). Entre os tratamentos com água e sem água no bebedouro foi observado um maior ($P < 0,05$) consumo de água nos animais com água *ad libitum* (Figura 2), principalmente nos tratamentos com 30 e 50% de inclusão de palma miúda. Quando se utilizou palma forrageira na dieta o consumo de MS reduziu (Figura 3). Segundo o NRC (2007) a redução no consumo de MS implicaria em menor necessidade de consumo de água, porém com o acréscimo dos níveis de palma forrageira na dieta o consumo de água pelos animais no bebedouro foi reduzido, mas o consumo total de água foi incrementado.

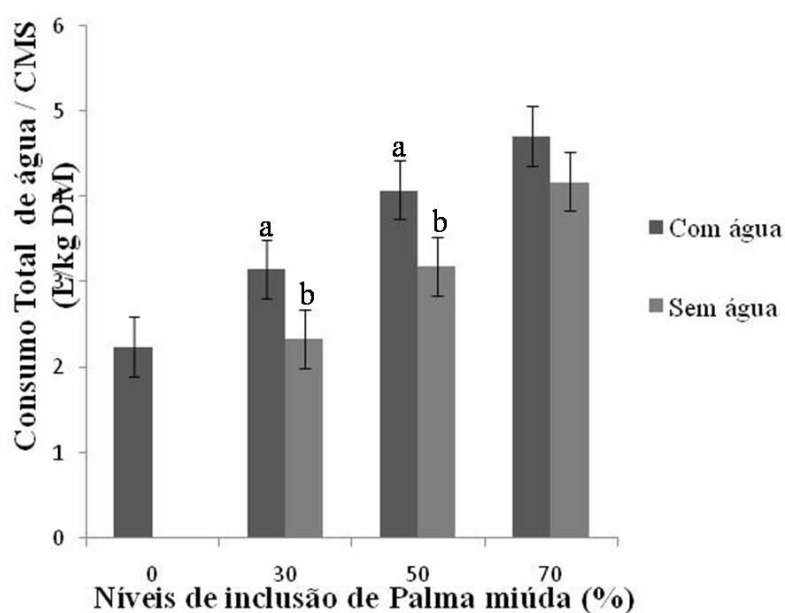


Figura 2. Relação água: MS (L/kg MS) de animais alimentados com níveis de palma miúda.

Incrementos no consumo total de água e redução no consumo de MS quando se incluiu palma (Tabela 2) são consequência do aumento na oferta de água para os animais por meio da dieta, pois a palma é rica em água e carboidratos não fibrosos e apresenta baixo teor de MS.

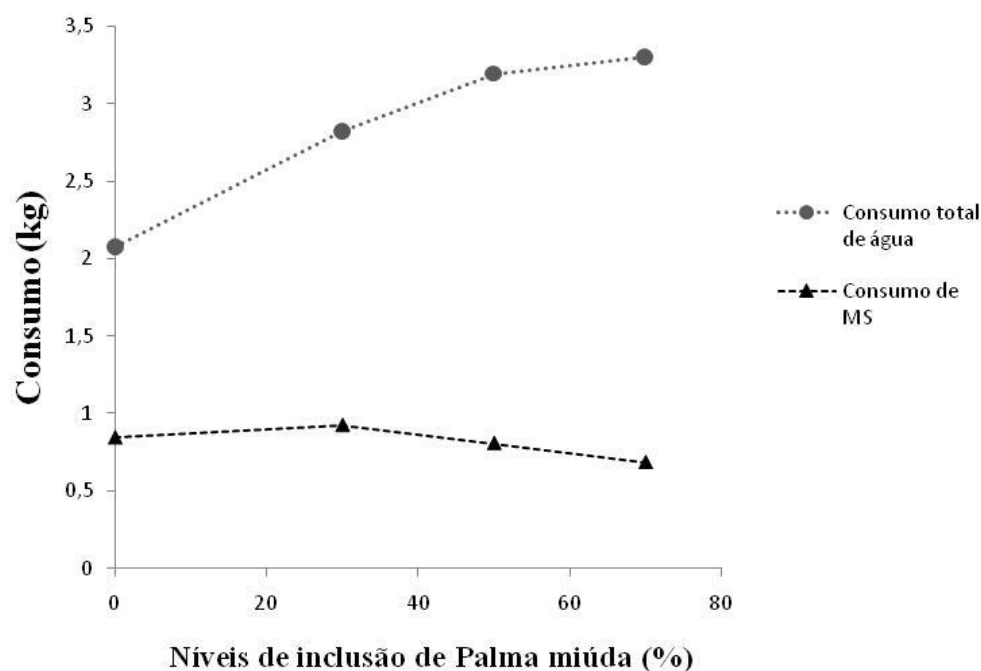


Figura 3. Consumo de MS e consumo total de água de ovinos alimentados com níveis de palma miúda.

Houve um aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica e fibra detergente neutro ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira nas dietas (Tabela 6). Não houve diferença significativa ($P > 0,05$) para os demais nutrientes quando realizada restrição de água. A palma forrageira é altamente digestível (BEN SALEM et al., 1996), apresentando coeficientes de degradação entre 50 a 70%, dependendo da variedade e da idade da planta (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; BATISTA et al., 2003). Em estudos *in vitro*, Batista et al. (2003) observaram que a palma miúda apresenta coeficientes de degradação de 63,3% da matéria seca e 68,8% da PC, isto devido a seu alto conteúdo de carboidratos solúveis, o que pode explicar o incremento na digestibilidade dos nutrientes com a inclusão de palma forrageira na dieta neste experimento. Resultados similares têm sido encontrados por diferentes autores (MONTEIRO et al., 2014; WANDERLEY et al., 2012).

Tabela 6. Digestibilidade *in vitro* dos nutrientes em função dos níveis de palma forrageira e da restrição de água

	Tratamento					P	Água		P	TxA ¹	
	Controle	30	50	70	Com		Sem	P		P	EQM
MO	64,81*	75,42	79,65	84,48	0,105	78,33	79,90	0,638	0,888	4,720	
PB	82,04*	88,79	90,92	89,67	0,688	88,91	90,45	0,501	0,612	3,386	
FDN	68,23	70,46 ^b	70,66 ^b	78,76 ^a	0,046	72,06	73,64	0,319	0,188	3,634	

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.; L= Linear; Q = Quadrático

MO $\hat{y} = 55,16 + 0,8209x - 0,0058x^2$; $R^2 = 0,999$; L(0,0001); Q (0,009)

PB $\hat{y} = 81,99 + 0,322x - 0,00302x^2$; $R^2 = 0,999$; L(0,006); Q (0,046)

Em relação à restrição de água, Silanikove (1992) e Nejad et al. (2014), observaram incremento na digestibilidade de nutrientes em ruminantes com diferentes níveis de restrição, associando este aumento com o tempo de retenção das partículas materiais e do líquido no rúmen e ao longo do intestino. Neste experimento, não foi observado efeito da restrição de água na digestibilidade dos nutrientes, pelos animais consumiram água através dos alimentos. Sendo assim, incrementos na digestibilidade pode ser explicado pela alta degradabilidade da palma forrageira.

O peso final foi significativamente ($P < 0,05$) maior para os tratamentos com palma forrageira (30 e 50% de inclusão) quando comparado a dieta controle (Tabela 7). Houve diferença significativa ($P < 0,05$) para o ganho de peso total e diário com a inclusão de palma forrageira na dieta. O ganho total estimado foi observado com 37,9% com ganho total de 13,64 kg. O ganho de peso diário máximo estimado foi de 0,143 kg/d com 28,30% de inclusão de palma miúda. Segundo Mertens (1987), o consumo de MS é a variável mais importante que afeta o desempenho dos animais, isto pode ser confirmado com os resultados neste experimento, em que no tratamento com 30 de inclusão de palma miúda, se observaram os maiores consumos de MS e maiores ganhos de peso.

Tabela 7. Peso corporal inicial (PCi), final (PCf), ganho de peso diário (GPD), ganho de peso total (GPT) e dias em confinamento (DC) de ovinos alimentados com variedades de palma e restrição de água

Variáveis	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹		EQM
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P		
PCi (kg)	18,5	18,5	18,12	18,20	0,559	18,43	18,78	0,624	0,654		1,726
PCf (Kg)	27,65*	32,25	31,52	28,31	0,010	31,63	30,75	0,906	0,957		2,491
GPT (Kg)	9,15*	13,75 ^a	1248 ^{ab}	10,11 ^b	0,010	12,2	11,97	0,798	0,933		2,169
GPD(Kg) (g)	0,09*	0,174 ^a	0,155 ^{ab}	0,111 ^b	0,002	0,148	0,146	0,879	0,674		0,031
CA	6,65*	5,49	5,41	6,31	0,241	5,73	5,75	0,975	0,998		1,148
DC	92	79,62	80,87	92,25	0,035	84,16	84,33	0,967	0,536		9,930

*Diferença significativa para contraste ortogonal: Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

L= Linear; Q = Quadrático * (Sem água) ; ** (Com água)

PCF= $\hat{y} = 27,69 + 0,254x - 0,0035x^2$ $R^2 = 0,998$ L(0,0008) Q (0,0004)

GPTOTAL $\hat{y} = 9,337 + 0,227x - 0,003x^2$ $R^2 = 0,964$ L(0,0005) Q (0,0003)

GDP $\hat{y} = 0,101 + 0,003x - 0,000053x^2$ $R^2 = 0,982$ L(0,0001) Q (0,0001)

DC $\hat{y} = 92,1813 - 0,7545x - 0,0107x^2$ $R^2 = 0,996$ L(0,007) Q (0,003)

Em relação ao ganho de peso tem se documentado a utilização da palma forrageira como suplemento alimentar ou como substituto de ingredientes (BEN SALEM, 2010; SOUZA et al., 2010), onde a utilização da palma forrageira melhora o desempenho dos animais, pois incrementa a digestibilidade dos nutrientes dos outros componentes da dieta (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; BISPO et al., 2007), observando-se incrementos no ganho de peso com níveis de palma entre 20 e 50% de inclusão de palma forrageira, assim como, uma diminuição no ganho quando a palma é incluída acima de 50% na dieta, como observado neste experimento, mesmo com 70% de inclusão de palma, os animais obtiveram melhores resultados que o tratamento controle (121g/dia vs 106 g/dia). Mattos (2009) reportou valores potenciais de ganho de peso de 150 a 296 g por dia para ovinos da raça Santa Inês; com a utilização de palma forrageira neste experimento foram observados ganhos similares.

CONCLUSÕES

Ovinos alimentados com níveis acima de 30% de palma miúda na dieta podem ter restrição de água de bebida sem afetar o desempenho. A palma forrageira além de um suplemento alimentício pode ser utilizada como recurso de água.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGANGA, A.A. et al. Response to water deprivation by Yankasa Ewes under different physiological states. **Small Ruminant Research**, v. 3, n. 2, p. 109-115, 1990. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488\(90\)90086-L](http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488(90)90086-L)

ALAMER, M; AL-HOZAB, A. Effect of water deprivation and season on feed intake, body weight and thermoregulation in Awassi and Najdi sheep breeds in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, v.59, p. 71-84, 2004. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.003>

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, [s.l.], v. 98, n. 1-3, p.83-92, jun. 2011. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>.

ARAÚJO^a, G.G.L. de et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 39, p.326-336, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010001300036>.

BATISTA, A.M.V. et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. *Journal of Agronomy and Crop Science*. v.189, p. 123-126. 2003.

BEN SALEM, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v. 62, n. 2, p. 293-299, 1996.

BEN SALEM, H, SMITH, T. . Feeding strategies to increase small ruminant production in dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, p.174-194. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.008>

BEN SALEM, H. Nutritional management to improve sheep and goat performances in semiarid regions. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa , v. 39, supl. spe, p. 337-347, Julho 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-3598201000130003>

BISPO,S.V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909. 2007.

BOSSINGHAM, M.J. et al. Water balance, hydration status, and fat-free mass hydration in younger and older adults. **The American journal of clinical nutrition**, v. 81, n.6, p. 1342-1350, 2005.

CASAMASSIMA, D. et al. Effect of water restriction on productive performance and blood parameters in Comisana sheep reared under intensive condition. **Small Ruminant Research**, v.78, p.169-175. 2008. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2008.03.014>

COSTA R.G. et al. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, p.13– 17, 2012. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.012>

CSIRO. 2007. **Nutrient Requirements of Domesticated Ruminants**. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization. CSIRO Publishing, Collingwood, Australia.

FERREIRA, A.V. et al. Water intake of boer goats and mutton merinos receiving either a low or high energy feedlot diet. **Small Ruminant Research**, v.43, p.245-248, 2002. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488\(02\)00008-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0921-4488(02)00008-1)

FIALHO DE OLIVEIRA, L.O. et al., Uso de indicadores nos estudos de nutrição animal aplicados aos sistemas de produção a pasto. **Documentos /EMBRAPA PANTANAL**, v. 120, 25p. Novembro, 2012.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B. et al., Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p. 78-85, 2014.

GEBREMARIAM, T. et al. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p. 42–51, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.02.003>

MATTOS, C.W. **Associação de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) e feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento**. 2009. 101 f. Tese (Doutorado) - Curso de Doutorado em Zootecnia, Zootecnia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2009.

MERTENS, D.R. Methods in modelling feeding behaviour and intake in herbivores. *Annales de zootechnie*. p. 153-164., 1996. Disponível em : <https://hal.archives-ouvertes.fr/file/index/docid/889616/filename/hal-00889616.pdf>, janeiro , 2017.

MORRISON, S. D. A method for the calculation of metabolic water. **The Journal of physiology**, v. 122, n 2, p. 399-402, 1953.

MONTEIRO, C.C., 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, n 7, p. 1149-1154, 2014.

2014

NEJAD, J.G. et al. Effects of water restriction after feeding during heat stress on nutrient digestibility, nitrogen balance, blood profile and characteristics in Corriedale ewes. **Animal Feed Science and Technology**, v.193, n.1-8, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2014.03.011>

SAS INSTITUTE. 2009. SAS/STAT: user'sGuide. Version 9.2. Cary: SAS Institute, 7869p.

SILANIKOVE, N. Interrelationships between water, food, and digestible energy intake in desert and temperate goats. **Appetite**, v.12, p.163- 170,1989.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, p.196-204, 1992.

SOUZA, C.M.S., et al. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.39, n.5, p.1146-1153, 2010.

SWIFT, R. W. The caloric value of TDN. **Journal of Animal Science**, v. 16, n.4, p. 753-756 , 1957.

TEGEGNE, F.;KIJORA, C.;PETER, SK. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water.

Small Ruminant Research, v.72, p.157–164, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>

VALADARES FILHO, S.C. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV.p. 329, 2006.

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

VAN SOEST, P.J. et al. **Estimation of the true digestibility of forages by the in vitro digestion of cell walls**. In: PROCEEDINGS OF THE INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 10., 1966, Helsinki. Proceeding Helsinki: Helsinki Finnish Grassland Association, 1966.p.438–441

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

WANDERLEY, W.L. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n 2, p. 444-45, 2012

CAPÍTULO 3

Características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira e restrição de água.

Características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira e restrição de água.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da restrição total de água nas características de carcaça e nos componentes não carcaça de ovinos alimentados com palma forrageira. Foram utilizados 42 ovinos machos Santa Inês com idade e peso de ± 100 dias e peso médio de 18,74 kg ($\pm 2,05$ kg) e foram alimentados *ad libitum* até atingir 32 kg (± 1 kg) de peso vivo ou 90 dias em confinamento. O desenho experimental foi arranjo fatorial (3x2) com 3 níveis de inclusão de palma forrageira (30%, 50% 70%) subdividido em dois grupos, com ou sem acesso a água e um tratamento controle. Os animais foram abatidos, após 16 horas de jejum de sólidos, depois do processo do abate, foram pesadas as vísceras individualmente, as carcaças foram resfriadas por 24 horas a $\pm 4^{\circ}\text{C}$, logo após divididas longitudinalmente, a metade esquerda foi seccionada em cinco cortes comerciais. Não foi observada interação significativa entre o efeito dos níveis de palma miúda e a restrição de água para nenhuma das variáveis avaliadas das características da carcaça. A influencia da inclusão de palma miúda em relação ao tratamento controle foi diferente apenas para as variáveis peso de carcaça vazia, peso de carcaça quente, peso de carcaça fria e o índice de compacidade da carcaça. Não foram observadas diferenças significativas entre os níveis de inclusão de palma forrageira na dieta para os cortes comerciais. Não houve diferença significativa da restrição de água sobre os pesos dos cortes comerciais. Foram encontradas diferenças entre o tratamento controle e a utilização de palma forrageira nas dietas, observando-se pesos menores para o tratamento controle. A inclusão de palma forrageira na dieta teve efeito significativo para o peso do coração, fígado, baço, cabeça e pele em relação ao tratamento controle. A palma forrageira pode ser utilizado com ou sem restrição de água na alimentação de ovinos Santa Inês pois melhoram o peso ao abate e o peso das vísceras, sem modificar os rendimento dos cortes, sendo recomendada sua utilização nos sistemas de produção sem influenciar os cortes comerciais.

Palavras-chave: Características de carcaça, *Nopalea cochenillifera*, restrição de água

Características de carcaça e componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira e restrição de água.

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of water restriction and the use of forage cactus on the carcass and non carcass components characteristics of Santa Inês sheep. In total, 42 Santa Inês sheep were used (± 100 days and ± 18.74 kg). The animals received diets with 0, 30, 50 and 70% of forage cactus and water *ad libitum*, except for animals under water restriction, until they reached 32 kg. The animals were slaughtered when reaching 32 kg in weight after 16 hours of solid fasting, after the slaughter process, viscera were weighed individually, carcasses were cooled for 24 hours at $\pm 4^{\circ}$ C, at the end of this period, they were divided along, being the left half sectioned in five commercial cuts. The experimental design followed a 3 (inclusion of forage cactus) x 2 (with water and without water) factorial arrangement. The variables were analyzed using Tukey's test at 5% significance. Water restriction had no influence on the studied variables. The influence of the inclusion of forage cactus in relation to the control treatment was different only for hot carcass weight cold carcass weight, true yield, and the carcass compact index variables. No significant differences between levels of forage cactus inclusion in the diet to the commercial cuts were observed. Differences were found between the treatment control and the use of forage cactus in diets, observing smaller weights to the control treatment. The weights of leg cut, the yield of muscles, bones, fat, other tissues, as well as the muscularity index were not affected by the inclusion of palm girl in the diets or the water restriction. The inclusion of forage cactus in the diet has a significant effect on the weight of the heart, liver, spleen, head and skin compared to control treatments. The forage cactus can be used with or without water restriction in feeding sheep Santa Inês as improve the slaughter weight and the weight of the viscera, without modifying the performance of the cuts; is recommended its use in production systems without affecting the commercial cuts.

Keywords: Carcass weight, *Nopalea cochenillifera*, water restriction.

INTRODUÇÃO

A produção de carne ovina é uma atividade importante para o Nordeste brasileiro, pois é uma forma de geração de renda para a população através da produção de carne e pele, além do aproveitamento do quinto quarto da carcaça, o qual é bem aproveitado para a elaboração de pratos típicos da região. No Brasil, os ingredientes para a preparação da “Buchada” são coração, rins, fígado, pulmões, intestinos, rúmen e/ou sangue, os quais representam em média 20% do corpo do animal (CARVALHO et al., 2015). Porém, no nordeste brasileiro o déficit hídrico provocado pela irregularidade das chuvas tem provocado grandes perdas de capital no setor agropecuário, estimando-se perdas milionárias na produção pecuária (CÂNDIDO et al., 2013).

A disponibilidade de água em regiões áridas e semiáridas, principalmente durante o período seco, dificulta a produção pecuária, pois os animais tem pouco acesso à fontes de água e a forragem apresenta um baixo teor de umidade e baixa qualidade nutricional. Diminuição no consumo de água na produção reduz o consumo de matéria seca que, por sua vez, representa menor desempenho dos animais (ABIOJA et al., 2010; CÂNDIDO et al., 2013)

As probabilidades de ter sucesso na produção em condições semiáridas aumentam com a utilização de forrageiras adaptadas a estes ambientes, tais como a palma forrageira. Devido a sua grande capacidade de resistência às secas, assim como sua produtividade, é usada, também, como um bom recurso de água e energia. A palma forrageira misturada com outros alimentos, melhora o consumo de matéria seca e dos nutrientes (GALVÃO JÚNIOR et al., 2014), oferecendo grande quantidade de nutrientes (carboidratos não fibrosos (CNF) 60%, fibra detergente neutro (FDN): 26-30%, proteína bruta (PB): 3-9%, Cinzas: 12-20%), assim como uma grande parte de água (Materia Seca :8-15%)(ANDRADE-MONTEMAYOR et al 2011).

No entanto, ainda não se tem trabalhos utilizando palma forrageira como única fonte de água e seu efeito no desempenho dos animais; portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da restrição total de água nas características da carcaça e sobre o peso e rendimento dos componentes da carcaça e do quinto quarto de ovinos alimentados com palma forrageira.

MATERIAL E MÉTODOS

O Experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo – AL, Brasil (9°27'S, 35°27'W), com altitude média de 127 m, com temperatura média no galpão experimental mínima de 23,94°C e máxima de 33,14°C, UR de 25,77. Este trabalho de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas com o numero 56/2016.

Foram utilizados 42 ovinos machos, inteiros, da raça Santa Inês, com idade de 100 dias e peso médio de 18,74 kg ($\pm$ 2,05 kg). Os animais foram submetidos a um período de adaptação de 14 dias, mantidos em baias individuais, equipadas com comedouro e bebedouro, distribuídos de forma inteiramente casualizada em arranjo fatorial (3 níveis de palma x 2 com ou sem água de bebida) mais um grupo controle (n= 6): Controle + água, 30% palma + água, 50% palma + água , 70% palma + água, 30% palma + restrição água , 50% palma + restrição água, 70% palma + restrição água.

Os animais foram alimentados com concentrado composto por milho, farelo de soja, óleo de soja e suplemento mineral; feno de capim Tifton e níveis de inclusão de 0, 30, 50 e 70% de palma miúda (*Nopalea cochenillifera*), sendo formuladas com base no NRC (2007) para ganhos de 150g/dia (tabela 1 e 2). A palma miúda era armazenada num lugar sombreado e ventilado, antes de ser ofertada, a palma era cortada com faca em pedaços de 5 x 5 cm, aproximadamente. As dietas foram misturadas manualmente no comedouro. A oferta de alimento era realizado duas vezes ao dia (50% pela manhã e 50% a tarde), possibilitando 10% de sobras, até atingirem 32 kg ($\pm$ 1 kg) de peso corporal ou 90 dias em confinamento, sendo em seguida abatidos. Foram oferecidos 5 kg de água, diariamente, e as sobras eram pesadas e descartadas para uma nova oferta de água limpa, com exceção dos animais em restrição total de água.

O desempenho produtivo dos animais foi obtido pela diferença entre o peso inicial e final dos animais. Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada sete dias, até atingirem o peso ao abate, sendo as pesagens e realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da dieta, avaliando assim o ganho de peso total (GPT) e o ganho de peso diário (GPD). A conversão alimentar (CA) foi calculada através do consumo diário de matéria seca dividido pelo GPD.

Tabela 3. Composição química dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais com base na matéria seca

Nutrientes (%)	Palma	Feno de Tifton	Milho	Soja	Óleo de soja
Matéria seca	14,0	88,19	87,88	88,81	99,55
Matéria orgânica	86,60	92,90	97,54	92,89	99,04
Matéria mineral	12,80	7,78	1,61	6,44	
Proteína bruta	4,00	9,12	9,05	48,71	
Fibra em detergente neutro	24,00	77,68	13,91	15,82	
Fibra em detergente ácido	14,69	39,42	4,0	9,47	
Extrato etéreo	1,86	1,75	4,02	1,86	99,04
Carboidratos totais	72,04	82,35	85,78	40,39	
Carboidratos não fibrosos	44,04	9,28	71,80	22,76	
Nutrientes digestíveis totais	67,10	51,20	87,24	81,54	207

Tabela 4. Composição percentual dos ingredientes e química das dietas experimentais com base na matéria seca

Ingredientes	Inclusão de palma forrageira (%)			
	Controle	30	50	70
Palma forrageira	0,00	30,00	50,00	69,04
Feno tifton	70,00	40,00	20,00	4,91
Milho	18,30	13,80	10,30	4,70
Soja	7,00	13,00	17,50	19,70
Sal mineral	1,70	1,70	1,70	1,65
Óleo de soja	3,00	1,50	0,50	0,00
<i>Composição química (% MS)</i>				
Matéria seca	88,67	34,11	24,19	18,94
Matéria orgânica	92,35	90,16	88,68	87,23
Matéria mineral	7,89	9,71	10,95	12,21
Proteína bruta	11,45	12,43	13,28	13,23
Extrato etéreo	5,06	3,54	2,51	1,93
Fibra em detergente neutro	58,03	42,25	31,74	24,15
Carboidratos totais	75,60	74,32	73,26	72,63
Carboidratos não fibrosos	17,57	32,07	41,52	48,48
Nutrientes digestíveis totais	63,72	66,35	68,08	69,00

Os animais ao atingir aproximadamente 32 kg de peso vivo, considerado como peso corporal final (PCf) foram submetidos a 16 horas de jejum de sólidos, após o tempo de jejum os animais foram novamente pesados, obtendo-se o peso vivo ao abate em jejum (PVAJ). No momento do abate os animais foram insensibilizados por concussão, seguido de sangria, esfolia e evisceração. Depois de retirada a cabeça

(articulação atlanto-occipital) e as extremidades dos membros (articulações carpo e metatarsianas), as carcaças foram pesadas para obter o peso de carcaça quente (PCQ), incluindo os rins e gordura pélvico renal. O trato gastrointestinal (TGI) foi pesado cheio e vazio, para determinação do conteúdo gastrointestinal e o peso de corpo vazio (PCVZ), definido como o peso vivo ao abate menos o somatório do conteúdo gastrointestinal, urina e suco biliar: $PCVZ = PVAJ - (\text{conteúdo gastrointestinal}) + \text{urina} + \text{suco biliar}$, para determinar o rendimento biológico ($RB\% = PCQ/PCVZ \times 100$) conforme Cezar e Souza (2007). Foi obtido o peso dos componentes não carcaça (sangue, pele, coração, trato gastrointestinal, fígado, baço, aparelho respiratório e aparelho reprodutor), para fazer estimativa de aproveitamento destes componentes como peso de “buchada” e o rendimento de “buchada” ($\text{peso de “buchada”} \times 100/PCVZ$) (COSTA et al., 2010).

As carcaças foram resfriadas por 24 horas a $\pm 4^\circ\text{C}$, onde foram penduradas pelo tendão calcâneo na articulação tarsometatarsiana em ganchos apropriados, e com distância de 17 cm entre as articulações. Após o resfriamento, as carcaças foram pesadas novamente obtendo-se assim o peso de carcaça fria (PCF). Em seguida, foram retirados os rins e a gordura pélvica e renal, os quais foram pesados e subtraídos dos pesos de carcaça quente e fria. Foi calculada a perda de peso por resfriamento ($PPR = PCQ - PCF / PCQ \times 100$), o rendimento comercial ($RC (\%) = PCF/PVAJ \times 100$), rendimento biológico ($RB (\%) = PCQ/PCVZ$), rendimento verdadeiro ($RV (\%) = PCQ/PVAJ \times 100$) e o índice de compacidade da carcaça ($ICC, \text{kg/cm} = PCF / \text{comprimento interno da carcaça fria}$).

As carcaças foram avaliadas de forma subjetiva para determinação do grau de conformação e acabamento, pela atribuição de notas de 1 a 5 (1 ruim e 5 excelente) segundo a metodologia descrita em Cézar e Souza (2007). As medidas de comprimento externo da carcaça, perímetro de tora, perímetro de garupa e perímetro da perna foram realizadas, logo após, as carcaças foram seccionadas ao meio em duas meias carcaças através de corte longitudinal na espinha vertebral. Na meia-carcaça esquerda foram mensurados o comprimento interno, o comprimento da perna. O índice de compacidade da carcaça (ICC) foi calculado com a seguinte fórmula: $ICC (\text{kg cm}^{-1}) = PCF / \text{comprimento interno da carcaça}$. Em seguida foram feitos os cortes comerciais (pescoço, paleta, costela, lombo e perna) para determinação da composição regional.

No lombo (*Longissimus dorsi*) foi mensurada a área de olho de lombo (AOL), foi realizado pelo traçado do contorno do músculo em folha plástica de transparência para posterior determinação da área. A determinação da AOL do lombo foi obtida através de régua, traçando duas retas sobre a imagem da AOL, uma no sentido médio lateral (medida A) e outra perpendicular a anterior, medindo a distância máxima do músculo *Longissimus dorsi* no sentido dorso-ventral (medida B), utilizando a fórmula $AOL = A/2 \times B/2 \times \pi$ (COSTA et al. 2012). A espessura de gordura de cobertura sobre a seção do músculo foi mensurada utilizando-se paquímetro.

As pernas foram congeladas dentro de sacos plásticos a vácuo e congeladas em freezer (-20 °C) para posteriormente serem medidas. O índice de musculosidade da perna foi obtido através da dissecação anatômica, em músculos, ossos, gordura subcutânea, intermuscular e total e outros tecidos (tendões, vasos, nervos, etc.). Os músculos *Biceps femori*, *Semitendinosus*, *Adductor*, *Semimembranosus*, e *Quadriceps femoris*, foram pesados individualmente. Os demais músculos que não circundam o fêmur, também foram retirados e pesados, compondo o peso total de músculo e determinar as relações músculo:osso e músculo:gordura (CEZAR & SOUZA, 2007).

O índice de musculosidade da perna (IMP) foi determinado com comprimento do fêmur conforme metodologia descrita por Purchas et al. (1991).

$$IMP = \frac{\sqrt{PM \ 5 / CF}}{CF}$$

em que:

IMP = Índice de musculosidade da perna;

PM5 = Peso dos cinco músculos, g (*Biceps femoris*, *Semimembranosus*, *Semitendinosus*, *Quadriceps femoris* e *Adductor*)

CF = Comprimento do fêmur, cm.

Os dados dos tratamentos apenas com inclusão de palma (30,50 e 70%) e do fornecimento de água (com ou sem água) foram analisados utilizando-se o teste de comparação e médias pelo teste de Tukey, para o nível de 5% de probabilidade. Sendo o modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} é o efeito do i -ésimo nível do fator A (níveis de inclusão de palma forrageira), j -ésimo nível do fator B (Com água ou sem água) e k -ésima repetição; μ é uma constante (média geral); A_i é o efeito do i -ésimo nível de palma forrageira; β_j é o efeito do j -ésimo nível de água; $(AB)_{ij}$ é o efeito da interação entre τ_i e β_j ; ε_{ijk} é o componente do erro aleatório.

Foi utilizado o teste Contraste Ortogonal para comparação do tratamento controle (0%) com os tratamentos com inclusão de palma forrageira. Quando detectadas diferenças significativas a análise de comparação de médias, foi utilizado análise de regressão para o estudo dos níveis de palma forrageira. As variáveis foram analisadas usando o procedimento PROC GLM de SAS (Version 9,2: SAS Institute INC., Cary NC).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de MS pelos animais diminuiu ($P<0,05$) com o aumento dos níveis de palma forrageira nas dietas (Tabela 3). Esse comportamento pode ser explicado através de diferentes pesquisas já desenvolvidas (ARAÚJO et al., 2008; COSTA et al., 2012; MATTOS, 2009; MENDEZ-LLORATE et al., 2011; VIEIRA et al., 2008), que apontam que com o aumento da inclusão de palma na dieta, níveis acima de 50%, há redução no consumo de matéria seca, pois ocorre distensão do trato digestivo limitando assim o consumo de alimentos, mesmo que não sejam atendidas as exigências nutricionais (MERTENS, 1996; VAN SOEST 1994). Apesar da diminuição no consumo de MS, não foram observadas diferenças significativas no peso corporal final.

O peso do conteúdo gastrointestinal foi influenciado pela inclusão de palma forrageira na dieta ($P<0,05$), observando-se redução linear de 32% em relação ao tratamento controle (6,25 kg). O menor peso do conteúdo gastrointestinal nos tratamentos com palma pode ser atribuído à taxa de degradação da palma forrageira e o baixo tempo de retenção no rúmen (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011, VIERA et al 2008). A dieta controle, com 70 % de feno de Tifton, apresenta maior quantidade de FDN e FDA, passando mais tempo no trato gastrointestinal no período de jejum, influenciando diretamente o peso de corpo vazio e os rendimentos (CEZAR & SOUZA, 2007, MEDEIROS et al., 2009), observando-se menor valor ($P<0,05$) para o tratamento controle (19,99 kg).

O rendimento verdadeiro foi menor ($P<0,05$) no tratamento controle, sendo o rendimento 6% menor em comparação a os tratamentos com palma miúda. Diferenças no peso corporal dos animais têm influencia significativa sobre os rendimentos de carcaça (verdadeiro e comercial) (AZEREDO et al., 2014). Neste experimento, as diferenças no PVAJ, mesmo sendo não significativas ($P>0,05$), somado ao peso do conteúdo gastrointestinal, influenciaram os demais parâmetros, observando-se os menores pesos e rendimentos para o tratamento controle.

Tabela 3. Características de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma miúda e restrição de água

Variáveis	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹	
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	EQM
Consumo de MS (kg)	0,845*	0,926 ^a	0,809 ^b	0,686 ^c	0,001	0,811	0,803	0,81	0,15	0,160
Peso corporal inicial(kg)	18,5	18,51	18,12	18,20	0,559	18,43	18,78	0,62	0,65	1,726
Peso corporal final (kg)	27,65*	31,25 ^a	31,52 ^a	28,31 ^b	0,010	31,63	30,75	0,90	0,95	2,49
Peso ao abate em jejum (kg)	25,65*	29,75 ^a	29,17 ^a	26,02 ^b	0,005	27,92	28,71	0,37	0,66	2,16
Conteúdo do GI (kg)	6,25*	4,27 ^{ab}	4,76 ^a	3,53 ^b	0,003	3,96	4,37	0,40	0,39	0,79
Peso de corpo vazio (kg)	19,01*	25,43 ^a	23,97 ^{ab}	22,86	0,046	23,85	24,34	0,53	0,80	1,91
Peso de carcaça quente (kg)	11,18*	14,52	13,61	13,26	0,108	13,68	13,92	0,61	0,67	1,75
Peso de carcaça fria (kg)	10,96*	14,10	13,35	13,03	0,181	13,42	13,57	0,75	0,50	1,14
Perda no resfriamento (%)	1,94	2,88	1,84	1,76	0,568	1,76	2,56	0,40	0,22	2,31
Rendimento Comercial (%)	42,57*	47,42 ^{ab}	45,85 ^b	50,08 ^a	0,009	48,14	47,46	0,50	0,12	2,48
Rendimento biológico (%)	58,67*	57,16	56,14	57,98	0,718	57,43	57,24	0,86	0,57	2,80
Rendimento verdadeiro (%)	43,42*	46,74 ^b	48,86 ^{ab}	50,98 ^b	0,012	49,04	48,68	0,73	0,38	2,56

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

EQM= erro quadrático médio.

¹Interação tratamento x água. L= Linear; Q = Quadrático

Conteúdo TGI $\hat{y} = 6,043 - 0,049x$ R² L(0,002) Q (0,380)

PVAJ $\hat{y} = 25,65 + 0,2345x - 0,0032x^2$; R² = L(0,00004) Q (0,0002)

PCVZ $\hat{y} = 19,37 + 0,2739x - 0,003x^2$; R² = L(0,0001) Q (0,0001)

Em relação à restrição de água, é possível observar que os ovinos Santa Inês são animais bem adaptados às condições semiáridas da região, pois não foram observadas diferenças, no peso ao abate em jejum nem no peso de corpo vazio, dos animais recebendo água *ad libitum* ou restrição total de água; sendo assim, a palma miúda teve um aporte importantíssimo como recurso hídrico.

O comprimento externo da carcaça foi, em média, de 53,29 cm e a média do perímetro do tórax foi 66,11 cm (Tabela 4). Estes resultados sugerem que trata-se de carcaças curtas e compactas, como reportado para as raças nativas no Brasil (LIMA JR. et al., 2014; MACIEL et al., 2015; MEDEIROS et al., 2009).

Diferença entre o tratamento controle e os tratamentos com inclusão de palma miúda ($p < 0.05$) foi observada para as variáveis perímetro de tórax, índice de compactidade de carcaça (ICC), área de olho do lombo (AOL) e espessura da gordura subcutânea (EGS). O índice de compactidade da carcaça indica a deposição de tecido por unidade de área (LIMA JR. et al., 2014) e a especialização da produção de carne pelos grupos genéticos (FERNANDES JÚNIOR et al., 2013), indicando que os animais do tratamento controle apresentaram deficiências nutricionais.

A avaliação da EGS foi diferente ($p < 0.05$) entre o tratamento controle e os tratamentos com palma miúda. Todas as carcaças apresentaram baixo EGS; no entanto, mesmo apresentado pouca gordura subcutânea não teve efeito marcado nas perdas de peso por resfriamento. A pouca quantidade de gordura acumulada no tecido subcutâneo pode ser porque a gordura apresenta desenvolvimento contínuo durante toda a vida do animal, sendo a mais precoce a deposição na região renal e pélvica; depois, seria a gordura subcutânea com deposição intermediária, e a de marmorização a mais tardia (CEZAR & SOUZA, 2007). Segundo Moreno et al. (2014), a EGS mínima desejável varia de 3 a 5 mm, visto que a gordura protege a carcaça do efeito negativo da perda de peso por resfriamento (SANTOS et al., 2015). Outro fator importante na deposição de gordura interna é que nos ovinos nativos das regiões semiáridas é uma estratégia de adaptação ao ambiente para a sobrevivência, principalmente em épocas de escassez de alimentos (MEDEIROS et al., 2011). A raça Santa Inês apresenta valores, em média, de 0,44 e 2,28 mm para a EGS e 3,27 e 4,63 mm para a medida GR (ASSIS MARQUES et al., 2016,

CARTAXO et al., 2011, NOBREGA et al ., 2013), sendo assim, as diferenças observadas nestas variáveis estão associadas ao menor tamanho da carcaça dos animais no tratamento controle.

Tabela 4. Medidas morfométricas (cm) de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma e restrição de água.

Variáveis	Tratamento					Água			TxA ¹	
	Controle	30	50	70	P	Com	Sem	P	P	EQM
Comprimento externo da carcaça	51,83	54,22	53,63	53,5	0,69	54,11	53,47	0,25	0,44	2,46
Comprimento interno da carcaça	61,33	64,86	64,9	62,66	0,16	64,23	63,97	0,51	0,80	3,23
Perímetro do tórax	62,16*	65,4	66,54	66,41	0,63	66,17	66,08	0,76	0,17	2,96
Perímetro garupa	51,75	52,9	53,9	53,91	0,77	53,1	53,76	0,91	0,99	2,93
Perímetro perna	36,0	36,45	37,68	35,75	0,25	36,35	36,85	0,57	0,58	2,63
Comprimento externo da perna	35,66	35,9	37,00	36,08	0,41	36,29	36,35	0,87	0,93	1,84
Comprimento interno da perna	34,16	35,9	36,04	35,33	0,62	35,97	35,94	0,40	0,64	1,89
ICC ² (kg/cm)	0,18*	0,21	0,20	0,20	0,58	0,21	0,21	0,84	0,44	0,01
AOL cm ²	10,90*	13,23	14,31	13,49	0,39	14,48	12,86	0,03	0,18	2,02
Avaliação gordura pelvico-renal	2,33	2,27	1,88	2,27	0,10	2,06	2,18	0,44	0,70	0,41
Espesura da gordura subcutânea (mm)	1,50*	2,00	2,30	2,75	0,23	2,70	2,00	0,19	0,40	0,10
Medida Grade Rule (mm)	4,8*	6,09	6,09	6,65	0,80	6,57	6,00	0,67	0,79	0,22
Conformação	2,33	2,36	2,27	2,41	0,81	2,29	2,41	0,69	0,20	0,49
Acabamento	2,16	2,36	2,45	2,58	0,57	2,41	2,52	0,28	0,46	0,50

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

² Índice de compactidade da carcaça

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0.05$) entre os níveis de inclusão de palma miúda na dieta em relação aos cortes comerciais (Tabela 5), obtendo-se pesos absolutos médios de 0,89; 1,20; 1,97; 0,94; e 2,02 kg para lombo, paleta, perna pescoço e costela, respectivamente. A restrição de água também não teve efeito sobre o peso dos cortes. Foram encontradas diferenças entre o tratamento controle e a utilização de palma forrageira nas dietas, observando-se pesos menores para o tratamento controle e o peso máximo foi observado a 46,15; 38,4 e 50 % de inclusão de palma miúda e água para a paleta, perna e pescoço,

respectivamente. Carcaças com pesos similares originam cortes com pesos similares, isto pode ser explicado pela lei de harmonia anatômica a qual menciona que em carcaças com pesos similares todas as regiões do corpo estarão nas mesmas proporções, sem importar a conformação (MACIEL et al., 2015). Resultados similares aos deste trabalho foram encontrados por Araújo et al. (2009), trabalhando com ovinos mestiços alimentados com palma forrageira, ressaltando a ampla vantagem que tem o pernil em relação a outros cortes.

Levando em conta o valor comercial, os considerados como cortes de primeira (lombo + pernil) apresentaram rendimentos médios de 41,15%; os cortes de segunda (costilhar + paleta), 45,38%; e os cortes de terceira categoria (pescoço) 13,4 %. Estes valores representam um adequado valor comercial, pois quanto maior a proporção dos cortes de primeira e menor a de terceira, melhor será o valor comercial (NOBREGA et al., 2013).

O valor da carcaça está influenciado pela quantidade de carne que apresenta, e o método mais seguro para determinar a composição tecidual da carcaça é a dissecação. Em ovinos, tem-se observado que a dissecação da perna constitui um bom indicador da proporção de músculo osso e gordura na carcaça inteira (CEZAR E SOUZA, 2007).

Tabela 5. Pesos dos cortes comerciais de carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira.

Variáveis	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹	
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	P
Peso absoluto (kg)										
Lombo	0,73*	0,94	0,88	0,87	0,40	0,91	0,88	0,26	0,52	0,13
Paleta	0,99*	1,21	1,23	1,17	0,30	1,205	1,207	0,60	0,83	0,10
Perna	1,71*	2,04	1,96	1,93	0,24	1,971	1,99	0,76	0,40	0,17
Pescoço	0,76*	0,95	0,94	0,95	0,99	0,94	0,961	0,53	0,06	0,10
Costilhar	1,55*	2,09	2,03	1,96	0,36	2,03	2,02	0,35	0,37	0,23
Rendimento do corte (%)										
Lombo	12,65	12,93	12,72	12,50	0,73	12,94	12,49	0,39	0,51	1,49
Paleta	17,37	16,79	17,50	16,99	0,10	17,11	17,10	0,97	0,18	0,79
Perna	29,69*	28,25	27,85	28,01	0,61	28,18	27,89	0,33	0,62	0,94
Pescoço	13,30	13,23	13,23	13,84	0,58	13,40	13,61	0,29	0,25	1,51
Costilhar	26,96*	28,78	28,71	28,42	0,81	28,64	28,62	0,41	0,61	1,53

**Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

O peso da perna reconstituída, músculos e gordura foram diferentes ($P < 0.05$) entre o tratamento controle e os tratamentos com inclusão de palma miúda, apresentando valores menores no tratamento controle. O rendimento dos músculos, ossos, gordura, outros tecidos não foram influenciados ($P > 0.05$) pela inclusão de palma miúda nas dietas nem pela restrição de água (Tabela 6). Silva et al. (2014) trabalharam com ovinos Santa Inês alimentados com resíduo de goiaba, 2,34 Mcal de EM e abatidos com 32 kg, e observaram resultados semelhantes em relação às proporções de músculo (64,75%), osso (21,25%) e gordura (5,85%), e ressalta que o crescimento dos tecidos segue a lei de harmonia anatômica, seguido a ordem osso, músculo e, finalmente, a gordura. Assim como no peso dos cortes, é possível afirmar que a palma miúda influencia o peso absoluto dos tecidos que compõem as carcaças de cordeiros Santa Inês.

A relação músculo:osso e músculo:gordura não foram influenciadas pelos tratamentos ($P > 0,05$), estas relações são indicativas do rendimento da porção comestível, ou seja, quanto maior seja a relação músculo:osso, maior musculosidade e menor o estado de adiposidade (relação músculo:gordura) (CÉZAR E SOUSA, 2010). Valores semelhantes para carcaças de ovinos Santa Inês de 11 kg em média, com relação músculo:osso de 3,02 a 3,53 e músculo:gordura de 5,53 a 9,32, indicando, assim, que estes cordeiros apresentam maior percentual de porção comestível na perna (CARTAXO et al., 2011, NOBREGA et al., 2013) concluindo que estes valores apresentam relações satisfatórias entre músculo, osso e gordura.

O efeito da dieta e a restrição de água sobre o índice de musculosidade da perna (IMP) foi significativo ($P < 0,05$), observando-se diferenças de 0,39; 0,40; 0,36, nos tratamentos 30, 50 e 70% de inclusão com água, respectivamente. No tratamento com 70% de inclusão de palma miúda foi observada diferença nos tratamentos com água e sem água sendo 0,36, 0,39 respectivamente. O IMP reflete a relação músculo:osso da carcaça. Quanto maior o IMP maior a proporção de carne na carcaça. Diferenças na musculosidade podem variar em decorrência de diversos fatores (CARTAXO et al., 2011).

Tabela 6. Peso e rendimento dos constituintes teciduais da perna de ovinos Santa Inês alimentados com palma e restrição de água.

Variáveis	Tratamento					Água			TxA ¹	
	Control _e	30	50	70	P	Com	Sem	P	P	EPM
Perna Rec.	1,67*	1,91	1,89	1,90	0,9	1,93	1,88	0,3	0,36	0,18
Músculos (kg)	1,17*	1,35	1,33	1,28	0,4	1,31	1,32	0,9	0,10	0,12
Ossos (kg)	0,33	0,35	0,35	0,34	0,6	0,35	0,34	0,2	0,52	0,04
Gordura (kg)	0,12	0,15	0,14	0,15	0,7	0,14	0,16	0,3	0,20	0,03
Out. Tecidos (kg)	0,05	0,07	0,06	0,11	0,3	0,10	0,06	0,2	0,37	0,09
Músculos (%)	69,91	70,2	70,2	67,8	0,2	68,3	70,2	0,1	0,59	3,68
Ossos (%)	20,09	18,2	18,9	18,0	0,6	18,7	18,1	0,4	0,94	2,53
Gordura (%)	7,50	8,07	7,77	8,30	0,7	7,54	8,51	0,1	0,42	1,77
Out. Tecidos (%)	2,47	3,45	3,04	5,80	0,1	5,38	3,05	0,1	0,34	3,82
Músculo:Osso	3,50	3,94	3,79	3,78	0,8	3,69	3,96	0,2	0,87	0,61
Músculo:Gordura	9,64	9,21	9,18	8,69	0,7	9,35	8,72	0,3	0,72	2,13
IMP ²	0,38	0,38	0,39	0,38	0,4	0,38	0,38	0,5	0,04 ³	0,02

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

² Índice de musculosidade da perna

³ Interação significativa entre os tratamento e com água (0,39^{ab}; 0,40^a; 0,36^b, nos tratamentos 30, 50 e 70 respectivamente).

⁴ Interação significativa no tratamento com 70% de inclusão de palma miúda (0,36^b, 0,39^a; nos tratamentos com água e sem água respectivamente).

A inclusão de palma forrageira na dieta teve efeito significativo ($P < 0.05$) para o peso do aparelho respiratório, aparelho reprodutor, peso do coração, fígado, baço, cabeça e pele em relação ao tratamento controle (Tabela 7). As diferenças observadas podem estar relacionadas ao peso final dos animais, pois mesmo os animais sendo sacrificados com 32 kg, o peso em jejum foi menor para o tratamento controle e 70% (19,9 e 23,4 kg). De acordo com Ferreira et al. (2000), o peso de alguns órgãos, como o coração e aparelho respiratório não são afetados pelo nível energético de alimentação, pois estes órgãos têm prioridade na utilização dos nutrientes ao terem desenvolvimento isométrico (GARCIA et al., 2014).

As diferenças observadas no fígado e baço entre o tratamento controle e os tratamentos com inclusão de palma miúda, podem estar relacionadas a sua taxa metabólica, quando sua atividade é intensificada como consequência a um aumento no nível de energia na dieta, estes órgãos terão maior desenvolvimento para conseguir atender a demanda do metabolismo dos nutrientes (ARAÚJO CAMILO et al.,2012).

Tabela 7. Componentes não carcaça de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de palma miúda e restrição de água

Variáveis	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹	
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	EPM
Sangue (kg)	1,14	1,18	1,18	1,09	0,46	1,15	1,14	0,68	0,13	0,20
Ap.										
Respiratório (g)	717	725 ^a	801 ^b	510 ^c	0,001	648 ^b	699 ^a	0,04	0,43	67,43
Ap.										
Reprodutor (g)	388	435	434	516,0	0,02	447	480	0,23	0,64	83,13
Coração (g)	105*	124 ^{ab}	125 ^a	110 ^b	0,03	118	121	0,95	0,25	14,57
Fígado (g)	374*	498	513	497	0,89	504	502	0,55	0,81	79,21
Baço (g)	41*	55,90	46,81	51,87	0,07	54,11	48,97	0,21	0,89	9,27
TGIvazio (kg)	1,55	1,60 ^{ab}	1,72 ^a	1,43 ^b	0,03	1,62	1,54	0,30	0,67	0,25
Cabeça (g)	1,54*	1,85	1,88	1,74	0,13	1,80	1,84	0,80	0,91	0,08
Patas (g)	710*	798	785	785	0,87	802	776	0,36	0,49	78,50
Pele (kg)	1,65*	2,32	2,29	2,3	0,85	2,40	2,25	0,21	0,30	0,25
Peso buchada (kg)	3,56	3,84	3,97	3,64	0,23	3,82	3,82	0,52	0,79	0,46
Rendimento Buchada (%)	18,37*	15,49	16,41	15,54	0,64	15,84	15,77	0,77	0,58	2,63

*Diferença significativa para contraste ortogonal Controle vs Palma forrageira.

EQM= erro quadrático médio.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

¹ Interação tratamento x água.

L= Linear; Q = Quadrático

Ap. respiratório $\hat{y} = 689,25 + 7,68x - 0,140x^2$ $R^2 = 0,801$ L(0,0007) Q(0,0001)

TGIvazio $\hat{y} = 1,525 + 0,009x - 0,0001x^2$ $R^2 = 0,947$ L(0,09) Q(0,043)

As diferenças observadas no peso da cabeça e da pele entre os tratamentos com palma e o controle estão relacionadas às diferenças de peso no abate, observando-se animais mais leves no tratamento controle. Diferenças no peso do

trato gastrointestinal nos tratamentos com palma miúda podem estar relacionadas com o desenvolvimento do animal, pois o rúmen- retículo apresenta crescimento tardio ($b > 1$) (ROSA et al., 2002), e com o consumo de nutrientes. Dietas com maior digestibilidade resultam em menor tempo de permanência no trato digestivo, e conseqüentemente menos desenvolvimento deste órgão (ARAÚJO CAMILO et al., 2012). Assim neste experimento conforme o nível de inclusão aumento, maior limitação no consumo de matéria seca e menor tempo de retenção no trato gastrointestinal. A medida que aumentava o nível de inclusão de palma forrageira na alimentação maior era a limitação no consumo de MS e menor era o tempo de retenção no trato gastrointestinal.

O peso da “buchada” e o rendimento de “buchada” não foram diferentes entre tratamentos apresentando em média 3,76 kg e 16,45% respectivamente. Os rendimentos da “buchada” variam entre 14,2 a 24,82 (BEZERRA et al., 2010, COSTA et al., 2010). Estas variáveis são importantes desde o ponto de vista econômico, pois o aproveitamento das vísceras na cadeia produtiva é de grande importância, seja na alimentação humana tanto como na elaboração de farmacêuticos, cosméticos, ração animal entre outros. No Nordeste do Brasil, a “Buchada” é um prato tradicional de grande aceitação entre os consumidores, e representa 25% da receita obtida com a comercialização das carcaças ovinas e caprinas (COSTA et al., 2005).

CONCLUSÕES

A inclusão de palma miúda na dieta de ovinos Santa Inês melhora o peso ao abate, o peso da carcaça e como consequência o seu rendimento verdadeiro e rendimento dos cortes. A restrição de água de bebida em animais alimentados com dietas contendo palma miúda não influencia o desempenho dos animais, podendo ser utilizada como suplemento hídrico, desde que atenda às exigências dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, [s.l.], v. 98, n. 1-3, p.83-92, jun. 2011. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>.

ARAÚJO CAMILO, D. et al. Peso e rendimento dos componentes não-carcaça de ovinos Morada Nova alimentados com diferentes níveis de energia metabolizável. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.2429-2440, 2012.

ARAÚJO, G.G.L.D et al. Substituição da raspa de mandioca por farelo de palma forrageira na dieta de ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.448-459, 2009. Disponível em : <http://repositorio.ufba.br/ri/handle/ri/1974>, janeiro , 20017.

ASSIS MARQUES, B. A. et al. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de ovinos Santa Inês em função da relação volumoso: concentrado na dieta, com e sem gordura protegida. **Rev. Acad. Ciênc. Anim**, v.14, p.93-100, 2016.

AZEREDO, D. M. et al. Morfologia in vivo e da carcaça e características produtivas e comerciais em ovinos Corriedale não castrados, castrados e criptorquidas abatidos em diferentes idades. **Current Agricultural Science and Technology**, v.12, n.2, 2014.

BEZERRA, S.B.L. et al. Componentes não integrantes da carcaça de cabritos alimentados em pastejo na Caatinga. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45n.7, p.751-757, 2010.

CÂNDIDO, M.J.D. et al. Cultivo de palma forrageira para mitiar a escassez de forragem em regiões semiáridas. **Banco do Nordeste do Brasil**. Informe Rural, v.7, n.3, 2013.

CARTAXO, F. Q. et al. Características quantitativas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e abatidos em diferentes condições corporais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38,n.4, p.697-704, 2009.

CARTAXO, F.Q. Características quantitativas da carcaça de cordeiros de diferentes genótipos submetidos a duas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.10, p.2220-2227. 2011.

CARVALHO, Z.G. et al. Met cuts non-carcass of sheep finished on pasture with different levels of supplementation. **Semina: Ciências Agrárias**, v.36:p.409-420, 2015.

CEZAR, M.F.; SOUZA, W.H..**Carcças Ovinas e Caprinas: obtenção, avaliação e classificação**. Uberaba, MG: Edit. Agropecuária Tropical, p.147, 2007.

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

COSTA, R.G. et al. Qualidade físico-química, química e microbiológica da "buchada" caprina. **Revista Higiene Alimentar**, v.19, n.130, p.62-68, 2005.

COSTA, R. G. et al. Influence of animal gender and production system on the carcass characteristics of goats of the Blanca Serrana Andaluza breed. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.382-386, 2010.

COSTA, R. G. et al. Características de carcaça de ovinos Santa Inês e Morada Nova abatidos com diferentes pesos. **Actas Iberoamericanas de Conservación Animal**, v.1,p. 231-234, 2011.

COSTA, R. G. et al. Utilização de diferentes metodologias para determinação da área de olho de lombo em ovinos. **Archivos de zootecnia**, v.61, n.236, p.615-618, 2012.

CUNHA, M.D.G.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37: p.1112-1120, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, G. A., et al. "Genotype effect on carcass and meat quality of lambs finished in irrigated pastures in the semiarid Northeastern Brazil." **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.4 ,p.1208-1216, 2013.

FERREIRA, M.A. et al. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista brasileira de zootecnia**, v.29: p.1174 – 1182, 2000.

GALVÃO JÚNIOR, J.G.B. et al., Palma forrageira na alimentação de ruminantes: cultivo e utilização. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.8, n.2, p. 78-85, 2014.

GARCÍA, I.F.F. et al. Crescimento alométrico dos não componentes da carcaça de cordeiros cruzados. **Ciência Rural**, Santa Maria,v. 44, p. 1229-1235, 2014.

LIMA JR, D.M. et al. Effect of the replacement of Tifton 85 with Maniçoba hay on the performance of Morada Nova hair sheep. **Tropical animal health and production**, v.46, n.6, p. 995-1000, 2014.

MACIEL, M.V. et al. Carcass and non-carcass characteristics of sheep fed on cassava (*Manihot pseudoglaziovii* Pax & K. Hoffm.). **Chilean journal of agricultural research** v.75, n.3, p. 307-312, 2015.

MEDEIROS, G. R. et al. Efeito dos níveis de concentrado sobre as características de carcaça de ovinos Morada Nova em confinamento¹. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, 718-727, 2009.

MEDEIROS, G. R. et al. Estado de engorduramento de carcaça de ovinos Santa Inês e Morda Nova abatidos com diferentes pesos. **Archivos Iberoamericanos de conservación Animal**, v1: p.243-246, 2011.

MORENO, G.M.B. et al. 2014. Rendimentos de carcaça, cortes comerciais e não-componentes da carcaça de cordeiros Santa Inês alimentados com feno de erva-sal e concentrado. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.15, n.1, p.192-205, 2014.

NÓBREGA, G. H. et al. Regime alimentar para ganho compensatório de ovinos em confinamento: composição regional e tecidual da carcaça. **Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia**, v.65, n.2, p.469-476, 2013.

PURCHAS, R. W.; DAVIES, A. S.; E ABDULLAH, A. Y. An objective measure of muscularity: changes with animal growth and differences between genetic lines of Southdown sheep. **Meat science**, v.30, n.1, p.81-94, 1991.

ROSA, G.T. et al. Proporções e coeficientes de crescimento dos não componentes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31: p.2290-2298, 2002.

SANTOS, C. L. D. et al. Desenvolvimento relativo dos tecidos ósseo, muscular e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.30, n.2, p.487-492, 2001.

SANTOS, A. C. P.et al. Desempenho e características de carcaça de cordeiros alimentados com silagem de bagaço de laranja. **Archives of Veterinary Science**, v.20, n.3, p.134-139, 2015.

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

CAPÍTULO 4

**Modificações morfométricas ruminais e intestinais em ovinos
utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de
água**

**Modificações morfométricas ruminais e intestinais em ovinos
utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de
água**

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da restrição de água de bebida, utilizando palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) como fonte de água e determinar o melhor nível de inclusão, sobre as características morfométricas do rúmen e do intestino de ovinos Santa Inês, assim como, a relação da morfometria com o ganho de peso diário e conversão alimentar. Foram utilizados 42 ovinos Santa Inês (± 100 dias; ± 18.74 kg). Os animais foram alimentados com dietas de 0, 30, 50 e 70% de inclusão de palma e água *ad libitum*, com exceção dos animais em restrição, até atingir 32.0 kg (± 1.0 kg) de peso corporal ou 90 dias. Após o abate, foram coletadas amostras biológicas de rúmen e intestino as quais foram processadas histologicamente sendo avaliadas as variáveis: comprimento e largura de papilas ruminais, espessura da musculatura ruminal e altura da mucosa intestinal. A restrição de água não teve influência nas variáveis estudadas. Foram observados melhores ganhos de peso diário e maior peso do trato gastrointestinal nos níveis de substituição 30% e 50%. A conversão alimentar foi melhor nos tratamentos com palma forrageira em relação ao controle. Observou-se maior comprimento de papila ruminal nos tratamentos utilizando palma forrageira. A interação entre água e tratamento teve efeito significativo, observando-se maior comprimento da papila com 70% de palma forrageira e oferta de água; efeito contrário foi observado para o tratamento 30%. A largura da papila ruminal foi maior para o tratamento controle e 70%. Já a espessura da musculatura ruminal aumentou com a adição e maior proporção de palma. A altura da mucosa intestinal diminuiu com o tratamento 70%. A inclusão de palma forrageira na dieta de ovinos, em todos os níveis estudados, melhora a morfometria ruminal dos ovinos, possibilitando maior absorção de ácidos graxos voláteis, entretanto, níveis elevados produzem diminuição na mucosa intestinal o que leva a uma menor absorção intestinal.

Palavras chave: Morfologia ruminal, mucosa intestinal, restrição hídrica, semiárido.

Characteristics of rumen and intestinal tissues of sheep with different dietary levels of forage cactus and water restriction

ABSTRACT

The present study aimed to evaluate the effects of water restriction and the use of forage cactus on the morphometric characteristics of rumen and intestinal tissues of Santa Inês sheep, as well as their relation with the daily weight gain and feed conversion ratio. In total, 42 Santa Inês sheep were used (± 100 days and ± 18.74 kg). The animals received diets with 0, 30, 50 and 70% of forage cactus and water ad libitum, except for animals under water restriction, until they reached 32 kg (± 1.0 kg) of body weight or 90 days of confinement. After slaughter, rumen and intestinal tissue samples were collected on and were fixed in 10% formaldehyde, followed by standard histological processing for analysis. Were measured the length and width of rumen papillae, thickness of the rumen muscle layer and the height of the intestinal mucosa. The experimental design followed a 3 (inclusion of forage cactus) $\times$ 2 (with water and without water) factorial arrangement. The variables were analyzed using Tukey's test at 5% significance. Water restriction had no influence on the studied variables. Were observed better daily weight gains with the substitution levels 30% and 50%. The feed conversion ratio was better with the forage cactus than in the control treatment. The weight of the gastrointestinal tract was higher levels 30 and 50%. There were differences compared with the control treatment, with longer rumen papillae in treatments using forage cactus. The interaction between water and treatment was significant, and a greater length was observed with 70% of forage cactus and water supply; an opposite effect was observed for the treatment with 30% inclusion. The widths of rumen papillae were greater for the control treatment and the 70% treatment. Rumen muscle thickness was greater when forage cactus was added, compared to the control treatment. The intestinal mucosal height decreased with the 70% treatment. The inclusion of forage cactus in sheep diet improves the rumen morphology in sheep. However the forage cactus in high levels decreases the intestinal mucosa which leads to decreased intestinal absorption.

Keywords: Histology; intestinal mucosa; *Nopalea cochenillifera*; rumen morphology

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água em regiões áridas e semiáridas é limitante na produção pecuária, principalmente durante o período seco, quando os animais tem pouco acesso à fontes de água e a forragem apresenta um baixo teor de umidade e baixa qualidade nutricional. O consumo de água na produção pecuária é muito importante, pois a diminuição no consumo de água reduz o consumo de matéria seca, pois a água é necessária para um transito normal de alimento no trato gastrointestinal (ABIOJA et al., 2010; ALAMER & AL-HOZAB, 2004)

A água além de ser obtida pela bebida também pode ser obtida pelos animais através dos alimentos, principalmente alimentos muito úmidos, entre os quais se encontram plantas suculentas, como a palma forrageira (ARAÚJO et al., 2010). A palma forrageira é utilizada como forragem em diferentes sistemas de produção, sendo que sua composição apresenta 7-16% de matéria seca (MS), 4-7% de proteína bruta (PB), 16-35% de fibra detergente neutro (FDN), 2-3% de extrato etéreo (EE) e 15-25% de conteúdo mineral, dependendo da espécie e cultivar. A digestibilidade da palma forrageira varia de 60-75%, pois é rico em carboidratos não estruturais e nutrientes digestíveis totais, aumentando a atividade microbiana e a concentração de ácidos graxos voláteis (AGVs), favorecendo melhor produção de energia para o animal (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; BISPO et al., 2007; MELAININE et al., 2003).

Nos ruminantes em crescimento, variações no tipo e forma dos nutrientes oferecidos ao trato gastrointestinal podem alterar a proliferação celular epitelial, o uso total dos nutrientes e finalmente os nutrientes disponíveis para o crescimento (BALDWIN et al., 2004). O desenvolvimento do epitélio ruminal é crucial para a utilização de nutrientes (WANG et al., 2009), uma vez que o mesmo responsável pela absorção, transporte de nutrientes e metabolismo de ácidos graxos. Diversos estudos têm demonstrado que o seu desenvolvimento está associado ao tipo de alimento e à produção de AGVs que estes alimentos produzem (COSTA et al., 2008; PENNER et al., 2014; ZITNAN, et al., 2003). O intestino delgado por sua vez possui uma capacidade adaptativa para mudar sua microestrutura, dependendo das exigências de nutrientes do animal, sendo observado incremento no numero e tamanho de vilosidades ou na altura

de mucosa, associado positivamente com melhor absorção de nutrientes e eficiência energética (MONTANHOLI et al., 2013).

Algumas pesquisas têm avaliado o consumo de água pelos animais quando utilizado a palma forrageira na alimentação (BISPO et al., 2007; GEBREMARIAN et al., 2006; TEGENGE et al., 2007), observando que há uma redução no consumo voluntário de água no bebedouro. Entretanto, não existem trabalhos que avaliem o efeito da restrição total de água no bebedouro, ao utilizar a palma forrageira, bem como a influência desses fatores sobre o epitélio ruminal e intestinal em ovinos. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da restrição de água de bebida, utilizando palma forrageira como fonte de água e determinar o melhor nível de inclusão, sobre as características morfométricas do rúmen e do intestino de ovinos Santa Inês, assim como, a relação da morfometria com o ganho de peso diário e conversão alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) no município de Rio Largo, Alagoas, Brasil, latitude de 9°27'S e 35°27'W longitude; a altitude média de 127 m acima do nível do mar, o local apresentou temperatura media mínima de 23,9 °C e máxima e 33,14 °C, com umidade relativa de 25,77. Este trabalho de pesquisa foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal de Alagoas com o numero 56/2016.

Foram utilizados 42 ovinos machos inteiros da raça Santa Inês, com idade e peso médio de 100 dias e 18.74 ± 2.05 kg, respectivamente. Os animais foram mantidos em baias individuais, equipadas com comedouro e bebedouro; foram distribuídos de forma inteiramente casualizada em arranjo fatorial 3 (níveis de palma) x 2 (água ou sem água de bebida) mais um grupo controle (n= 6). Os animais foram alimentados com dietas contendo 0, 30, 50 e 70% de inclusão de palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) em substituição ao feno de capim Tifton, formuladas com base no NRC (2007) para ganhos de 200g por dia (Tabela 1) e 30% de concentrado a base de milho, soja, sal mineral e óleo de soja. Os animais receberam as dietas diariamente proporcionando 10% de sobras, até atingir o peso de abate de 32 kg (± 1.0 kg) de peso corporal ou 90 dias. A água foi fornecida *ad libitum* para os animais nos tratamentos com água, sendo o consumo voluntário de água foi registrado a cada 24 horas, durante todo o experimento. Foram oferecidos 5 kg de água, diariamente, e as sobras eram pesadas e descartadas para uma nova oferta de água limpa. O consumo total de água foi calculado como a água consumida voluntariamente mais a água contida nos alimentos.

Os animais foram pesados no início do período experimental e a cada sete dias, até o final do experimento. As pesagens eram realizadas no período da manhã, antes do fornecimento da dieta, avaliando assim o ganho de peso total (GPT) e o ganho de peso diário (GPD). A conversão alimentar (CA) foi calculada através do consumo diário de matéria seca (MS) dividido pelo GPD.

Ao final do experimento, os animais foram sacrificados e o trato gastrointestinal (TGI) foi separado, esvaziado, lavado com água fria e pesado. Foram coletadas as amostras (1cm²) da região cranio- dorsal do rúmen e de 1 cm do duodeno (nos primeiros

10 cm do duodeno), de cada animal. As amostras de tecido foram fixadas com formaldeído 10% seguido de processamento histológico padrão (RAMOS et al., 2011) no Laboratório de Histologia da Universidade Federal da Paraíba (UFPB). Os cortes foram realizados em micrótomo a 5 µm e corados com hematoxilina e eosina. Foram digitalizadas 5 fotomicrografias de cada tecido por animal em microscópio Olympus BX-51 (Olympus) acoplado a câmera digital KS 400.3 (Zeiss) com o software Motic Plus 2.0 (Motic) para mensuração das estruturas imagens. As mensurações avaliadas foram: largura (região média das papilas) e comprimento de cada papila ruminal (da base ao ápice das papilas), altura de mucosa intestinal (epitélio, lâmina própria e camada muscular da mucosa) e espessura da musculatura ruminal (dois feixes de músculo liso). Foram realizadas 2 mensurações por fotomicrografia, perfazendo um número amostral de 420 (7 grupos x 6 animais por grupo x 5 fotomicrografias por animal x 2 mensurações por fotomicrografia).

Tabela 1. Composição porcentual dos ingredientes nas dietas experimentais em base na matéria seca.

Ingredientes	Inclusão de palma forrageira (%)			
	Controle	30	50	70
Palma forrageira	0,00	30,00	50,00	69,04
Feno tifton	70,00	40,00	20,00	4,91
Milho	18,30	13,80	10,30	4,70
Soja	7,00	13,00	17,50	19,70
Sal mineral	1,70	1,70	1,70	1,65
Óleo de soja	3,00	1,50	0,50	0,00
<i>Composição química (% MS)</i>				
Matéria seca	88,67	34,11	24,19	18,94
Matéria orgânica	92,35	90,16	88,68	87,23
Matéria mineral	7,89	9,71	10,95	12,21
Proteína bruta	11,45	12,43	13,28	13,23
Extrato etéreo	5,06	3,54	2,51	1,93
Fibra em detergente neutro	58,03	42,25	31,74	24,15
Carboidratos totais	75,60	74,32	73,26	72,63
Carboidratos não fibrosos	17,57	32,07	41,52	48,48
Nutrientes digestíveis totais	63,72	66,35	68,08	69,00
Palma Forrageira: DM-14.0; CP-4.0; NDF-28.0; EE-2.69; TC-72.04; CNF-44.04%				

As variáveis foram analisadas usando o procedimento PROC GLM de SAS (Version 9.2: SAS Institute INC., Cary NC). Foi utilizado o teste Contraste Ortogonal

para comparação do tratamento controle (0%) com os tratamentos com inclusão de palma forrageira. Os dados dos tratamentos apenas com inclusão de palma (30,50 e 70%) e do fornecimento de água (com ou sem água) foram analisados pelo teste de Tukey, para o nível de 5% de probabilidade. Sendo o modelo matemático:

$$y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + \varepsilon_{ijk}$$

y_{ijk} é o efeito do i -ésimo nível do fator A (níveis de inclusão de palma forrageira), j -ésimo nível do fator B (Com água ou sem água) e k -ésima repetição; μ é uma constante (média geral); A_i é o efeito do i -ésimo nível de palma forrageira; β_j é o efeito do j -ésimo nível de água; $(AB)_{ij}$ é o efeito da interação entre τ_i e β_j ; ε_{ijk} é o componente do erro aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A restrição de água e a interação com os tratamentos não teve efeito sobre as variáveis de desempenho (Tabela 2). O consumo de MS diminuiu ($P<0.05$) com a inclusão de palma forrageira, registrando-se os menores consumos nos animais do tratamento com 70% de inclusão. O consumo de água total foi significativamente maior ($P<0.05$) entre os tratamentos com palma em comparação com a dieta controle, devido à baixa quantidade de matéria seca e alto teor de umidade que apresenta a palma forrageira. Observou-se que quanto maior o nível de inclusão de palma, maior o consumo total de água. Em relação à restrição de água, os animais que tiveram acesso *ad libitum* consumiram mais água que os animais sem água ($P<0.05$).

A diminuição no consumo de água, reduz o consumo de matéria seca em ovinos (AGANGA et al., 1990). Esta redução no consumo de alimento traz como consequência diminuição no desempenho produtivo do animal. No entanto, os resultados observados no presente estudo demonstram que a palma forrageira é uma possível fonte de água, pois o consumo total de água foi maior quando utilizada a palma forrageira comparada com o tratamento controle, e que quanto maior o nível de inclusão de palma forrageira, maior é o consumo total de água.

O peso inicial e o peso final não diferiram significativamente entre os níveis de palma forrageira. O ganho de peso diário (GPD) foi maior para os níveis de substituição 30% (167 g/d) e 50% (153g/d). A conversão alimentar (CA) não diferiu ($P>0.05$) entre os tratamentos com palma forrageira, observando-se uma CA média de 5.49. No entanto, no tratamento controle a CA foi de 7.97 ($P<0.05$). A palma forrageira além de fornecer água para os animais, também é uma fonte de nutrientes de alta taxa de digestão ruminal (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011), o que permite que os animais incrementem o consumo de matéria seca (BISPO et al., 2007). Sendo assim, os incrementos no consumo de matéria seca entre os tratamentos com palma forrageira e tratamento controle estariam relacionados à digestibilidade da palma forrageira.

Tabela 2. Peso inicial (PI) peso final (PF) Ganho de peso diário (GPD), Conversão alimentar (CA), Consumo de matéria seca (CMS) e Consumo total de água (CTA) de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira.

Variáveis	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹	
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	EQM
CMS (kg)	0,84*	0,92 ^a	0,80 ^b	0,68 ^c	0,001	0,81	0,80	0,8100	0,1500	0,091
CTA (kg)	2,07*	2,82 ^b	3,19 ^{ab}	3,29 ^a	0,0446	3,41 ^a	2,79 ^b	0,0006	0,8700	0,373
PI (kg)	18,5	18,51	18,12	18,20	0,559	18,43	18,78	0,6240	0,6540	1,726
PF(kg)	27,65*	32,25	31,52	28,31	0,010	31,63	30,75	0,9060	0,95700	2,491
GPD (kg)	0,09*	0,174 ^a	0,155 ^{ab}	0,111 ^b	0,002	0,148	0,146	0,8790	0,6740	0,031
CA	6,65	5,54	5,41	6,31	0,035	5,73	5,75	0,9750	0,9980	1,148

*Diferença significativa para contraste ortogonal: Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. EQM= erro quadrático médio.

¹ Interação tratamento x água.

No entanto, o alto conteúdo de água proveniente da palma forrageira ocupa volume do rúmen de forma considerável o que limita o consumo de MS (GEBREMARIAN et al., 2006), como pode ser observado neste experimento. As diferenças observadas no consumo de matéria seca foram refletidas no GDP. Contudo, no tratamento com 70% de inclusão de palma forrageira, o GDP ainda sim foi melhor que o controle, demonstrando que a alta taxa de digestibilidade da palma forrageira permite também um melhor aproveitamento dos demais ingredientes da dieta melhorando assim a CA.

Observou-se que a restrição de água leva à alterações nas características morfológicas do rúmen com aumento da espessura da musculatura ruminal nos tratamentos com inclusão de água ($P < 0.05$), assim como, alterações na morfologia intestinal observando mucosa intestinal mais espessa nos animais em restrição de água (Tabela 3).

Embora a água aparentemente não tenha influencia sobre a morfologia do trato gastrointestinal, foram observadas diferenças na espessura da musculatura ruminal e na altura da mucosa intestinal. Segundo Rémond et al. (1996) existe a hipótese que concentrações elevadas de ácido butírico, causam um incremento na absorção de água através da parede ruminal e este efeito pode estar relacionado à variações no movimento de eletrólitos. Assim, as diferenças observadas entre os tratamentos com fornecimento de água de bebida e através da palma na morfometria do rúmen e do intestino, podem

estar influenciadas pelo tipo e quantidade de ácidos graxos produzidos com a inclusão da palma forrageira, e também pelos minerais contidos nela, entre os quais se destacam o Ca, P, K e Mg (BATISTA et al., 2013). Estes minerais estão relacionados a sistemas de transporte facilitado e transporte ativo.

Tabela 3. Peso do Trato gastrointestinal (TGI), Comprimento da papila ruminal (CPR), Largura da papila ruminal (LPR), Área da papila ruminal (APR), Espessura da musculatura ruminal (EMR) e altura da mucosa intestinal, de ovinos Santa Inês alimentados com palma forrageira

	Tratamento				P	Água		P	TxA ¹	EPM
	Controle	30	50	70		Com	Sem		P	
TGI (kg)	1,55	1,61 ^{ab}	1,72 ^{ab}	1,43 ^b	0,0400	1,59	1,57	0,8210	0,9700	0,25
CPR (mm)	4,43*	6,57	5,99	6,64	0,6200	6,51	6,32	0,8400	0,0020	3,27
LPR(mm)	0,76*	0,58 ^b	0,61 ^{ab}	0,66 ^a	0,0400	0,59	0,65	0,0800	0,0001	0,19
EMR(mm)	1,86*	1,92 ^b	2,04 ^b	2,32 ^a	0,0001	2,15 ^A	2,04 ^B	0,0007	0,0001	0,51
AMI (mm)	1,83	1,88 ^a	1,84 ^a	1,67 ^b	0,0010	1,67 ^B	1,91 ^A	0,0001	0,0002	0,34

*Diferença significativa para contraste ortogonal: Controle vs Palma forrageira.

Médias seguidas de letras diferentes nas linhas diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade EQM= erro quadrático médio.

¹Interação tratamento x água

Os níveis 30 e 50% de inclusão de palma forrageira na dieta levaram a maiores pesos do TGI vazio ($P < 0.05$). Em vista da capacidade da palma forrageira de aportar água para os animais, as diferenças de peso do TGI estão relacionadas ao consumo de nutrientes. Em animais em crescimento tem sido demonstrado que o consumo de nutrientes tem uma influencia direta sobre o desenvolvimento dos órgãos viscerais (MCLEOLD & BALDWIN, 2000; WOOD et al., 2013) e portanto, o peso do TGI é proporcional ao peso do animal (VIOLA et al., 2009). No presente estudo as diferenças no peso do TGI podem estar relacionadas com um menor desenvolvimento do animal, como observado nos tratamentos controle e 70% de inclusão de palma forrageira. No entanto, o consumo e MS foi menor devido a distensão do trato digestivo provocado pela adição da palma forrageira, limitando o consumo de alimentos mesmo que não sejam atendidas as exigências nutricionais (VAN SOEST, 1994).

Para comprimento das papilas ruminais os níveis de inclusão de palma forrageira não tiveram influência ($P>0.05$), no entanto, as papilas foram maiores quando adicionada palma forrageira na dieta (figura 1 e 2a). A interação entre os tratamentos com inclusão de palma forrageira e restrição de água foi significativa para comprimento da papila. Observou-se que no tratamento com 70% de palma e oferta de água, o comprimento das papilas eram maiores ($P<0,05$) do que no tratamento sem água (7,74 vs. 5,58 mm). O efeito contrário foi observado no tratamento com 30% de inclusão, sendo maior ($P<0,05$) para o tratamento sem água (8,07 vs. 5,26 mm).

Os incrementos no peso do TGI são indicativos de maior desenvolvimento das camadas histológicas (mucosa, submucosa, muscular e serosa) deste órgão. Ben Salem et al.(1996) e Misra et al. (2006), avaliando a produção de AGV's no rúmen de ovinos, observaram que a inclusão de palma forrageira aumenta a produção total de ácidos graxos voláteis, devido ao tipo de carboidratos presente(pectina, xilosa, arabinosa e galactosa), o que explicaria o aumento no comprimento das papilas ruminais para absorver mais AGVs e consequentemente a melhor conversão alimentar (Figura 2) nos tratamentos utilizando palma forrageira. Sendo assim, as diferenças no crescimento das papilas podem estar relacionadas com a maior produção de AGVs.

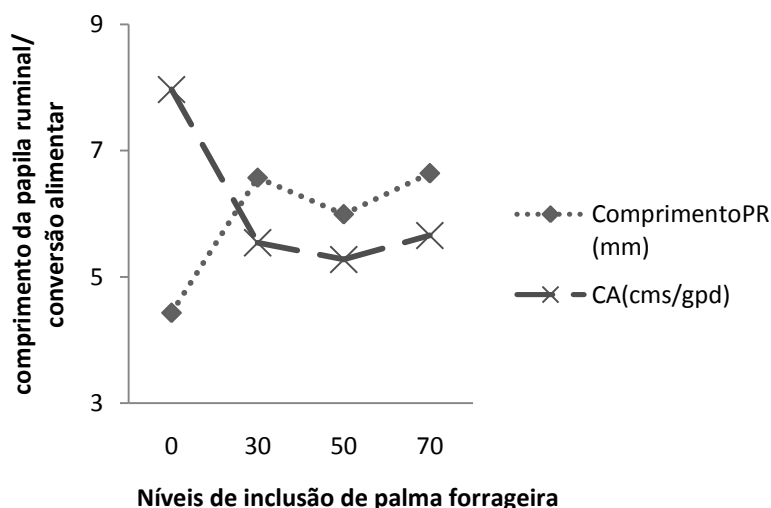


Figura 1. Comprimento das papilas ruminais e conversão alimentar em função dos níveis de inclusão de palma miúda e a restrição de água de ovinos Santa Inês.

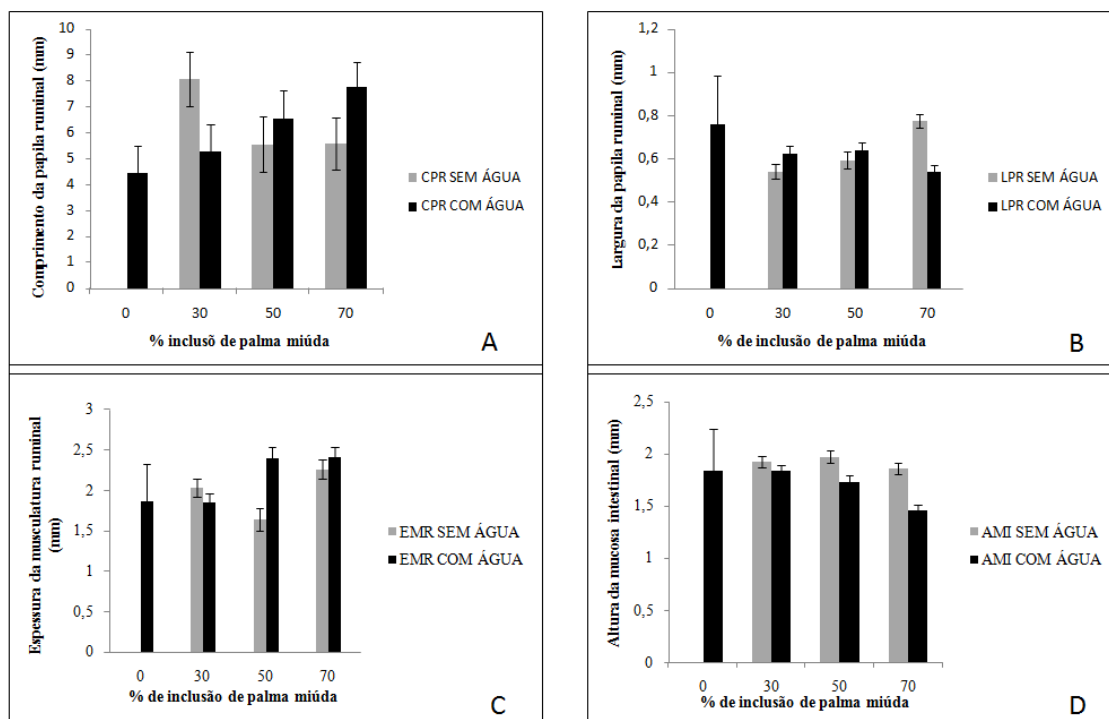


Figura 1 Medidas morfométricas em relação ao desempenho de ovinos Santa Inês alimentados com níveis de palma forrageira.

A largura da papila foi maior para o tratamento controle e tratamento com 70% ($P < 0.05$). Foi observada diferença significativa ($P < 0.05$) no tratamento com 30% de inclusão (Figura 2b), sendo maior a largura no tratamento com fornecimento de água (0,62 vs 0,54 mm). No tratamento com 70% de inclusão a largura foi observada maior no tratamento com restrição de água (0,77 vs. 0,54 mm). Alguns estudos indicam que não há diferenças na largura da papila ruminal (ALVAREZ-RODRIGUEZ et al., 2012; ODONGO et al., 2006; WANG et al., 2009), no entanto, Zitnan et al. (2003), observaram diferenças na largura das papilas ruminiais de animais criados em sistemas extensivo (mais largas) e intensivo (mais finas). Lesmeister et al. (2004) descreveram que diferenças na largura das papilas ruminiais são provocadas, diferentemente da altura, pelo tipo de desmame realizado, não sendo alterado posteriormente. Neste estudo foram observadas papilas mais largas no tratamento controle e 70%, provavelmente estas diferenças estejam relacionadas à falta de consumo de energia, associado ao menor consumo de matéria seca nestes tratamentos.

A espessura da musculatura ruminal foi maior com 70% de inclusão de palma forrageira (Figura 2c). Observou-se diferenças no tratamento com 50% de inclusão de

palma forrageira na dieta e fornecimento de água (2,39 mm) em relação ao tratamento com restrição (1,64 mm). O desenvolvimento da espessura da musculatura pode ocorrer independente do crescimento epiteliale se desenvolver como resultado do movimento para misturar os conteúdos do rúmen, como ocorre com a musculatura lisa em outras vísceras (Harrison et al., 1960). Assim, o tamanho de partícula do alimento é importante para o desenvolvimento da musculatura. Bispo et al. (2010) e Viela et al. (2010) demonstraram que ao incluir palma forrageira na dieta dos ruminantes, o número de ruminações dos animais diminuem devido ao baixo teor de fibra detergente neutro e a pouca efetividade da fibra, para estimular a ruminação. Entretanto, Church (1988) explica que os movimentos do rúmen-retículo ocorrem de forma cíclica, a cada 50 a 70 segundos, e a força da contração dos músculos depende do estímulo nas paredes do rúmen. Portanto, mesmo que quando alimentados com palma forrageira haja redução na ruminação, a palma forrageira provoca distensão ruminal, estimulando as contrações de mistura e esvaziamento do rúmen-retículo, o que leva a um maior desenvolvimento, hiperplasia e hipertrofia, da espessura da musculatura ruminal dos animais alimentados com 70% de palma forrageira. Em adição, a pectina presente na palma forrageira forma um gel viscoso quando misturado com água, gerando assim maior volume, dificultando propelir o alimento através do TGI, gerando assim hipertrofia muscular (BROWN et al., 1979).

A altura da mucosa intestinal foi menor para o tratamento com 70% de inclusão de palma (Figura 2d) em comparação aos demais dos tratamentos ($P < 0.05$). A altura da mucosa intestinal foi diferente ($P < 0.05$) no tratamento com 50% de inclusão de palma forrageira, sendo maiores quando a água de bebida foi restrita, este mesmo efeito foi observado no tratamento com 70% de inclusão.

Nos ruminantes, estudos acerca das características morfométricas do intestino delgado são incipientes, mesmo porque tais animais evoluíram para poder aproveitar a celulose, assim, em animais adultos, os carboidratos solúveis são fermentados completamente no rúmen. Sendo os compartimentos aglandulares do estômago desses animais os mais estudados. Entretanto, vale salientar que quando as dietas são constituídas por altas proporções de grãos de cereais ou altas proporções de amido podem chegar ao intestino sem ser fermentadas. Ademais, diferentes nutrientes que

escapam do processo fermentativo, assim como, os microrganismos do rúmen são digeridos e absorvidos no intestino delgado (CHURCH, 1988; HARMON, 2009).

A mucosa do intestino delgado é um tecido que responde rapidamente às mudanças que dependem das exigências do animal, assim como, do nível energético e protéico da dieta, sendo um dos tecidos com maior nível de turnover (WANG et al., 2009). Assim, incrementos na mucosa intestinal estão associados a uma maior demanda de energia (MONTANHOLI et al., 2013). Portanto, seria esperado que com o incremento de palma forrageira na dieta, também ocorresse um incremento da mucosa intestinal, porém, o baixo conteúdo de fibra da palma forrageira e a sua alta taxa de passagem do rúmen para o intestino (TEGEGNE et al., 2007) provocaram um efeito mecânico sobre a mucosa intestinal provocando uma redução na altura da mucosa intestinal com consequente diminuição da altura das vilosidades intestinais, com a inclusão de 70% da palma forrageira. Tal característica morfométrica proporciona uma menor área de absorção de nutrientes e, conseqüentemente, menor ganho de peso dos animais, além de aumentar a carga energética para renovação da mucosa intestinal (HU et al., 2013; LIMA et al., 2013). A restrição de água também teve efeito na altura da mucosa intestinal, pois o líquido ajuda no transporte do conteúdo gástrico. Assim, a taxa de passagem de conteúdo gástrico dos animais com restrição de água foi reduzida provocando menor abrasão mecânica, apresentando mucosa intestinal mais espessa.

CONCLUSÕES

A restrição de água de bebida em animais alimentados com palma forrageira não influencia o comprimento e largura da papila ruminal, A inclusão de palma forrageira à dieta de ovinos aumenta a altura da papila e a espessura da musculatura ruminal, permitindo uma melhor mistura com outros ingredientes do rúmen e maior absorção de nutrientes, melhorando assim o ganho de peso diário e a conversão alimentar, entretanto, a inclusão de 70% de palma forrageira na dieta leva à diminuição da altura da mucosa intestinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIOJA, M.O. et al. Water restriction in goats during hot-dry season in the humid tropics: feed intake and weight gain. **Archivos de Zootecnia**, v.59, n. 226, p. 195-203, 2010.

AGANGA, A.A. et al. Response to water deprivation by Yankasa Ewes under different physiological states. **Small Ruminant Research**, v. 3, n. 2, p. 109-115, 1990. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488\(90\)90086-L](http://dx.doi.org/10.1016/0921-4488(90)90086-L)

ALAMER, M; AL-HOZAB, A. Effect of water deprivation and season on feed intake, body weight and thermoregulation in Awassi and Najdi sheep breeds in Saudi Arabia. **Journal of Arid Environments**, v.59, p. 71-84, 2004. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jaridenv.2004.01.003>

ÁLVAREZ-RODRÍGUEZ, J. et al. Rumen fermentation and histology in light lambs as affected by forage supply and lactation length. **Research in Veterinary Science**, n.92, p. 247–253, 2012. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.rvsc.2011.03.010>

ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M. et al. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, [s.l.], v. 98, n. 1-3, p.83-92, jun. 2011. Elsevier BV. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>

ARAÚJO, G.G.L. et al. Water and small ruminant production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, [s.l.], v. 39, p.326-336, jul. 2010. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-35982010001300036>.

BALDWIN, R.L. et al. Rumen Development, Intestina Growth and hepatic metabolism in the pre- and postweanins ruminant. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.55-65. (E. supplement). 2004. Elsevier BV. DOI: [http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(04\)70061-2](http://dx.doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(04)70061-2)

BATISTA, ÂMV; CARVALHO, FFR; FILHO, RRR. A palma forrageira na alimentação de ruminantes no semiárido brasileiro, II Simposio Brasileiro de Produção de ruminantes, 636, 166, 2013

BEN SALEM, H. et al. Effect of increasing level of spineless cactus (*Opuntia ficus indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Animal Science*, v. 62, n. 2, p. 293–299, 01 abr. 1996. Cambridge University Press (CUP). DOI: <http://dx.doi.org/10.1017/s1357729800014600>.

BISPO,S.V. et al. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909. 2007.

BISPO SV. et al.Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p.2024-2031, 2010.

BROWN RC; et al. The effect of pectin on the structure and function of the rat small intestine. **British Journal of Nutrition**, v.42,p. 357-365,1979.

CHURCH. **The ruminant animal: Digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs, Nj, Usa: Prentice Hall, p564, 1988.

COSTA, S.F. et al. Alterações morfológicas induzidas por butirato, propionato e lactato sobre a mucosa ruminal e a epiderme de bezerros – I Aspectos histológicos. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia.**, v.60, n.1, p.1-9, 2008.

GEBREMARIAM, T, et al. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v.131, p. 42–51, 2006. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2006.02.003>

HARRISON H.N, et al. Changes in the tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or consumption of inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.49, p.1301-1312, 1960.

HARMON D.L. Understanding starch utilization in the small intestine of cattle. **Asian-Australasian Journal of animal Sciences**, v.22, p. 915-922, 2009.

HU C.H, et al. Effects of zinc oxide-montmorillonite hybrid on growth performance, intestinal structure, and function of broiler chicken. **Poultry Science** , v.92, p.143-150, 2013.

LESMEISTER K.E; et al. Development and analysis of rumen tissue sampling procedure. **Journal of Dairy Science** , v.87, p.1336-1344, 2004.

LIMA M.R, et al. Threonine: lysine ratio for Japanese quail hen diets. **The Journal of Applied Poultry Research**, v.22, p.260-268, 2013.

MCLEOD K.R; BALDWIN R.T. Effects of diet forage: concentrate ratio and metabolizable energy intake on visceral organ growth and in vitro oxidative capacity of gut tissues in sheep. **Journal of Animal Science**, v.78, p.760-770, 2000.

MELAININE M.E, et al., Structure and morphology of cladodes and spines of *Opuntia ficus indica*, Cellulose extraction and characterization. **Carbohydrate polymers**, v.51, p.77-83, 2003.

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

MONTANHOLI Y et al. Small intestine histomorphometry of beef cattle with divergent feed efficiency, **Acta Veterinaria Scandinavica**, v.55, p.9, 2013. DOI: 10.1186/1751-0147-55-9

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirement of small ruminants animals: Sheep, goats, cervids, and New World camelids/Committee on Nutrient Requirements of Small Ruminants**. Washington, D.c: Board On Agriculture And Natural Resources. Division On Earth And Life Studies, 2007. 362 p.

ODONGO, N. E. et al. Effects of mild heat stress and grain challenge on acid– base balance and rumen tissue histology in lambs. **Journal of Animal Science**, v.84, n.2 p.447–455, 2006. DOI:10.2527/2006.842447x

PENNER, G.B. et al. Molecular adaptation of ruminal epithelia to highly fermentable diets. Ruminant nutrition symposium. **Journal of Animal Science**, v.89, p.108-1119, 2014.

RAMOS A.H. et al. Biometria, histologia e morfometria do sistema digestório do cachorro-do-mato (*Cerdocyonthous*) de vida livre, **Biotemas**, v.24, p.111-119, 2011.

RÉMOND, D.; MESCHY, F.; BOIVIN, R. Metabolites, water and mineral exchanges across the rumen wall: mechanisms and regulation, **Annales de zootechnie**, v.45, p. 97-120, 1996.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERSK. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v.72, p.157–164, 2007. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.smallrumres.2006.10.004>

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

VIELA, M.D.S. et al. Evaluation of feeding supply and forage cactus processing for lactation cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.2744-2752, 2010. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982010001200027>

VIOLA, T.H. et al. Influence of water restriction on the performance and organ development of young broilers. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p. 323-327, 2009.

WANG, Y. H. et al. Effect of dietary starch on rumen and small intestine morphology and digesta pH in goats. **Livestock Science**, n.122, p.48–52, 2009. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2008.07.024>

WOOD, K.M. et al. Effect of moderate dietary restriction on visceral organ weight, hepatic oxygen consumption, and metabolic proteins associated with energy balance in mature pregnant beef cows. **Journal of Animal Science**, v.91, p.4245-4255, 2013.

ZITNAN, R. et al. Influence of the diet on the morphology of ruminal and intestinal mucosa. **Veterinarni Medicina**, v.48, p.77-182, 2003.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A ovinocultura no Brasil desponta como uma atividade em expansão, mesmo assim, até os dias de hoje a produção se mantém como atividade de subsistência. Isto devido a características ambientais e sócio-econômicas como as do Nordeste brasileiro.

Na produção pecuária a palma forrageira por muito tempo se há destacado pela sua capacidade de produzir alimento de ótima qualidade e resistir épocas de seca. Melhoras no desempenho dos animais com inclusão de palma forrageira foram apresentados na maioria dos casos.

Também há provado ser uma fonte importante de água para os animais, sendo necessário avaliar o seu conteúdo de umidade e a quantidade a ser ofertada, para poder ser utilizada como exclusiva fonte de água.

Uma análise econômica criteriosa sobre a utilização de palma forrageira como ingrediente ou como única fonte de água deve ser realizada, uma vez que dependendo da época, a demanda do mercado, custo dos ingredientes, custo da forrageira ou de água vão influenciar a utilização de palma forrageira.