



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

**POTENCIAL DO USO DE PALMA FORRAGEIRA E ESPÉCIES TROPICAIS NA  
FORMA DE SILAGENS EM DIETAS PARA OVINOS**

**TIAGO SANTOS SILVA**

**AREIA-PB  
MARÇO 2019**



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

**POTENCIAL DO USO DE PALMA FORRAGEIRA E ESPÉCIES TROPICAIS NA  
FORMA DE SILAGENS EM DIETAS PARA OVINOS**

**TIAGO SANTOS SILVA**  
Mestre em Ciência Animal

**AREIA-PB  
MARÇO 2019**

**TIAGO SANTOS SILVA**

**POTENCIAL DO USO DE PALMA FORRAGEIRA E ESPÉCIES  
TROPICAIS NA FORMA DE SILAGENS EM DIETAS PARA OVINOS**

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

Área de Concentração: Nutrição e  
desempenho produtivo animal.

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo (EMBRAPA) – Orientador principal  
Prof. Dra. Juliana Silva de Oliveira (CCA/UFPB)  
Prof. Dr. Edson Mauro Santos (CCA/UFPB)

**AREIA – PB  
MARÇO 2019**

**Catálogo na publicação**  
**Seção de Catalogação e Classificação**

S586p Silva, Tiago Santos.

Potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de silagem em dietas para ovinos / Tiago Santos Silva. - Areia, 2019.  
90 f. : il.

Orientação: German Garcia Leal de Araújo.  
Coorientação: Juliana Silva de Oliveira, Edson Mauro Santos.  
Tese (Doutorado) - UFPB/CCA.

1. Cactáceas. 2. Conservação. 3. Desempenho. 4. Semiárido. I. Araújo, German Garcia Leal de. II. Oliveira, Juliana Silva de. III. Santos, Edson Mauro. IV. Título.

UFPB/CCA-AREIA



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

PARECER DE DEFESA DO TRABALHO DE TESE

TÍTULO: "POTENCIAL DO USO DE PALMA FORRAGEIRA E ESPÉCIES TROPICAIS NA FORMA DE SILAGEM EM DIETAS PARA OVINOS"

AUTOR: TIAGO SANTOS SILVA

ORIENTADOR: Prof. Dr. Prof. Dr. Gherman Garcia leal de Araújo

JULGAMENTO

CONCEITO: APROVADO

EXAMINADORES:

Prof. Dr. Gherman Garcia leal de Araújo  
Presidente  
Universidade Federal da Paraíba

Dr. Alexandre Fernandes Perazzo  
Examinador  
Universidade Federal da Paraíba/ PNPd

Dr. Fleming Sena Campos  
Examinador  
Universidade Federal Rural de Pernambuco/ PNPd

Prof. Dr. Ossival Lobato Ribeiro  
Examinador  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profª Dra. Silvia Helena Nogueira Turco  
Examinadora  
Universidade federal do Vale do São Francisco

Areia, 22 de fevereiro de 2019

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**TIAGO SANTOS SILVA**, natural de Itabaiana-SE, filho de Maria Jussara Santos e José Ramos da Silva Filho. Em 2002 ingressou no curso de Medicina veterinária na Universidade Vila Velha–UVV no Espírito Santo, concluindo-o em 2007. No ano de 2008 iniciou o curso de mestrado em Ciência Animal na Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, concluindo em maio de 2010 com a defesa da dissertação intitulada em: Métodos indiretos para determinação da composição corporal de caprinos nativos e mestiços sob a orientação do professor Doutor Mario Luiz Chizotti. Em abril de 2010 assumiu cargo público para professor EBTT atuando até presente momento. Em março de 2015 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia/UFPB, sob orientação do professor Doutor Gherman Garcia Leal de Araújo, no qual foi bolsista (IFSertão-PE) na área de nutrição de ruminantes, submetendo-se à defesa em 22 de março de 2019.

*A felicidade que mais repercute em nós é a que foi alcançada pelo esforço, pelo empenho que não nos dispensou da dor, do caminho árduo e da decepção.*

*A felicidade que mais derrama alegrias sobre nós é a que sabemos ter merecido.*

*A consciência não se engana.*

*Troca grandes feitos herdados por pequenos feitos conquistados.*

*Pe. Fábio de Melo*

## DEDICATÓRIA

“À Deus, pois Ele nunca me abandonou, sempre demonstrou seu amor através das pessoas. Insiste em me amar, mesmo eu sendo tão pequena diante de Dele. Me faz enxergar além do que posso. É minha fortaleza diante as adversidades.”

“Aos meus pais Ramos e Jussara, por me ensinar a ser forte diante as adversidades da vida. As minhas irmãs Fernanda e Bárbara que trazem alegria e paz ao ouvir cada palavra que falam. Ao meu sobrinho João Vicente, que me faz voltar à infância com suas brincadeiras, que faz ver inocência em todas as suas atitudes, o seu abraço e seu sorriso me faz acreditar em futuro melhor.”

“A minha esposa Marília, que tem se mostrado uma grande companheira, uma pessoa admirável que me ensina e mostra que tudo há um tempo certo e que sair da zona de conforto pode nos proporcionar momentos únicos. Estar ao seu lado me proporciona momentos melhores e mais alegres.”

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pela graça da vida, força e luz.

Ao meu orientador Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo, pela orientação.

Ao meu amigo Dr. Fleming Sena Campos pela amizade, orientação e colaboração juntamente com sua companheira Dra Glayciane Costa Gois.

A professora Dra. Juliana Silva de Oliveira e ao professor Dr. Edson Mauro por toda ajuda na síntese deste trabalho.

À Universidade Federal da Paraíba e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela oportunidade de realização do doutorado.

À Embrapa Semiárido – PE, pela realização da parte experimental da pesquisa.

Aos que me ajudaram na pesquisa Alex, Tácia, Lipson, George e todos os estagiários do Instituto Federal e UFRPE.

Aos funcionários da Embrapa Alcides, “João do quilo”, “João do Couro”, Alencar, José Barros.

À IFSertão-PE pela concessão da bolsa de estudos.

À todos que colaboraram direta e indiretamente na construção deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
Lista de tabelas.....	XI
Lista de figuras.....	XIII
Resumo Geral.....	XIV
General abstract.....	XVI
Considerações iniciais.....	18
<b>Capítulo I – Potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de silagens em dietas para ovinos- Referencial teórico.....</b>	<b>19</b>
Palma forrageira.....	20
Ensilagem da palma forrageira.....	23
Dietas a base de palma e outros ingredientes.....	26
Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com palma forrageira.....	31
Uso da silagem de palma como aporte hídrico e de nutrientes.....	32
Referências bibliográficas.....	37
<b>Capítulo II – Utilização de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos em confinamento.....</b>	<b>49</b>
Resumo.....	50
Abstract.....	51
Introdução.....	52
Material e Métodos.....	53
Resultados.....	58
Discussão.....	59
Conclusões.....	62
Referências Bibliográficas.....	63
<b>Capítulo III – Aporte hídrico e comportamento ingestivo de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....</b>	<b>67</b>
Resumo.....	68

Abstract.....	69
Introdução.....	70
Material e Métodos.....	72
Resultados.....	77
Discussão .....	79
Conclusões.....	83
Referências Bibliográficas.....	83
Considerações finais.....	90

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo II

	<b>Página</b>
Tabela 1. Teores médios da composição química dos volumosos e concentrados.....	54
Tabela 2. Tabela 2 - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica de dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....	55
Tabela 3 - Consumo diário dos componentes nutricionais, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de palma com forrageiras tropicais.....	58
Tabela 4. Desempenho produtivo de cordeiros alimentado com silagens palma com forrageiras tropicais.....	59

### Capítulo III

Tabela 1. Teores médios da composição química dos volumosos e concentrados.....	72
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição bromatológica de dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....	73
Tabela 3 - Consumo diário dos componentes nutricionais, ganho de peso total e ganho médio diário em cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....	77

Tabela 4. Balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....	78
Tabela 5. Concentração de cristais e frequência dos tipos de cristais presentes no sumário de urina de cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais.....	78
Tabela 6. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.....	79

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo II

	<b>Página</b>
Figura 1 – Silagem de palma forrageira ( <i>Opuntia spp</i> ).....	27
Figura 2 – Silagem de palma forrageira com capim-buffel ( <i>Cenchrus ciliares</i> )..	30
Figura 3 – Silagem de palma forrageira com gliricídia ( <i>Gliricidia sepium</i> ).....	31
Figura 4 – Silagem de palma forrageira com pornunça ( <i>Manihot sp</i> ).....	33

# **Potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de silagens em dietas para ovinos**

## **RESUMO GERAL**

Objetivou-se avaliar o potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de silagens em dietas para ovinos, por meio da determinação do desempenho, consumo e digestibilidade de nutrientes, aporte hídrico e comportamento ingestivo. Utilizaram-se 40 cordeiros mestiços, não castrados, com peso corporal inicial de  $22,75 \pm 1,01$  kg, distribuídos em cinco tratamentos em um delineamento inteiramente casualizado com oito repetições. Os tratamentos consistiram em silagens de palma exclusiva (SP), palma associada com capim-buffel (SPB), gliricídia (SPG), pornunça (SPP) e silagem de milho (SM), com ração a base de farelo de trigo, farelo de soja, farelo de milho, ureia e mineral. Os animais, consumindo a dieta com SPG, obtiveram maior ( $P < 0,05$ ) consumo para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO) e nutrientes digestíveis totais (NDT). O consumo de MS em peso corporal (PC) foi superior ( $P = 0,001$ ) para as dietas SPB e SPG com valores de 4,31 e 4,19%, respectivamente. O consumo de proteína bruta (PB) foi menor para a dieta com SM. O extrato etéreo (EE) teve maior consumo para SPG e SM. A fibra em detergente neutro (FDN) obteve menor consumo na dieta com SP. Os carboidratos não fibrosos (CNF) apresentaram maior consumo nos tratamentos com SP e SPG. A digestibilidade da dieta com SP foi menor nas variáveis de MS, MO, PB e FDN. A digestibilidade dos CNF foi superior para SPG e para o EE a dieta com SM foi superior. O N ingerido, absorvido e o balanço de nitrogênio em g/dia foram menores ( $P < 0,05$ ) para a dieta com SM. O N das fezes apresentou maior excreção para SPP, para o N perdido na urina, a SPB apresentou maior excreção. Observou-se diferença ( $P < 0,05$ ) no ganho de peso total e diário com resultados superiores na SPG e SP. A conversão alimentar foi inferior ( $P = 0,001$ ) para SPB. No desempenho hídrico, as variáveis de consumo de água via bebedouro, alimento, água metabólica, consumo total de água, como também a água perdida na urina, excreção total de água e excreção total de água sobre o peso metabólico apresentaram efeito ( $P < 0,05$ ), a água excretada nas fezes e o balanço hídrico não apresentaram efeito ( $P > 0,05$ ), os resultados demonstram que a palma forrageira auxilia na descendação animal, fornecendo água via alimento. A avaliação da presença de cristais e sua frequência demonstrou maior acúmulo de cristais nos tratamentos com a presença da

palma forrageira e assim demandando maior atenção na formulação de dietas com a presença da palma. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) quando avaliadas as eficiências de utilização da água em relação ao consumo de matéria seca, matéria orgânica e ganho de peso total. Na eficiência do uso da água em relação ao consumo de fibra em detergente neutro e nutrientes digestíveis totais, apresentaram diferenças ( $P<0,05$ ), as dietas de silagem de palma associadas à pornunça e ao buffel, juntamente com a dieta com a silagem de milho, apresentaram-se mais eficientes ( $P<0,05$ ), assim, o aporte hídrico em maior volume via alimento não afetou o desempenho animal. Não houve efeito ( $P=0,429$ ) no tempo gasto com alimentação, no entanto, a silagem de palma obteve menor ( $P=0,015$ ) tempo de ruminação e, em contrapartida, maior ( $P=0,044$ ) tempo em ócio. Avaliando a mastigação, a silagem de milho apresentou menor ( $P<0,05$ ) número por bolo, tempo e mastigação total, o que resultou em menor ( $P<0,05$ ) consumo em gramas por dia e maior tempo por quilo, além de menor massa por bolo ruminado. Considerando a eficiência de alimentação e ruminação para matéria seca de ruminação para fibra em detergente neutro em (g/hora), a silagem de milho apresentou menor ( $P<0,05$ ) eficiência. Não houve diferença ( $P=0,116$ ) na eficiência da fibra em detergente neutro para alimentação. As dietas com palma associada à gliricídia, pornunça e capim-buffel proporcionaram ganhos superiores ao preconizado, demonstrando eficiência na produção animal e como reserva estratégica de água via alimento, podendo ser recomendada para o confinamento de ovinos com ganhos superiores a 200g por dia. A dieta contendo palma com a gliricídia proporcionou maiores ganhos e consumo de água via alimento, também se demonstrou com maior potencial produtivo.

**Palavras-chave:** cactáceas, conservação, desempenho, recurso hídrico, semiárido.

# Potential of the use of forage palm and tropical species in the form of silages in diets for sheep

## ABSTRACT

The objective was to evaluate the potential of the use of forage palm and tropical species in the form of silages in diets for sheep, through determination of nutrient performance, intake and digestibility, water intake and ingestive behavior. A total of 40 crossbred lambs with initial body weight of  $22.75 \pm 1.01$  kg were distributed in five treatments in a completely randomized design with eight replicates. Five treatments consisted of exclusive palm silage (SP), palm associated with buffel grass (SPB), gliricidia (SPG), pornunça (SPP) and exclusive corn silage (SM), with wheat bran meal, soybean meal, corn bran, urea and mineral. The SPG diet presented higher intake ( $P < 0.05$ ) for dry matter (DM), organic matter (OM) and total digestible nutrients (TDN). The consumption of MS in body weight (CP) was higher ( $P = 0.001$ ) for the SPB and SPG diets with values of 4.31 and 4.19%, respectively. SM showed lower consumption of crude protein (CP). Etheral extract (EE) had higher consumption for SPG and SM. Neutral detergent fiber (NDF) obtained lower consumption in the SP diet. The non-fibrous carbohydrates (NFC) showed higher consumption in SP and SPG treatments, the consumption of NDF in% PC and  $\text{g/kg PC}^{0.75}$  were lower for SP. The digestibility of the SP diet was lower in the DM, OM, CP and NDF variables. The digestibility of the NFC was higher for SPG and for the EE the diet with SM was superior. The N ingested in  $\text{g/day}$  and  $\text{g/kg}^{0.75}$ , absorbed in  $\text{g/day}$  and  $\text{g/kg}^{0.75}$  and nitrogen balance in percentage,  $\text{g/day}$  and  $\text{g/kg}^{0.75}$  was lower ( $P < 0.05$ ) for diet with SM. Faeces N presented higher excretion for SPP, for N lost in urine, SPB presented higher excretion. There was a difference ( $P < 0.05$ ) in total and daily weight gain with superior results in SPG and SP. Feed conversion was lower ( $P = 0.001$ ) for SPB. In the water performance the variables of water consumption via drinking water, food, metabolic water, total water consumption, as well as water lost in urine, total water excretion and total water excretion on metabolic weight had an effect ( $P < 0.05$ ), water excreted in the faeces and water balance did not show effect ( $P > 0.05$ ), the results demonstrate that the forage palm assists in the animal decedentation, providing water via food. The evaluation of the presence of crystals and their frequency showed a greater accumulation of crystals in the treatments with the presence of the forage palm and thus demanding greater attention in the

formulation of diets with the presence of the palm. There was no difference ( $P>0.05$ ) when the water use efficiency was evaluated in relation to dry matter, organic matter and total weight gain. In the water use efficiency in relation to the consumption of neutral detergent fiber and total digestible nutrients presented differences ( $P<0.05$ ), the palm silage diets associated with pork and buffel, together with the diet with silage maize were more efficient ( $P<0.05$ ), thus, water intake in higher volume via food did not affect animal performance. There was no effect ( $P=0,429$ ) on feeding time, however, the palm silage presented lower ( $P=0.015$ ) rumination and higher time ( $P=0.044$ ) leisure time. Evaluating chewing, corn silage presented lower ( $P<0.05$ ) number per cake, time and total chewing, which resulted in lower ( $P<0.05$ ) consumption in grams per day and longer time per kilo, besides of lower mass per chewy custard. Considering the feeding and rumination efficiency for dry matter rumination for neutral detergent fiber in (g/hour), corn silage had lower ( $P<0.05$ ) efficiency. There was no difference ( $P=0.116$ ) in the efficiency of the neutral detergent fiber for feed. Diets with palm associated with gliricidia, pork and buffelgrass provided gains superior to those recommended, demonstrating efficiency in animal production and as a strategic food reserve for water, and it could be recommended for the confinement of sheep with gains greater than 200g per day. The diet containing palm and gliricid provided higher gains and water consumption through food, demonstrating greater productive potential.

**Keywords:** cactus, conservation, performance, semi-arid, water resources,

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O uso da palma forrageira como um ingrediente para confecção de silagem tem merecido certa atenção por parte de grupos de pesquisas na região semiárida nos últimos anos. Entretanto, tem se percebido que o uso exclusivo da mesma não possibilita bons resultados, sendo necessária a associação com outras espécies forrageiras com o objetivo de fornecimento de fibra e proteína. De fato, a literatura já traz resultados com a cinética fermentativa dessas silagens, sendo uma realidade a confecção dela nessa forma de conservação. Por outro lado, faz-se necessária a avaliação dessas silagens como volumosas em dietas elaboradas para ganhos expressivos, mas com baixos custos. A busca de volumosos de alta qualidade, produzidos com espécies extremamente eficientes à região semiárida, deve ser uma prioridade para os grupos de pesquisas. Uma vez produzidos, a formulação de dietas com menores percentuais de concentrados pode se tornar ótima alternativa para confinamento de ovinos. Sua associação com outras forrageiras tropicais (gramíneas, leguminosas ou euforbiáceas), adaptadas às condições de semiaridez, pode se tornar alternativa para viabilizar e potencializar a ensilagem da palma.

**CAPÍTULO I**  
**Referencial teórico**

---

**Potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de  
silagens para ovinos confinados**

## Palma forrageira

Diante da escassez hídrica encontrada nas regiões áridas e semiáridas, alternativas de conservação de alimento e água são peças importantes para o desenvolvimento e a sustentabilidade. A água é fator determinante para traçar estratégias nos sistemas de produção no Semiárido, buscando cultivo de espécies de plantas que se adaptem às condições edafoclimáticas dessa região (RAMOS et al, 2016).

Como alternativa para produção em regiões de baixo índice pluviométrico, a palma forrageira (*Opuntia sp.*) surge pela sua capacidade de atravessar longos períodos de estiagem, produzir grande massa de forragem, elevada capacidade de rebrota, tolerando diversos tipos de solo (BARBERA, 2001), além de ser rica em água, mucilagem e possuir alto coeficiente de digestibilidade (SILVA et al, 2007; SIQUEIRA et al., 2017; CARDOSO et al., 2019; SILVA et al, 2018).

A variedade de cactáceas no mundo é bastante vasta, chegando a 1500 espécies. Nesse meio, as que apresentam maior destaque são as do gênero *Opuntia* e *Nopalea* (DUBEUX JÚNIOR et al., 2013). As espécies mais adaptadas no Brasil e estudadas são *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, conhecida como palma gigante e palma redonda, e a *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck, conhecida como palma miúda ou doce (LOPES et al., 2012).

O Brasil tem destaque na produção da palma forrageira, em especial o Nordeste por ser a maior área de cultivo no mundo, destacando os cultivares Gigante (*Opuntia ficus indica* Mill), a Redonda (*Opuntia sp.*), a Orelha de elefante (*Opuntia sp.*) e a Miúda (*Nopalea cochenillifera Salm Dyck*)(SANTOS et al., 2011; LOPES et al., 2012). Em Pernambuco, a plantação de palma forrageira foi estimulada através de premiações para produtores que seguissem alguns critérios de cultivo como espaçamento, alinhamento, ausência de falhas, bom desenvolvimento e tratos culturais (DOMINGUES, 1963).

No estudo realizado por Dubeux Júnior. et al. (2015), a palma forrageira teve produtividade de até 30t/ha/ano, enquanto o milho produziu 1,8t/ha/ano estando nas mesmas condições de seca. Sales et al. (2013) obteve uma produtividade de 35t/ha/ano em área de sequeiro e colhida com 710 dias do plantio. Locais onde a irrigação é possível, o cultivo da palma ganha maior destaque por possuir capacidade de apresentar altos índices produtivos de 250 a 350t/ha/ano, com densidades de 50 mil plantas por hectare, aliado ao fator de utilizar uma quantidade mínima de água (LIMA et al., 2015).

De acordo com Dubeux Júnior et al. (2010), fatores como gênero, variedade, idade da planta, ordem do artigo, época do ano, espaçamento de plantio, manejo de adubação têm

relação direta com as características nutricionais. A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não fibrosos 40,6 a 66,7% (CONCEIÇÃO et al., 2018; SILVA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018; SILVA et al., 2017), sendo uma ótima fonte de energia e nutrientes digestíveis totais (NDT), 62% (MELO et al., 2003). No entanto, devido ao baixo teor de fibra em detergente neutro (FDN) 20,2 a 37,3% (SILVA et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2018; MONTEIRO et al., 2019), é necessária sua associação a uma fonte de fibra que apresente alta efetividade (MACEDO et al., 2017), pois se fornecida de forma exclusiva e em grandes quantidades pode desencadear distúrbios digestivos nos ruminantes. (FERREIRA et al., 2011). Outra característica é o elevado teor de minerais presentes na forrageira 7,1 a 21,1% (BATISTA et al., 2009; LOPES et al., 2017; SILVA et al., 2018).

Os distúrbios digestivos que a palma provoca em ruminantes, como o efeito laxante e cetose, não estão ligados somente ao baixo teor de matéria seca e baixo teor de fibra efetiva, existe uma junção de fatores que proporcionam a formação de fezes amolecidas, como a concentração de minerais que pode desencadear esse efeito por meio da retenção de água na luz intestinal provocado pelos íons  $Mg^{2+}$ , ocasionando um desequilíbrio osmótico, como também o aumento a taxa de passagem (SMITH, 2014). Essas particularidades podem ser contornadas com a associação da palma forrageira a outras plantas, podendo ser feita de acordo com a disponibilidade e realidade do produtor com oferta da mistura no coxo de alimentação ou após o pastejo direto, fornecendo a palma como complemento da dieta.

Além do baixo teor de fibra e elevada concentração de minerais, a presença de oxalatos na palma proporciona efeitos laxativos. Sua concentração pode atingir em torno de 13% na matéria seca (NEFZAOU e BEN SALEM, 2001). Forragens com altas concentrações de Ca e baixas concentrações de Fe e Mg possuem altos teores de oxalatos com reflexo de aumento na excreção renal (VAN METRE e DIVERS, 2006),

Embora o nível de ácido oxálico na palma seja abaixo dos níveis tóxicos (NEFZAOU e BEN SALEM, 2001), é fundamental aprofundar estudos dos efeitos em longo prazo no animal, podendo ser um fator predisponente a causar a formação de cálculos urinários em pequenos ruminantes.

As adaptações anatômicas, morfológicas e fisiológicas presentes na palma forrageira permitem o seu crescimento em regiões áridas (SUDZUKI-HILLS, 2001); anatomicamente, com o seu caule em forma de cladódio, atua reservando água e possui fibras que formam uma rede por onde ocorre movimentação dos nutrientes e também formam um reforço mecânico para endurecer a planta quando a palma murcha, a cera que a recobre impermeabiliza a parte externa dos cladódios (MARQUES et al., 2017).

Sua cutícula apresenta espessura superior à das demais plantas (1 a 5 centésimo de mm) (MENEZES et al., 2010), impedindo as trocas gasosas e mantendo o equilíbrio hídrico através da retenção da água em seu interior, como também protege contra o ataque de insetos e microrganismos, regula a temperatura interna e o fluxo de oxigênio e de gás carbônico (ROCHA et al, 2012).

Outro fator de adaptação é a distribuição superficial de suas raízes com grande volume, predominando raízes superficiais na horizontal, atingindo no máximo 30 cm de profundidade e de 4 a 8 cm em diferentes tipos de solo (SUDZUKI-HILLS, 2001). Com isso, aumenta a eficiência de captação de qualquer volume de água que caia na superfície, até mesmo do orvalho produzido no período noturno (RAMOS, 2016).

Fisiologicamente possui também células-guarda utilizadas para acionar o fechamento dos estômatos sempre que a planta começar a perder água para o ambiente (TAIZ e ZEIGER, 2009), além de conter baixa frequência estomática, em torno de 10%, quando comparada a uma planta C3, com valores de 2.500 a 3.000 estômatos por cm<sup>2</sup>, (PIMENTEL, 1998). O que permite que os cladódios possam perder até 60% do seu teor total de água antes do colapso celular (De KOCK, 1980), como foi observado por Goldstein et al. (1991), no estudo que, após quatro meses de seca, os cladódios não sofreram danos irreversíveis.

Uma das principais características é a presença da mucilagem na palma, que é um composto de muco hidrófilo que tem uma elevada capacidade de retenção de água, deixando evaporar muito lentamente e mantendo uma pressão de turgescência positiva no tecido fotossintético (clorênquima) (De KOCK, 1980;. GOLDSTEIN et al, 1991).

No trabalho conduzido por Goldstein et al., (1991), a falta de água proporcionou redução de 13% na espessura do clorênquima, enquanto o parênquima diminuiu em 50%, atuando como reserva hídrica. Isso permite que continue a fotossíntese sem interrupção substancial do seu transporte de elétrons, o que facilita ainda a sobrevivência em ambientes áridos (CHETTI e NOBEL, 1987). A proximidade do tecido de armazenamento de água (parênquima) para o clorênquima fotossintético facilita o reabastecimento da água perdida por transpiração, no período de escassez hídrica (SCHULTE et al, 1989;. GOLDSTEIN et al., 1991).

São plantas pertencentes ao grupo Metabolismo Ácido das Crassuláceas (CAM). Estas possuem a capacidade de fechar seus estômatos durante o dia para evitar perdas de água por meio da evapotranspiração para o ambiente (ALMEIDA, 2012); dessa forma, o aproveitamento do gás carbônico se torna mais eficiente, sua abertura ocorre durante a noite, minimizando as perdas para a realização da fotossíntese. O número de estômatos presentes na

palma é inferior em até dez vezes, quando comparado com outras plantas que não utilizam esse mecanismo, além de armazenar água nos cladódios (TAIZ e ZEIGER, 2009),

Essa característica permite, mesmo em períodos de estiagem de até 15 dias, taxas de fotossíntese com máxima eficiência e vai reduzindo gradativamente após esse tempo através da redução do tempo de abertura dos estômatos. (TAIZ e ZEIGER, 2009). As atividades fotossintéticas, no entanto, perduram até cinco meses após o fim das chuvas (ZANUDO-HERNANDEZ et al. 2010). A fotossíntese continua graças ao parênquima esponjoso, armazena água para o clorênquima, mantendo hidratado e assim permitindo a fotossíntese no período de escassez hídrica (NOBEL, 2001).

A capacidade adaptativa e a importância desse mecanismo foram retratadas por Sampaio (2005), que constatou eficiência hídrica de 50:1 para palma forrageira, ou seja, 50 kg de água para cada 1 kg de MS formada, sendo mais eficiente no uso da água quando comparado com plantas C3 (1.000:1) e C4 (500:1). Segundo Han e Felker (1997), a eficiência da palma na utilização da água é entre as mais altas de qualquer espécie de planta em condições de campo em longo prazo; Guevara e Estevez (2001) relataram a eficiência do uso da água de 62 kg/ ha/mm.

### **Ensilagem de palma forrageira**

A ensilagem da palma forrageira permite a conservação da forragem úmida com suas características nutricionais. O uso da palma forrageira pode ser uma alternativa com grande impacto produtivo, pois aproveita todo potencial de crescimento e produção em períodos das águas, com isso tendo ganhos na qualidade e quantidade produzida, proporcionando uma reserva de alimento e água. Outros países como Marrocos, México, Etiópia e Zimbábue têm usado a palma na formulação de silagem, podendo estar associada a forrageiras como milho e sorgo, e também concentrados de baixo custo como o trigo, cevada e argan (ADOUS, 2018).

Inicialmente se acreditava na impossibilidade de ensilar a palma decorrente dos teores de matéria seca, uma vez que, segundo McDonald et al.(1991), a qualidade da silagem é atrelada aos teores de matéria seca acima de 200g kg<sup>-1</sup>, ao adequado suprimento de carboidratos solúveis e ao excesso de umidade, o que favorece o crescimento de bactérias indesejáveis como as do gênero *Clostridium* (MACHADO et al., 2012).

Os teores elevados de carboidratos solúveis favorecem o crescimento das bactérias ácido láticas que são desejáveis, no entanto, também possibilitam o crescimento de

organismos oportunistas como as leveduras que poderão provocar perdas nutricionais da silagem e como também proporcionar a fermentação alcoólica (RIBEIRO et al., 2010).

O ponto chave que permite que a palma forrageira seja ensilada é a mucilagem presente em sua composição; essa por sua vez permite a absorção da água presente em toda planta (SÁENZ et al., 2004). Essa característica ocorre graças aos compostos polissacarídeos que são açúcares esterificados ricos em galactose, arabinose, xilose e frutose, altamente hidrofílicos e estão presentes na composição da celulose e pectina, que fazem parte da porção estrutural da planta (NOGUEIRA et al., 2016).

No estudo realizado por Mokoboki et al, (2016), avaliada a inclusão de melaço na silagem de palma, os autores observaram que a palma possui uma concentração de mucilagem rica em carboidratos solúveis variando de 29 g/kg de MS em plantas cultivadas em áreas irrigada, chegando a valores de até 147 g/kg de MS em áreas de sequeiro.

Ao triturar a palma forrageira, o rompimento das células do clorênquima e parênquima desencadeia transformações químicas que formarão a mucilagem (SAAG et al., 1975). Vale ressaltar que a mucilagem é uma das inúmeras substâncias presentes na palma, possui várias funções de cunho farmacêutico, nutricional e industrial. (SEPÚLVEDA et al., 2007).

A ação hidrofílica da mucilagem proporciona redução da água livre no silo e assim reduzindo as perdas por efluentes, como demonstrado no trabalho conduzido por Nogueira (2015), que utilizando silagem de palma forrageira, observou a capacidade de redução das perdas por efluentes variando de 22 a 25 kg/ton de matéria natural. Esse resultado foi atribuído à formação do gel emulsificante formado após ruptura das células da forragem, possuindo capacidade de absorver água.

A concentração da composição dos carboidratos presente na palma como a glicose, frutose, galactose, xilose, e arabinose pode sofrer alterações em diferentes períodos do ano, podendo alterar o perfil fermentativo, já que são utilizados pelas bactérias lácticas no processo de fermentação (RIBEIRO et al., 2010). Os autores Çürek & Özen (2004), avaliando as características fermentativas da silagem de palma com cladódios de diferentes idades, observaram que as taxas de degradação variaram de 38,63 a 84,95%, e os cladódios jovens apresentaram valores superiores para carboidratos não fibrosos, extrato etéreo e taxa de degradação dos cladódios, mas todos os tratamentos apresentaram qualidade adequada em seu processo fermentativo.

Outro fator presente na palma forrageira é a presença de substâncias tamponantes que permitem controlar o desenvolvimento de microrganismos oportunistas como leveduras, com isso reduzindo as perdas da silagem (SÁENZ et al., 2004).

Contudo, a redução da movimentação da água proporciona menores perdas por efluentes e aumento da produção de ácido láctico, garantindo a viabilidade na produção da silagem de palma forrageira (Figura 1) (NOGUEIRA et al., 2016).



Figura 1 – Silagem de palma forrageira (*Opuntia spp*)  
Fonte: Arquivo pessoal.

Apesar de sua alta aceitação pelos ruminantes, segundo Cavalcanti et al., (2008), avaliando substituição do feno de capim-tifton (*Cynodon spp*) pela palma forrageira (*Opuntia ficus indica Mill*) enriquecida com ureia no desempenho de vacas da raça Holandesa em lactação, observaram que a palma forrageira não deve ser ofertada como fonte exclusiva ou em grandes quantidades (>50% do consumo de matéria seca). Isso porque poderá ocasionar distúrbios nutricionais como diarreia aos animais, já que não possui os níveis mínimos de fibra e proteína exigidos para dieta de ruminantes (NRC, 2007).

A fibra é essencial para o processo de fermentação, produção de saliva, movimentação ruminal, fornecendo substratos para os micro-organismos produzirem os ácidos graxos de cadeia curta (VAN SOEST, 1994). Teores abaixo de 25% de fibra em detergente neutro (NRC, 2001) podem desencadear alterações na fermentação ruminal, mastigação, alteração na taxa de passagem, com isso causar acidose podendo ocasionar morte do animal (MERTENS, 1997).

Sendo assim, a confecção da silagem de palma associada a outras plantas forrageiras pode ser uma alternativa bastante viável por proporcionar melhorias na qualidade da silagem, pois ocorre o ajuste nos teores de matéria seca e, em contrapartida, a capacidade tamponante e os altos teores de carboidratos solúveis favorecem para uma boa fermentação láctica. Como encontrado nos trabalhos que associaram a palma forrageira a leguminosas (GUSHA et al.,

2015; GUSHA et al., 2013), gliricídia (BRITO, 2018), capim-buffel (MACÊDO et al, 2018; SILVA, 2018) e feno de alfafa (CUREK e OZEN, 2004).

### **Dietas a base de palma e outros ingredientes**

A associação da palma com outros ingredientes busca contornar o seu déficit de fibra e proteína (MACEDO et al., 2017). Essa junção de ingredientes proporciona aumento no consumo uniforme dos nutrientes devido à homogeneização e à aderência provocada pela mucilagem presente na palma, dessa forma, reduz a seleção realizada pelo animal e melhorando sua aceitação (ALMEIDA, 2012)

Outro trabalho realizado por Wanderley et al., (2012), avaliando o efeito da palma forrageira associada à silagem de sorgo e girassol e o feno de leucena, feijão guandu e capim-elefante como fontes de fibra em vacas em lactação, constatou que dietas com 60% de palma proporcionam redução nos custos com alimentação animal sem causar distúrbios gastrointestinais.

No estudo realizado por Suarez (2012), que avaliou o desempenho de ovinos recebendo dietas com e sem silagem de palma adicionada por ureia e melaço na forma de ração juntamente com silagem de milho e feno de triticales, observou-se um acréscimo de 100% de ganho para os animais que receberam a silagem de palma quando comparado com o grupo controle, chegando à conclusão da viabilidade produtiva quando associada a silagem de palma a outros alimento na dieta. Hernandez (2012), trabalhando com ração completa a base de silagem de palma com ureia e melaço na dieta de caprinos, conseguiu ganho de peso médio de 140 g/dia.

Em outro estudo realizado por Araba et al. (2013), propuseram formular uma silagem de ração completa associando cladódios de palma, fruta da palma, polpa de beterraba, palha de cevada, farelo de trigo, ureia, vitaminas e minerais, em seguida, acompanharam o desempenho de 40 cordeiros e, ao final, verificaram que houve redução do custo da ração em relação às rações clássicas e com ganhos satisfatórios de 148 g/d.

Dentre as possíveis associações na elaboração de silagens com a palma forrageira, o capim-buffel (Figura 2) é uma importante alternativa, por ser uma gramínea extremamente adaptada a regiões áridas e difundida no semiárido brasileiro, sendo usada no manejo de pastejo direto, fenação, pastejo diferido e elaboração de silagem (VOLTOLINI et al., 2014). Possui rápido crescimento, com porte variando de 0,6 a 1,5 metros de altura, contém raízes

profundas, favorecendo seu desenvolvimento e resistência em regiões áridas e com boa aceitação para ruminantes (SILVA e FREITAS, 2013).

No trabalho realizado por Silva (2018), avaliando o efeito dos níveis de Capim-buffel (0,0 a 30,0%) em dietas completas a base de palma forrageira em ovinos confinados, concluiu-se que a inclusão de 30% de capim-buffel apresentou melhor resultado econômico, sem proporcionar diferença entre os tratamentos no desempenho animal, porém houve efeito na água ingerida através do alimento (1,06 a 1,63L).

Macêdo et al., (2018), avaliando a silagem de palma com inclusão de capim-buffel de até 35%, concluíram que, baseado no perfil fermentativo, composição química e perdas apresentadas, as dietas com altas proporções de palma forrageira podem ser utilizadas para elaboração de silagens.



Figura 2 Silagem de palma forrageira com capim-buffel.

Fonte: Arquivo pessoal.

Outra planta forrageira com possível associação é a gliricídia (*Gliricidia sepium*), também uma opção interessante por ser uma leguminosa e possuir como característica a capacidade de fixar N, além de possuir raízes profundas e, com isso, proporcionar melhorias na estrutura e qualidade de nutrientes no solo; é uma planta adaptada e capaz de atravessar longos períodos de estiagem (CIRNE et al., 2013), sendo uma fonte proteica para alimentação animal (AGUIAR JUNIOR et al., 2011).

Apesar de sua capacidade de melhorar a qualidade da dieta, podendo elevar o consumo e retenção de nitrogênio no animal (ARCHIMEDE, et. al., 2010). Vale salientar que a gliricídia apresenta concentração de compostos secundários, provocada pela liberação de compostos voláteis de suas folhas, fazendo que a forrageira possua baixa aceitabilidade

quando ofertada *in natura* (COSTA et al., 2009a). Após o a realização da fenação ou ensilagem, proporciona a redução dos compostos secundários, podendo aumentar o desempenho e a aceitabilidade animal.

A gliricídia, quando ensilada com a palma forrageira (Figura 3), proporciona maior aceitação pelos animais, já que a elevação da temperatura na formação do silo proporciona redução dos compostos secundários como alcaloides, fenóis flavonoides, saponinas presentes na gliricídia.

De forma geral, as leguminosas xerófilas apresentam baixa concentração de carboidratos solúveis, elevado poder tampão e baixo teor de matéria seca, o que é desfavorável ao processo de ensilagem (CARVALHO FILHO et al., 1997). Com a adição da palma na composição da silagem, melhora a qualidade fermentativa do material, desde que respeitado o limite mínimo de matéria seca para o material ensilado, já que valores baixos elevam a produção de ácido total, o que demanda maior concentração de carboidratos solúveis para favorecer o desenvolvimento das bactérias lácticas (NEUMANN et al., 2010). Outro ponto importante é a junção da potencialidade de produção de matéria natural de ambas as forragens, aumentando as reservas de alimento com excelente valor nutricional.

Brito (2018), avaliando as populações microbianas, perfil fermentativo, perdas fermentativas, estabilidade aeróbia e composição bromatológica de silagens de palma forrageira com diferentes níveis de adição de gliricídia (0 a 100%), recomendou o uso de 50% de cada forrageira. Afirmou também que a gliricídia proporciona melhoria do valor nutritivo das silagens mistas com palma forrageira.

Utilizando 70% de palma e 30% de leguminosa em cinco tratamentos (*Leucaena leucocephala*, *Acacia angustissima*, *Calliandra calothyrsus* e *Macroptilium atropurpureum*), Gusha et al. (2015) tinham como objetivo melhorar a qualidade nutricional da dieta, como também os níveis de matéria seca e, assim, favorecer uma fermentação adequada, com isso os resultados obtidos foram uma maior síntese microbiana, elevação da digestibilidade parcial e concentrações de AGVs quando comparado ao tratamento controle (silagem de *Pennisetum purpureum*).



Figura 3 – Silagem de palma forrageira com gliricídia.  
Fonte: Arquivo pessoal.

Gusha et al. (2015b), avaliando o efeito de dietas contendo *Opuntia ficus indicus* associada a três tipos de feno, *Acacia angustissima*, *Leuceana leucocephala* e *Macroptilium atropurpureum*, comparando com dieta comercial na produção de caprinos, concluíram que o uso da palma apresentou ganhos de 235g/dia equivalente à dieta comercial com ganhos de 282g/dia.

Outra forrageira de grande importância para o semiárido brasileiro e extremamente adaptada é a pornunça, que se trata de um híbrido originário do cruzamento entre a maniçoba e mandioca, com características intermediárias das duas, e que proporciona elevada tolerância à seca e crescimento em solos pobres, além de alto potencial produtivo (FERREIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2010).

Por ser do gênero *Manihot spp*, a pornunça possui altos níveis de taninos condensados e ácido cianídrico, oriundos da hidrólise de glicosídeos cianogênicos por ação da enzima linamarase, podendo acarretar intoxicação e até morte de animais que consumam na forma *in natura*, porém, quando ofertado na forma de silagem ou feno, não apresenta riscos devido à volatilização dos compostos e apresenta alta aceitabilidade animal (FERREIRA et al., 2009).

Ensilar a palma forrageira associada à pornunça (Figura 4), da mesma forma como acontece com a gliricídia e o buffel, pode ser uma alternativa de um alimento com excelentes níveis nutricionais e reserva de água. A palma forrageira aparece com potencial de ser ensilada, fornecendo um alimento de qualidade nutricional e hídrico, podendo ser explorada associada a diversos alimentos.

Como demonstrado no trabalho realizado por Matias (2019), avaliando o perfil fermentativo e nutricional de silagem de palma com maniçoba para caprinos, concluiu-se que

a inclusão da maniçoba na silagem de palma promoveu melhorias nas características fermentativas, qualidade nutricional e digestibilidade.

Contudo o processo de ensilagem da palma forrageira é uma ferramenta importante para reserva de recurso em regiões semiáridas, proporcionando uma reserva de alimento e água com capacidade de aproveitamento de outras forrageiras disponíveis, melhorando a qualidade fermentativa e de aceitabilidade animal, apresentando redução no custo de produção e possibilitando uma fonte de renda extra à população presente.



Figura 4 – Silagem de palma forrageira com pornunça.

Fonte: Arquivo pessoal.

A palma forrageira apresenta grande potencial a ser explorado, devido à grande oscilação pluviométrica existente nas regiões áridas e semiáridas. O uso na forma de silagem apresenta-se como alternativa eficiente de aproveitar o máximo do potencial forrageiro associado à reserva de água que será ofertada via alimento. No entanto, diante de suas características de baixos teores de fibra e proteína, ocasionando problemas na alimentação de ruminantes, a associação com outras forrageiras tropicais adaptadas passa a ser uma alternativa promissora, contornando os fatores limitantes para alimentação animal.

O capim-buffel, pornunça e gliricídia são espécies extremamente adaptadas às condições de semiaridez, sendo utilizadas na confecção de silagens de forma exclusiva. São raros ou inexistentes dados na literatura sobre a associação dessas espécies com a palma forrageira para produção de silagem.

## Consumo e digestibilidade de nutrientes de dietas com palma forrageira

A oferta de dietas contendo palma forrageira apresenta alta aceitabilidade para ovinos e bovinos, o que possibilita sua oferta em grandes quantidades (FERREIRA et al., 2009; OLIVEIRA et al., 2018). O consumo de MS pode sofrer influência de diversos fatores, alguns determinados pelo animal atendendo suas demandas de exigência ou características da dieta como o conteúdo de água, a digestibilidade, a composição química e física da forrageira, a relação entre volumoso e concentrado, a taxa de passagem.

No trabalho desenvolvido por GODOI (2018), ofertando cinco dietas compostas de uma silagem de palma exclusiva, três silagens de palma associadas à gliricídia, pornunça e buffel e uma silagem testemunha de milho para ovinos em confinamento, observou que o menor consumo de MS foi silagem exclusiva de palma forrageira, decorrente do elevado teor de umidade e baixa concentração de fibra da silagem; já as associações com a gliricídia e capim-buffel foram 49,30 e 42,52% superior à testemunha.

Gusha et al. (2015), avaliando o desempenho de ovinos alimentados com silagem na forma de ração completa à base de palma (70%) e leguminosas (30%), obtiveram consumo de variado de 0,722 a 0,805kg de MS/animal/dia, enquanto o tratamento testemunha consumindo *Pennisetum purpureum*, o consumo foi de 0,492kg de MS/animal/dia. A digestibilidade variou de 41,86 a 55,81% superior ao tratamento testemunha.

A oferta exclusiva de silagem de palma forrageira não é recomendada por apresentar teores de fibra e proteína abaixo do recomendado pelos sistemas de alimentação (NRC, 2007; CSIRO, 20070), podendo levar a distúrbios digestivos, queda no consumo de matéria seca e baixo desempenho animal.

Barros et al. (2018), avaliando a substituição total do feno tifton por palma orelha de elefante mexicana (0, 33, 66 e 100%) na dieta de novilhas, encontraram decréscimo linear no consumo de MS de 4,5 para 3,65 kg/dia, FDN de 2,21 para 0,84kg/dia, respectivamente, e comportamento crescente para consumo de CNF de 1,22 para 0,92kg/dia, respectivamente. Também influenciou na digestibilidade da MS e FDN. Estes resultados estão associados à composição química da palma forrageira.

No trabalho de Siqueira et al. (2017) avaliando a inclusão de palma forrageira substituindo o feno de capim tifton nos níveis de 0 a 58,8%, observou-se um efeito quadrático no consumo de matéria seca. Esse comportamento foi decorrente do aumento da digestibilidade da dieta em razão da redução dos teores de fibra, proporcionando a maior

ingestão, no entanto, na maior proporção de palma forrageira na dieta, ocorreu queda no consumo, em função da regulação fisiológica pelo grande aporte de energia da dieta.

Silva (2018) trabalhou com a oferta de ração completa para ovinos em confinamento, testando cinco dietas à base de palma forrageira e capim-buffel em diferentes proporções (0 a 30% de capim-buffel), e observou que não houve diferença no consumo e digestibilidade da matéria seca, mas com o aumento da proporção de palma na dieta, o consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro foram reduzindo e os carboidratos não fibrosos aumentando. A dieta ofertada em forma de ração completa com a palma forrageira participando como ingrediente proporciona homogeneização dos ingredientes, evitando a seleção por parte do animal e minimizando as perdas.

No ensaio de digestibilidade realizado por Matias (2019) em caprinos alimentados com níveis de inclusão de maniçoba (25, 50 75 e 100%) na silagem de palma forrageira, foi observado que não houve diferença no consumo de matéria seca e carboidratos não fibrosos, porém a digestibilidade da matéria seca teve um decréscimo linear de 73,65 para 61,07% decorrente do aumento dos teores de fibra. O consumo da fibra em detergente neutro teve efeito linear de 332,19 para 656,30 g/kg de MS com a inclusão da maniçoba.

### **Uso da silagem de palma como aporte hídrico**

A silagem é uma alternativa de aporte hídrico via alimento para uso em períodos de escassez. A utilização de plantas com altos teores de água para ensilagem tem sido estudada com maior ênfase, apesar de ser questionado em relação à qualidade do material, por apresentar valores de matéria seca que caem abaixo de 30%. (McDONALD, 1991). Entretanto, trabalhos com o uso de gramíneas tropicais como fontes para produção de silagens, com teores de matéria seca variando de 20 a 30%, têm mostrado resultados bem satisfatórios (ARAÚJO et al., 2010).

Uma fonte importante de água para o animal é a água presente nos alimentos. Segundo o NRC (2007), atender toda a exigência de água para um animal, fornecendo quantidade suficiente para o consumo voluntário, é imprescindível para o sucesso do manejo nutricional. Entretanto, a determinação da exigência da água é um processo complexo que envolve a solução de uma equação de balanço hídrico, em que o consumo de água deve satisfazer o total de perda de água e de água retida.

No trabalho realizado por Carvalho et al., (2017) avaliando os efeitos da inclusão de quatro silagens de forrageiras tropicais (*Atriplex nummularia* Lindl, *Cenchrus ciliaries* L., *Gliricidia sepium* (Jacq) e *Manihot* sp.) em dietas para cordeiros na região semiárida do Brasil quanto à ingestão de água de ovinos, observou-se que cordeiros alimentados com a dieta contendo erva-sal apresentaram maior ingestão de água total e de água via bebedouro, com valores de 5,383 kg/dia e 4,466 kg/dia, respectivamente. Já nas silagens de gliricídia e pornunça, a ingestão foi de 1,267 Kg/dia e 1,143Kg/dia, respectivamente. Os Cordeiros alimentados com silagem de capim-buffel apresentaram menor consumo de água da dieta, este fato se deve ao maior teor de MS encontrado nessa dieta (66,7%).

De acordo com o NRC (1985), a ingestão voluntária de água por ovinos está relacionada à ingestão de matéria seca, proteína bruta e sal mineral nas dietas. Segundo Berchielli et al. (2006), a ingestão de água de ruminantes é influenciada pela ingestão de proteína bruta, resultando aumento da demanda de água devido ao incremento de calor do processo digestivo da proteína.

No trabalho conduzido por Ehrlenbruch et al., (2010) que avaliou o consumo de água de cabras leiteiras comendo feno e silagem, observou-se que o consumo de água no bebedouro dos animais que consumiram silagem foi 40,9%, inferior ao do feno, e que o consumo total de água foi de 31,01%, demonstrando que o tipo de volumoso tem efeito no consumo de água

Lemos (2015) avaliando o efeito da substituição parcial do farelo de soja por feno ou silagem de gliricídia na terminação de cordeiros em confinamento em relação ao consumo de água, observou que o consumo médio de água foi superior (2,247kg/dia) para os cordeiros que consumiram feno de gliricídia, seguido pelos cordeiros que consumiram dieta a base de feno de capim elefante (1,858kg/dia) e menor consumo para os animais que receberam dietas a base de silagem de gliricídia (1,442kg/dia). Possivelmente, a superioridade na ingestão de água dos cordeiros que receberam feno de gliricídia deve-se ao maior consumo de matéria seca (1,133kg/dia) em relação ao feno de capim elefante (0,752kg/dia) e a silagem de gliricídia (0,770kg/dia).

Desta forma, é possível dietas com teores de matéria de 86,85% e 85,09% em dietas com feno de capim elefante e de gliricídia, respectivamente, com os maiores consumos de água. Isso relacionado aos cordeiros que apresentarem o maior percentual de ingestão de alimento, uma vez que, segundo SILVA (2011), na devida utilização do alimento, a água é inicialmente necessária nos processos de mastigação e deglutição, bem como para os processos de digestão subsequentes. O menor consumo de água observado nos cordeiros que

consumiram silagem de gliricídia em relação às demais dietas foi explicado pelo alto teor de umidade da dieta (40,96%), o que possibilitou ao animal suprir parte da sua demanda por água e diminuir a procura para consumo da mesma.

A principal via de obtenção de água pelo animal é por ingestão direta, devido a ritmos diários de beber água (VIEIRA et al., 2008), no entanto, quando consomem alimentos suculentos, como a silagem, a ingestão de água pode ser reduzida.

As dietas dos animais são fatores determinantes do consumo de água; rações compostas por alimentos suculentos podem prover boa parte da quantidade de água exigida pelos animais. O aporte adicional de água via alimentos é especialmente importante aos animais criados em regiões e comunidades com poucos acessos à água de beber, como os caprinos, ovinos e até bovinos na região semiárida brasileira. (ARAÚJO et al., 2010). Alimentos como a palma-forrageira, o mandacaru, as gramíneas, as leguminosas e a melancia-forrageira, conservados na forma de silagem ou *in natura*, podem se constituir em importantes fontes de água aos rebanhos criados no semiárido (ARAÚJO, 2015).

De acordo com Araújo (2009), em estudos que avaliaram a substituição da palma-forrageira "*in natura*" pelo feno de erva-sal e milho moído em rações para ovinos da raça Santa Inês confinados, o consumo total de água durante o dia variou de 4,0 a 5,2 L/animal/dia, sem diferença entre a quantidade total de água consumida pelos animais alimentados com as diferentes rações. Por outro lado, os animais alimentados com as rações sem o feno de erva-sal e o milho moído ingeriram 0,4 L/dia de água, ao passo que, com a inclusão de 82,7% de feno de erva-sal em substituição à palma, o consumo de água foi de 3,2 L/dia. Do mesmo modo, a água oriunda da dieta com os alimentados com as rações sem o feno de erva-sal e o milho moído foi de 4,1 L/dia, enquanto que com 82,7% do feno de erva-sal e milho moído o valor de água proveniente da dieta foi de 2,0 L/dia. Nesse estudo, a excreção de água variou de 1,2 a 1,5 L/dia nas fezes e de 1,1 a 2,3 L/dia na urina, o que resultou em semelhantes quantidades de água absorvida pelo organismo do animal, independentemente da fonte.

Bispo et al., (2010) observaram uma redução no consumo de água ofertada com aumento de palma forrageira *in natura* na ração de ovinos em substituição a feno de capim elefante; como volumoso ingeriram 3,25 l/água/dia, enquanto que os animais que receberam 56% de palma com base na matéria seca, o consumo foi menor com valores de 0,44 l de água por dia. Costa et al., (2009b) reportaram um menor consumo voluntário de água para cabras em lactação que receberam ração com maior teor de palma forrageira *in natura* em substituição ao fubá de milho, sem prejuízo à produção de leite.

A utilização dessa forrageira para ensilagem ainda é pouco praticada, mas já vem sendo estudada, com resultados positivos (SNYMAN, 2013; MOKOBOKI et al., 2016; BRITO, 2018; MATIAS, 2019) com relação à qualidade da silagem e sua aceitabilidade pelos animais. Sendo dessa forma, sua ensilagem é uma opção para garantir a alimentação e a dessedentação de ruminantes em épocas secas.

Trabalhos com uso de ração completa a base de palma tem sido realizados, cujos benefícios, como maior uniformidade dos nutrientes da dieta, como também praticidade na oferta do alimento, podem ser citados. Silva (2018) avaliando cinco dietas de ração completa à base de palma forrageira e capim-buffel em diferentes proporções para ovinos, observou que ingestão de água via bebedouro obteve diferença que variou de 1,91 a 2,47 litros/animal/dia; resultados superiores foram encontrados na dieta 1 que continha maior proporção de capim-buffel (30%). O valor médio de consumo total foi de 3,57 litros/animal/dia, resultado ligeiramente superior ao proposto por Araújo et al., (2010) que é de 3litros/animal/dia.

Nobre (2016), avaliando a utilização de silagem de palma forrageira para ovinos submetidos a ofertas intermitentes de água, composto por três proporções de inclusão de silagem de palma na dieta (0, 21 e 42 %) e três intervalos de oferta de água (0, 24 e 48 horas), observou que silagem de palma na dieta influenciou a ingestão de água, tanto via bebedouro como via alimento em ovinos. Os animais que recebiam dietas com silagem de palma apresentaram menor necessidade de buscar água no bebedouro, pois ingeriram mais água via alimento. Ovinos alimentados com dietas contendo 42% de silagem de palma ingeriram em média apenas 0,19 kg/dia no bebedouro e 3,62 kg/dia via alimento. A oferta intermitente de água nos períodos avaliados reduziu a ingestão de água via bebedouro, sem afetar, no entanto, a ingestão de água via alimento e a ingestão total. Ovinos submetidos à oferta intermitente de água em períodos de 24 e 48 horas ingeriram menor quantidade de água via bebedouro do que aqueles que recebiam água diariamente (0 horas).

Costa et al., (2012) trabalhando com ovinos criados em confinamento, também observaram que a ingestão voluntária de água diminuiu com a inclusão de palma na dieta. Fato que também foi observado por Costa et al., (2009b) e Tegegne et al., (2007). O que demonstra a eficiência no aporte de água que essa forrageira tem, capaz de auxiliar de maneira significativa na dessedentação de ruminantes.

Assim como ocorreu para ingestão de água via alimento e via bebedouro, também a ingestão total de água, que é o somatório das duas anteriores, foi influenciada apenas pela inclusão de silagem de palma nas dietas. Observou-se que ovinos alimentados com 42% de silagem de palma ingeriram no total 3817,1 g/dia de água. Fato que, mais uma vez, deve-se à

alta porcentagem de água presente na silagem de palma utilizada (92,6%), que aumentou a ingestão total de água devido à maior ingestão de água via alimento, o que é um fato positivo, pois, como afirmam Costa et al. (2009b) e Costa et al., (2012), o teor elevado de água na composição da palma forrageira constitui-se uma importante alternativa para suprir as necessidades hídricas de animais criados em regiões áridas e semiáridas, onde a água pode ser um fator limitante para a produção animal.

Souza et al., (2018) avaliando a ingestão de água e nutrientes de ovinos alimentados com dietas contendo níveis de silagem de polpa de sisal em substituição ao feno de capim-tifton, observaram que a ingestão de água voluntária diminuiu acentuadamente à medida que se aumentaram os níveis de SPS devido ao seu baixo teor de matéria seca. O consumo obtido na dieta que não possuía SPS (889g/kg MS) foi de 149g, enquanto as dietas que substituíram o tifton em 100% de SPS (603g/kg) proporcionaram 744g de água.

Dessa forma, as silagens podem ser utilizadas também como reserva estratégica de água, auxiliando na dessedentação dos animais, tendo em vista que é um recurso escasso em regiões áridas e semiáridas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADOUS, F. E. **Dissemination of feed based on cactus silage by breeder of Rhamna region**. Disponível em: < <https://www.feedingknowledge.net> >. Acessado em: 20/10/2018.
- AGUIAR JÚNIOR, R. A., SILVA, R. R., SILVA, A. G. P., BARBOSA, E. C., ARAÚJO, J. R. G. 2011. Relação entre produção de biomassa e biometria de *Gliricídia* (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). In.: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROECOLOGIA, VII, Fortaleza/CE. *Anais...* Fortaleza: CBA, 2011.
- ALMEIDA, R.F. Palma forrageira na alimentação de ovinos e caprinos no semi-árido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 08-14, 2012.
- ARABA, A., YOUSOUFI, H., BOUTOUBA, A., ANEGAY, K., SALHI, O., MOUNCIF, M. Possibility of using discarded prickly pears cactus fruits as a feed for ruminants. **Acta Horticulture**, v. 995, p. 309-312, 2013.
- ARAÚJO, G. G. L. D., VOLTOLINI, T. V., CHIZZOTTI, M. L., TURCO, S. H. N., CARVALHO, F. F. R. D. Water and small ruminant production. **Brazilian Journal of Animal Science**, v. 39, p. 326 – 336, 2010.
- ARAÚJO, G. G. L. Os impactos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos e a produção animal em regiões semiáridas. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 8, n. 4, p. 598 -609, 2015.
- ARAUJO, R. F. S. S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L.) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.)**. 47f. 2009. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2009.
- ARCHIMEDE, H., GONZALEZ-GARCIA, E., DESPOIS, P., ETIENNE, T., ALEXANDRE, G. Substitution of corn and soybean with green banana fruits and *Gliricidia sepium* forage in sheep fed hay-based diets: effects on intake, digestion and growth. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v. 94, p. 118-128, 2010.

BARROS, L. J. A., FERREIRA, M. A., OLIVEIRA, J. C. V., SANTOS, D. C., CHAGAS, J. C. C., ALVES, A. M. S. V., FREITAS, W. R. Replacement of Tifton hay by spineless cactus in Girolando post-weaned heifers diets. **Tropical Animal Health and Production**, 50(1):149-154, 2018.

BATISTA, A. M. V. et al. Chemical composition and ruminal degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology & Management**, v. 62, n. 3, p. 297-301, 2009

BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. D. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. 583p.

BISPO, S. V., FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C., MODESTO, E. C., GUIMARÃES, A. V., PESSOA, R. A. S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n.9, p. 2024-2031, 2010.

BRITO, G. S. M. S. **Características fermentativas e nutricionais de silagens compostas por Palma forrageira e Gliricídia**. 74p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Programa de Pós-Graduação em Zootecnia. UFPB. Areia-PB, 2018.

CANDIDO, M.J.D. et al. **Cultivo de palma forrageira para mitigar a escassez de forragem em regiões semiáridas**. ISSN Informe Rural, ano VII, n.3, 2013.

CARDOSO, D. B., CARVALHO, F. F. R., MEDEIROS, G. R., GUIM, A., CABRAL, A. M. D., VÉRAS, R. M. L., NASCIMENTO, A. G. O. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, 24723-31, 2019.

CARVALHO FILHO, O.M., DRUMOND, M.A., LANGUIDEY, P.H. Carvalho Filho, O.M. 1997. Gliricidia sepium. Leguminosa promissora para regiões semi-áridas. **Circular Técnica**, 35. EMBRAPA-CPATSA. 16 p. Petrolina, 1997.

CARVALHO, G. G. P., REBOUÇAS, R. A., CAMPOS, F. S., SANTOS, E. M., ARAÚJO, G. G. L., GOIS, G. C., OLIVEIRA, J.S., OLIVEIRA, L.M., RUFINO, A., AZEVEDO, J.A.G., CIRNE, L. G. A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed

diets containing silages of different tropical forage species. **Animal Feed Science and Technology**, v. 228, p. 140-148, 2017.

CARVALHO, S., PIRES, A. J. V., SILVA, R. R. RIBEIRO, L. S. O., CHAGAS, D. M. T. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.660-665, 2008.

CAVALCANTE, C.V.A., FERREIRA M.A., CARVALHO, M.C., VÉRAS, A.S.C., SILVA, F.M., LIMA, L.E. 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.

CHAVES, V. R., NUNES, L. R. L., VASCONCELOS, E. C. et al. Efeito da frequência de irrigação no desenvolvimento fisiológico da palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana, do gênero *opuntia*. In: IX Congresso de Pesquisa e Extensão da Rede Norte e Nordeste de Educação Tecnológica. **Anais...** São Luís, MA, 2014.

CHETTI, M.B., NOBEL, P.S., High temperature sensitivity and its acclimation for photosynthetic electron transport reactions of desert succulents. **Plant Physiology**. 84, 1063-1067, 1987.

CIRNE, L. G. A., BARONI, M. R., OLIVEIRA, G. J. C., JAEGER, S. M. P. L., BAGALDO, A. R., LEITE, M. C. P., MARQUES, J. A., CARVALHO, G. G. P. Características de carcaça e de não componentes da carcaça de cordeiros suplementados com sal forrageiro de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walq. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**. 65: 289-293, 2013.

COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION - CSIRO PUBLISHING. **Nutrient requirements of domesticated ruminants**. Collingwood, Australia. 270p, 2007.

CONCEIÇÃO, M. G., FERREIRA, M. A., SILVA, J. L., COSTA, C. T. F., CHAGAS, J. C. C. & MONTEIRO, C. C. F. Can cactus (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw) cladodes plus urea replace wheat bran in steers' diet? **Asian-Australasian journal of animal sciences**, 31(10):1627-1634, 2018.

COSTA, B. M., SANTOS, I. C. V., DE OLIVEIRA, G. J. C., PEREIRA, I. G Avaliação de folhas de *Gliciridia sepium* (jacq.) walp por ovinos. **Archivos de Zootecnia** vol. 58, n. 221, p. 33-41, 2009a.

COSTA, R. G., BELTRÃO FILHO, E. M., DE MEDEIROS, A. N., GIVISIEZ, P. E. N., DO EGYPTO, R. D. C. R., MELO, A. A. S. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source of water. **Small Ruminant Research**, v.82, n.1 p. 62-65, 2009b.

COSTA, R. G., TREVIÑO, I. H., DE MEDEIROS, G. R., MEDEIROS, A. N., PINTO, T. F., DE OLIVEIRA, R. L. 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.

ÇÜREK, M., N. ÖZEN. Feed value of cactus and cactus silage. **Turkey Journal Veterinary Animal Science**, v. 28, p. 633- 639, 2004.

DAVENPORT, W.C. **Fisiologia do trato digestivo**. 3.ed. São Paulo: Guanabara- Koogan, p.181-225, 1978.

DE KOCK, G.C., **Drought resistant fodder shrub crops in South Africa**. In: Le Houérou, H.N. (Ed), Browse in Africa: The current state of knowledge. ILCA, Ethiopia. pp. 109-114, 1980.

DOMINGUES, O. **Origem e introdução da palma forrageira no Nordeste**. Recife: Instituto Joaquim Nabuco de Pesquisas Sociais, 73p,1963.

DONATO, P. E. R. **Técnicas de plantio e manejo de espaçamentos em palma forrageira**. In: BRITO. A. S. et al. Dia de Campo: Estratégias para cultivo da Palma Forrageira. IFCE Baiano, Guanambi-Bahia, p. 18-28, 2012.

DUBEUX JÚNIOR, J. C. B., ARAÚJO FILHO, J. T., SANTOS, M. V. F., LIRA, M. A., SANTOS, D. C. PESSOA, R. A. S. Potential of cactus pear in South America. **Cactusnet Newsletter**, 1329-40, 2013.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B., ARAÚJO FILHO, J.T., SANTOS, M.V. F., LIRA, M.A., SANTOS, D.C., PESSOA, R.A.S. Adubação mineral no crescimento e composição mineral

da palma forrageira clone IPA- 20. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 129-135, 2010.

DUBEUX JÚNIOR., J.C.B., DOS SANTOS, M.V.F., DE MELLO, A.C.L., VIEIRA DA CUNHA, M., DE A. FERREIRA, M., DOS SANTOS, D.C., DE A. LIRA, M. AND DA C. SILVA, M. Forage potential of cacti on drylands. **Acta Horticulturae (ISHS)**, Leuven, v. 1. n. 1067-24, p. 181-186, 2015.

EHRLLENBRUCH, R., POLLEN, T., ANDERSEN, I. L., BØE, K. E. Competition for water at feeding time - The effect of increasing number of individuals per water dispenser. **Applied Animal Behaviour Science**, v.126, p. 105–108, 2010.

FERREIRA, M.A., PESSOA, R.A.S., SILVA, F.M., BISPO, S.V. **Palma forrageira e uréia na alimentação de vacas leiteiras**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 40p, 2011.

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

GODOI, P.F.A. **Potencial de silagens a base de palma forrageira em dietas para ovinos no semiárido nordestino**. 62 f. Dissertação (Mestrado em Ciência animal e pastagens) - Universidade Federal Rural de Pernambuci, Garanhuns, 2018.

GOLDSTEIN, G., ANDRADE, J.L., NOBEL, P.S. Differences in water relations parameters for the chlorenchyma and the parenchyma of *Opuntia ficusindica* under wet versus dry conditions. **Australian Journal of Plant Physiology**. 18, 95-107. 1991.

GUEVARA, J.C., ESTEVEZ, O.R., *Opuntia* spp. for fodder and forage production in Argentina: Experiences and prospects. In: Mondragón, C., Pérez, S. (Eds), *Cactus (Opuntia spp.) as forage*, **FAO. Plant Protection and Production Paper** 169, pp. 63-71, 2001.

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

GUSHA, J., HALIMANI, T. E., NGONGONI, N. T., & NCUBE, S. Effect of feeding cactus-legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, 206, 1-7, 2015.

GUSHA, J., NGONGONI, N. T., & HALIMANI, T. E. Nutritional composition and effective degradability of four forage trees grown for protein supplementation. **Online Journal of Animal Feed Research**, v. 3, n. 4, p. 170-175, 2013.

HAN, H., FELKER, P. Field validation of water-use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Environments**. 36, 133–148, 1997.

HERNANDEZ, P.L. **Suplementación con ensilado de nopal (*Opuntia spp.*) em caprinos**. 59 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México, 2012.

LEMONS, A. J. **Efeito da substituição parcial do farelo de soja por feno ou silagem de glicíndia na dieta de cordeiros confinados**. 2015. 64f. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Sergipe, Sergipe, 2015.

LIMA, G. F. C., WANDERLEY, A. M., GUEDES, F. X. et al. **Palma forrageira irrigada e adensada: uma reserva forrageira estratégica para o semiárido potiguar**. Parnamirim: EMPARN, 2015. 62 p. (EMPARN Documentos, 45).

LIRA, M. A., SANTOS, M. V. F., DIAS, F. M. et al. **Palma forrageira: cultivo e usos**. Recife: CREA, 76 p. (Caderno Semiárido 7), 2017.

LIRA, M.A., SANTOS, M.V.F., DEBEUX JR, J.C.B., MELLO, A.C.L Sistema de produção de forragem: alternativas para sustentabilidade de pecuária. **Revista Brasileira de zootecnia**.v.35, p.491-511, 2006.

LOPES ET AL. **Palma Forrageira: Cultivo, uso Atual e Perspectivas de Utilização no Semiárido Nordeste**. João Pessoa, **EMEPA-PB**, 2012.

LOPES, L. A., CARVALHO, F. F. R., CABRAL, A. M. D., BATISTA, Â. M. V., CAMARGO, K. S., SILVA, J. R. C., SILVA, J. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck) for dairy goats. **Small Ruminant Research**, 1567-11, 2017.

MACEDO, A. D. S., SANTOS, E. M., de OLIVEIRA, J. S., SILVA, J., & PERAZZO, A. F. Production of silage in the form of feed based on palm: literature review. **REDVET**, v. 18, n. 9, 2017.

MACÊDO, A.J.S, SANTOS, E.M., ARAÚJO, G.G.L EDVAN, R.L OLIVEIRA, J.S., PERAZZO, A.F., SÁ, W.C.C.S., PEREIRA, D.M.Silage in the form of diet based on spineless cactus and buffelgrass. **African Journal of Range & Forage Science**. 1-9, 2018.

MACHADO, D.F.M., PARZIANELLO, F.R., SILVA, A.C.F., ANTONIOLLI, Z.I. Trichoderma no Brasil: o fungo e o bioagente. **Revista de Ciências Agrárias**. 35, 1, jan/jun p. 274-288. 2012.

MARQUES, O.F.C., GOMES, L.S., MOURTHE, M.H.F., BRAZ, T.G.S., PIRES NETO, O.S. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 75- 93, 2017.

MATIAS, A.G.S. **perfil fermentativo e nutricional de silagens compostas de palma forrageira e maniçoba para caprinos**. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal). Programa de Pós-Graduação da Universidade Vale do São Francisco – UNIVASF, Petrolina-PE, 2019.

McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 340p, 1991.

MELO, A. D., FERREIRA, M. D. A., VERÁS, A. S. C., LIRA, M. D. A., LIMA, L. D., VILELA, E.,MELO, E.O.S, ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por uréia e palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em dietas para vacas em lactação. I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MENEZES, C.M.D., SCHWALBACH, L.M.J., COMBRINCK, W.J., FAIR, M.D., DE WAAL, H.O. Effects of sun-dried *Opuntia ficus-indica* on feed and water intake and excretion of urine and faeces by Dorper sheep. **South African Journal of Animal Science**. 40 (5 Suppl. 1), 491–494, 2010.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MOKOBOKI, K., SEBOLA, N., MATLABE, G. Effects of molasses levels and growing conditions on nutritive value and fermentation quality of *Opuntia cladodes* silage. **Journal of Animal & Plant Sciences**, v. 28, n. 3, p. 4488-4495, 2016.

MONTEIRO, C. C. F., FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C., GUIDO, S. I., ALMEIDA, M. P., SILVA, R. C. & INÁCIO, J. G. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with *Dactylopius opuntiae*. *Animal Production Science*, 59(3):479-485, 2019.

NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia* spp.: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. In: MONDRAGÓN-JACOBO, C., PÉREZ-GONZÁLEZ, S. (Eds.). **Cactus (*Opuntia* spp.) as forage**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, p.73-90, 2001.

NEUMANN, M., OLIBONI, R., OLIVEIRA, M. R. et al. Chemicals additive used in silages. **Pesquisa aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, p. 197-207, 2010.

NOBEL, P. S. **Biologia ambiental**. In: BARBERA, G., INGLESE, P., BARRIOS, E.P. (Ed.). *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. João Pessoa: SEBRAE-PB: **FAO**, p. 36-48. (FAO. Estudo da FAO em Produção e Proteção Vegetal, 132), 2001.

NOGUEIRA, M. S. **Perfil fermentativo e composição química de silagens de palma forrageira enriquecidas com fontes proteica, energética**. 2015. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Paraíba, 2015.

NOGUEIRA, M. S., SANTOS, E. M., ARAÚJO, G. G. L. et al. Ensilagem de palma forrageira. In: SANTOS, E. M., PARENTE, H. N., OLIVEIRA, J. S. et al. **Ensilagem de plantas forrageiras para o Semiárido**. São Luís: Ed. EDUFMA, p. 249, 2016.

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

NRC. **National Research Council. Nutrient requirements of sheep**. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.

OLIVEIRA J.P.F., FERREIRA.M.A., ALVES A.M.S.V., MELO A.C.C., ANDRADE I.B., URBANO S.A., SUASSUNA J.M.A., BARROS L.J.A., MELO T.T.B. Carcass

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

OLIVEIRA, F. T., SOUTO, J. S., SILVA, R. P., ANDRADE FILHO, F. C., PEREIRA JUNIOR, E. B. Palma forrageira: adaptação e importância para os ecossistemas áridos e semiáridos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 27-37, 2010.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de carbono na agricultura tropical**. Seropédica: Edur, 150 p, 1998.

RAMOS, J.P.F., SANTOS, E.M., SANTOS, A.P.M., SOUZA, W.H., OLIVEIRA, J.S. Ensiling of forage crops in semiarid regions. **Advances In Silage Production And Utilization**, [s.l.], p.1-21, 2016.

RIBEIRO, E. M. D. O., SILVA, N. H., LIMA FILHO, J. L. et al. Study of carbohydrates present in the cladodes of *Opuntia ficus-indica* (fodder palm), according to age and season. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 933-939, 2010.

ROCHA J.E.S. Palma forrageira no nordeste do brasil: estado da arte. Sobral: **Embrapa Caprinos e Ovinos**. (Documentos, 106), ed. n. 21, 40 p. (Publicações da Série Embrapa), 2012.

SAAG, L. M. K., SANDERSON, G. R., MOYNA, P. et al. Cactaceae mucilage composition. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 26, p. 993-1000, 1975.

SÁENZ, C., SEPÚLVEDA, E., MATSUHIRO, B. *Opuntia* spp mucilage's: a functional component with industrial perspectives. **Journal of Arid Environments**, v. 57, n. 3, p. 275–290, 2004.

SALES, A. T., LEITE, M. L. M. V., ALVES, A. Q., RAMOS, J. P. F., & NASCIMENTO, J. P. Crescimento vegetativo de palma forrageira em diferentes densidades de plantio no Curimatú Paraibano. **Revista Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.1, p.19-24, 2013.

SANTOS, M.C., KUNG JÚNIOR, L. Effects of spoiled silages on animal performance. In: International Symposium on Forage Quality and Conservation, 2., São Pedro, 2011. **Proceedings...** Piracicaba: FEALQ, p. 1-10, 2011.

SCHULTE, P.J., SMITH, J.A.C., NOBEL, P.S. Water storage and osmotic pressure influences on the water relations of dicotyledonous desert succulent. **Plant, Cell & Environment**. 12, 831-842, 1989.

SEPÚLVEDA, E., SÁENZ, C., ALIAGA, E., ACEITUNO, C. Extraction and characterization of mucilage in *Opuntia* spp. **Journal of Arid Environments**, v. 68, p. 534-545, 2007.

SILVA, C.C.F., SANTOS, L.C. Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**. v. 8, n. 5, p.1-13. 2007.

SILVA, E. T. S., MELO, A. A. S., FERREIRA, M. D. A., OLIVEIRA, J. C. V. D., SANTOS, D. C. D., SILVA, R. C. INÁCIO, J. G. Acceptability by Girolando heifers and nutritional value of erect prickly pear stored for different periods. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 52(9):761-767, 2017.

SILVA, J. F. C. **Mecanismos Reguladores de Consumo**. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A.V., OLIVEIRA, S. G. Nutrição de ruminantes. 2. ed. Jaboticabal: Funep, p. 61- 81. 2011.

SILVA, J. K. B. **Silagem de rações a base de palma forrageira e capim-buffel para ovinos em confinamento**. 2018. 129 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2018.

SILVA, L. H. O., FREITAS, P. I. Utilização de plantas adaptadas da espécie *Panicum maximum* para a região do Chacó semiárido. **FAZU em Revista**. 10, p. 79-87, 2013.

SILVA, R. C., FERREIRA, M. A., OLIVEIRA, J. C. V., SANTOS, D. C., GAMA, M. A. S., CHAGAS, J. C. C., PEREIRA, L. G. R. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.) spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. *South African Journal of Animal Science*, 48(3):516-525, 2018.

SIQUEIRA, M. C. B., FERREIRA, M. A., MONNERAT, J. P. I. S., SILVA, J. L., COSTA, C. T. F., CONCEIÇÃO, M. G., CHAGAS, J. C. C. Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed spineless cactus. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 20(1):13-22, 2018.

SMITH, B.P. **Large Animal Internal Medicine**. 5<sup>o</sup>Ed. St Louis, United States:Elsevier, 1712, 2014.

SNYMAN, H. A. A growth Rate and Water-Use Efficiency of Cactus Pears *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Arid land research and management**, v. 27, n. 4, p. 337-348, 2013.

SOUZA, F. N. C., DA SILVA, T. C., RIBEIRO, C. V. D. M. Sisal silage addition to feedlot sheep diets as a water and forage source. **Animal Feed Science and Technology**, Vol. 235, n.1, p. 120-127, 2018.

SUAREZ, A.L.R. **Suplementación de ovinos con ensilaje de nopal (*Opuntia spp.*) adicionado com Melaza y urea**. 61 f. Tesis (Título em Ingeniero Agronomo Zootecnista) – Universidad Autonoma Agraria Antonio Narro, México, 2012.

SUDZUKI-HILLS, F. **Anatomia e fisiologia**. In: AGROECOLOGIA, CULTIVO E USOS DA PALMA FORRAGEIRA. João Pessoa: SEBRAE, p. 28-34, 2001.

TAIZ, L., ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 819p, 2009.

TEGEGNE, F., KIJORA, C., PETERS, K. J. Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p.157–164, 2007.

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

VIEIRA, E. L., BATISTA, Â. M., GUIM, A., CARVALHO, F. F., NASCIMENTO, A. C., ARAÚJO, R. F. S., MUSTAFA, A. F. 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.

VOLTOLINI, T.V., ARAUJO, G.G.L., SOUZA, R.A. Silagem de capim-buffel: alternativa para a alimentação de ruminantes na região semiárida. (Embrapa Semiárido. **Documentos**, 259). Petrolina: Embrapa Semiárido, 2014.

WANDERLEY, W. L., FERREIRA, M. D. A., BATISTA, A. M. V., VERAS, A. S. C., BISPO, S. V., SILVA, F. M. D., & DOS SANTOS, V. L. F. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em ovinos recebendo silagens e fenos em associação à palma forrageira. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v. 13, n. 2, p. 444- 456, 2012.

ZANUDO-HERNANDEZ, J., ARANDA, E. G. C., RAMIREZ-HERNANDEZ, B. C., PIMENTABARRIOS, E., CASTILLO-CRUZ, I., PIMIENTA-BARRIOS, E. Ecophysiological responses of Opuntia to water stress under various semi-arid environments. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, San Francisco, v. 12, p. 20-36, 2010.

## CAPÍTULO II

---

Utilização de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos em confinamento

## **Utilização de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos em confinamento**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar o potencial do uso de palma forrageira e espécies tropicais na forma de silagens em dietas para ovinos, por meio da determinação do desempenho, consumo e digestibilidade de nutrientes. Foram utilizados 40 ovinos sem padrão racial definido, inteiros, com peso médio inicial de  $22,65 \pm 1,01$  kg. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. As dietas experimentais foram compostas por cinco silagens: Silagem de palma forrageira (SP), silagem de palma forrageira + capim-buffel (SPB), silagem de palma forrageira + gliricídia (SPG), silagem de palma forrageira + pornunça (SPP) e silagem de milho (SM). SPG proporcionaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica, nutrientes digestíveis totais, digestibilidade do extrato etéreo e peso final ( $P < 0,05$ ). Dietas contendo SPG e SPP proporcionaram os maiores consumos de proteína bruta ( $P < 0,05$ ). SPB e SPG proporcionaram maiores consumos de fibra em detergente neutro ( $P < 0,05$ ). SP e SPG apresentaram maiores consumos de carboidratos não fibrosos ( $P < 0,05$ ) e maiores ganhos de peso total e ganhos médios diários ( $P < 0,05$ ). Menores consumos de extrato etéreo foram observados nos animais que receberam dietas contendo SP e SPB ( $P < 0,05$ ). Dietas contendo SP e SPP apresentaram menores coeficientes de digestibilidade para carboidratos não fibrosos ( $P < 0,05$ ). Dietas contendo SPP apresentaram menores coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra em detergente neutro, maior excreção de N via fezes e menor excreção de N via urina ( $P < 0,05$ ). A dieta testemunha (SM) promoveu menores resultados para N ingerido, N absorvido e BN ( $P < 0,05$ ). A pior conversão animal foi observada para animais que receberam SPB ( $P < 0,05$ ). As dietas podem ser recomendadas como novas alternativas para terminação de ovinos em confinamento, proporcionando ganhos acima do preconizado, desde que estejam balanceadas.

**Palavras-chave:** capim-buffel, desempenho, gliricídia, pornunça.

## **Utilization of diets based on palm silage and tropical forage for ovines in feedlot**

### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the potential of the use of forage palm and tropical species in the form of silages in sheep diets, by determining the performance, consumption and digestibility of nutrients. Forty whole sheep with no defined racial pattern were used, with an average initial weight of  $22.65 \pm 1.01$  kg. The experimental design was completely randomized, with five treatments and eight replications. The experimental diets were composed of five silages: forage palm silage (SP), forage palm silage + buffel grass (SPB), forage palm silage + gliricidia (SPG), forage palm silage + pornunca (SPP) and silage of corn (SM). SPG provided greater consumption of dry matter, organic matter, total digestible nutrients, digestibility of the ether extract and final weight ( $P < 0.05$ ). Diets containing SPG and SPP provided the highest consumption of crude protein ( $P < 0.05$ ). SPB and SPG provided higher fiber consumption in neutral detergent ( $P < 0.05$ ). SP and SPG showed higher consumption of non-fibrous carbohydrates ( $P < 0.05$ ) and greater gains in total weight and average daily gains ( $P < 0.05$ ). Lower consumption of ether extract was observed in animals that received diets containing SP and SPB ( $P < 0.05$ ). Diets containing SP and SPP showed lower digestibility coefficients for non-fibrous carbohydrates ( $P < 0.05$ ). Diets containing SPP showed lower digestibility coefficients of dry matter, organic matter, crude protein and neutral detergent fiber, greater excretion of N via faeces and less excretion of N via urine ( $P < 0.05$ ). The control diet (SM) promoted lower results for N ingested, N absorbed and BN ( $P < 0.05$ ). The worst animal conversion was observed for animals that received SPB ( $P < 0.05$ ). Diets can be recommended as new alternatives for termination of confined sheep, providing gains above the recommended, as long as they are balanced.

**Keywords:** buffel grass, gliricidia, performance, pornunça.

## 1. Introdução

Nas regiões áridas e semiáridas, a estação seca representa um grande obstáculo à produção animal devido à escassez de alimentos e reduzido ao valor nutritivo das pastagens disponíveis. Um alimento alternativo encontrado em abundância nessas regiões é a palma forrageira, graças à sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, alto teor de água, potencial de produção de massa verde (241,75 t/ha de massa verde e 12,46 t/ha de matéria seca) e valor nutricional (como fonte de energia, carboidratos não fibrosos) em comparação às fontes tradicionais de forragem (Borges et al., 2019).

A palma forrageira é usada em grandes proporções nas dietas de pequenos ruminantes como uma fonte de volumoso quase exclusiva. No entanto, seu uso exclusivo não é recomendado devido ao baixo teor de fibras e proteína bruta e ao alto conteúdo de água e mineral, que podem levar a distúrbios metabólicos, baixa ingestão de matéria seca e perda de peso corporal. Assim, o uso da palma associada a forrageiras tropicais na elaboração de silagens busca contornar os déficits de matéria seca, fibra e proteína objetivando melhorar o aporte nutricional das dietas e assim evitando distúrbios gastrointestinais em ruminantes (Silva et al., 2019).

Dentre as possíveis associações da palma forrageira com forrageiras adaptadas ao semiárido que apresentam potencial produtivo, encontram-se o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), que é uma gramínea extremamente adaptada a regiões áridas e difundida no semiárido brasileiro com potencial de melhorar os teores de fibra da silagem atendendo a demanda mínima para ruminantes (Coelho et al., 2018), a gliricídia (*Gliricidia sepium*) que, além de possuir um alto teor de nitrogênio proteico (acima de 2,5%), auxilia no aumento do teor de fibra da dieta, associado à capacidade de atravessar longos períodos de estiagem (Dharmawan et al., 2019), como também a pornunça (*Manihot* sp), que apresenta altos teores de proteína bruta (16,7%) e fibra em detergente neutro (55,2%), possuindo elevada tolerância à seca e crescimento em solos pobres além de alto potencial produtivo (Carvalho et al., 2017).

A avaliação do potencial de uso de silagens de palma forrageira em dietas para pequenos ruminantes é necessária para validar sua capacidade produtiva tornando-se uma alternativa de alimento viável para o desempenho animal. Gusha et al., (2015), analisando a composição nutricional e a aceitabilidade da silagem de palma em associação com algumas leguminosas observou que o uso das silagens seria importante na alimentação dos rebanhos em regiões propensas a seca, pois apresentam variação 4,0 a 4,23 do pH, podendo

estar relacionada a concentração de açúcares solúveis da palma, que resultou no aumento da concentração de íons de hidrogênio a um nível no qual as bactérias deletérias são inibidas, e ainda verificaram oscilação dos teores de matéria seca de 37 a 43%, e que é indicativo que a palma pode ser ofertada na silagem aos ruminantes, promovendo um consumo satisfatório sem efeitos laxativos.

A produção de silagens à base palma forrageira com capim-buffel, pornunça e gliricídia, na forma de dieta, possibilitam o uso simultâneo destes recursos forrageiros, reduzindo custos de mão-de-obra e melhorando o potencial de rendimento de matéria seca. A mistura homogênea de silagem na forma de dieta completa permite reduzir a seleção de ingredientes pelos animais, beneficiando seu desempenho e diminuindo os custos quando comparados à dieta convencional, dado o consumo mais eficiente (Macêdo et al., 2018).

Desse modo, objetivou-se avaliar o desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas contendo silagem de palma associada a forrageiras tropicais.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Local do experimento**

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, na Unidade de Metabolismo Animal, pertencente à Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE, Brasil. A cidade tem uma altitude média de 376 metros e coordenadas geográficas de 9°23'35" de latitude sul e 40°30'27" de longitude oeste. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro e termina em abril, apresentando uma média pluviométrica anual de 433 mm (CLIMATE-DATA, 2018), umidade relativa de 36,73% e temperaturas médias anuais, máxima e mínima, de 32,0 e 26,95°C, respectivamente.

Esta pesquisa foi avaliada e aprovada pela Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, com número de protocolo 0004/2016.

## 2.2. Animais, tratamentos e dietas experimentais

Quarenta ovinos machos sem padrão racial definido, não castrados, com peso corporal inicial de  $22,65 \pm 1,01$  kg e idade média de sete meses, foram utilizados no experimento. Os animais foram previamente identificados, pesados, tratados contra endo e ectoparasitas e distribuídos em baias individuais ( $1,00 \times 2,00$  m) providas de comedouros, bebedouros e saleiros, onde permaneceram por 66 dias, precedidos de 16 dias de adaptação.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. As dietas experimentais foram compostas por cinco silagens (Tratamentos): Silagem de palma forrageira (SP), silagem de palma forrageira + capim-buffel (SPB), silagem de palma forrageira + gliricídia (SPG), silagem de palma forrageira + pornunça (SPP), silagem de milho (SM), mais concentrado à base de farelo de soja, farelo de milho, farelo de trigo e suplementos minerais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teores médios da composição química dos volumosos e concentrados.

Item	Silagens					Concentrado		
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	Farelo de soja	Farelo de milho	Farelo de trigo
MS	175,89	447,22	215,24	237,57	304,83	892,50	891,50	876,50
MM	95,56	85,24	88,97	118,89	70,79	66,50	19,20	52,30
PB	50,00	72,20	133,80	130,20	85,00	471,80	101,60	160,60
FDN	224,09	686,88	642,44	556,60	619,33	175,80	175,10	443,00
FDA	208,31	315,23	415,77	363,26	249,06	98,50	77,60	141,70
LIG	63,70	60,08	49,01	68,40	59,42	13,22	12,78	57,45
CNF	611,05	170,68	104,79	164,31	193,28	268,80	667,50	309,10
EE	19,30	15,00	30,00	30,00	31,60	17,10	36,60	35,00

SP=Silagem de palma; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG= Lignina; CNF=Carboidrato não fibroso; EE = Extrato etéreo.

Para a confecção das silagens, foi utilizada a palma forrageira da variedade Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), colhida aos 24 meses após rebrota. Em relação a gliricídia (*Gliricidia sepium*) e a pornunça (*Manihot* sp.), foram selecionadas plantas com altura média de 1,5 m, colhendo a parte aérea das plantas que apresentavam folhas jovens e caules mais tenros. O capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) foi cortado a 10 cm acima do solo, antes do período de inflorescência, com aproximadamente 60 cm de altura. Todos os materiais foram processados em forrageira estacionária PP-35 com tamanho médio de partículas de aproximadamente 2,0 cm e armazenados em tambores plásticos com capacidade para 200 L.

As dietas foram formuladas isoproteicas para ganhos de peso de 200 g/dia seguindo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007). Visando aumentar o teor de fibra da silagem exclusiva de palma forrageira, com base nas informações de McDonald (1991), que recomenda o mínimo de 200g/kg de fibra, utilizou-se uma relação de 38:62 de volumoso:concentrado, tendo-se como fonte de fibra o farelo de trigo (Ribeiro et al, 2008). Nos tratamentos com silagem de palma forrageira associada a uma forrageira tropical foi utilizada uma relação entre volumosos de 70:30, obtendo uma relação volumoso: concentrado de 60:40. O cloreto de amônio foi adicionado em todas as dietas experimentais buscando a acidificação da urina para prevenção do surgimento de cálculos urinários nos animais (Tabela 2).

**Tabela 2** - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica de dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.

Ingredientes (g/kg)	Dietas experimentais					SP= Silagem de palma; SPB =Silagem de m de palma a com capi m- buff el; SPG =Silagem de m de
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	
Silagem	378,4	595,2	596,1	596,8	596,4	
Farelo de Soja	58,9	106,9	59,6	65,8	59,6	
Farelo de Milho	96,2	263,8	317,5	310,6	315,3	
Farelo de Trigo	435,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ureia	4,6	6,7	0,0	0,0	1,8	
Núcleo mineral <sup>1</sup>	14,4	14,6	14,6	14,6	14,6	
Cloreto de amônio	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	
Sulfato de amônio	0,5	0,7	0,0	0,0	0,2	
	<i>Composição química</i>					
Matéria seca (g/kg MN)	328,27	508,72	289,86	300,22	421,83	
Matéria mineral (g/kg MS)	95,67	85,20	89,00	118,90	70,96	
Proteína bruta (g/kg MS)	156,54	152,54	162,06	161,24	160,80	
Extrato etéreo (g/kg MS)	30,01	28,17	39,86	39,53	40,67	
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	304,18	447,23	349,31	398,09	435,28	
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	230,62	355,73	213,54	320,54	262,18	
Lignina (g/kg MS)	51,10	64,85	53,85	73,24	29,56	
Nutrientes digestíveis totais (g/kg MS)	667,14	579,06	679,16	603,83	644,92	
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	413,94	287,26	360,03	282,11	293,21	

palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; <sup>1</sup> Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio - 120 g; fósforo - 87g; sódio - 147g; enxofre - 18g; cobre - 590 mg; cobalto - 40 mg; cromo - 20 mg; ferro - 1.800 mg; iodo - 80 mg; manganês - 1.300 mg; selênio - 15 mg; zinco - 3.800 mg; molibdênio - 10 mg; flúor máximo - 870 mg; solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%; MN - Matéria natural

O alimento foi fornecido duas vezes ao dia, às 08h30 e 15h30, e a água foi fornecida à vontade. As sobras dos alimentos ofertados foram coletadas e pesadas para determinação do consumo e ajuste da ingestão de matéria seca de forma a permitir 20% de sobra no cocho. Amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas semanalmente para posteriores análises laboratoriais.

### **2.3. Consumo e digestibilidade dos nutrientes**

O consumo diário de matéria seca (CMS) foi obtido pela diferença entre a MS total de ração consumida e o total de MS presente nas sobras. A ingestão de nutrientes foi determinada como a diferença entre o total de nutrientes presentes na ração consumida e o total de nutrientes presentes nas sobras, em base total de MS.

O ensaio de digestibilidade foi realizado no terço final do período de desempenho, tendo duração de 5 dias de coleta precedidos de 5 dias de adaptação, sendo utilizados os 40 animais (oito cordeiros por tratamento), que foram distribuídos em gaiolas metabólicas providas de comedouro e bebedouro e dispostas em área coberta. As fezes foram amostradas utilizando sacos de coleta fixados aos animais dois dias antes do período de amostragem. Os sacos foram pesados e esvaziados duas vezes ao dia (0900h e 1600h) e uma subamostra de 10% da quantidade total de fezes foi coletada para formar uma amostra composta para cada animal por tratamento ao final do período de coleta. As amostras foram armazenadas em freezer a -20 °C.

### **2.4. Balanço de nitrogênio**

A urina foi colhida e pesada uma vez ao dia em baldes plásticos contendo 100 ml de ácido clorídrico (HCl) a 20%, para prevenir as perdas de nitrogênio por volatilização. Uma alíquota de 10% da urina total foi coletada para a obtenção de uma amostra composta (por animal), acondicionada em potes plásticos identificados e armazenados em freezer à -10°C, para posteriores análises laboratoriais. O balanço aparente de nitrogênio (BN) foi calculado conforme metodologia descrita por Silva e Leão (1979).

### **2.5. Análises laboratoriais**

Amostras do alimento ofertado, sobras e fezes foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C por 72:00 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinhos de facas (Wiley Mill, Marconi, MA-580, Piracicaba, Brazil) utilizando-se peneira de porosidade 1 mm. As análises foram realizadas utilizando os métodos descritos pela AOAC

(2016) para determinação dos teores de matéria seca (MS; método 967.03), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 981.10) e extrato etéreo (EE; método 920.29). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados utilizando a metodologia descrita por Van Soest et al., (1991) e a lignina foi determinada tratando o resíduo da fibra em detergente ácido com 72% de ácido sulfúrico (Silva e Queiroz, 2002).

Para estimativa dos carboidratos totais (CT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ . O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) nas dietas que continham ureia em sua composição foram calculados conforme proposto por Hall (2003):  $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$ , já nas dietas isentas de ureia, os CNF foram obtidos pela equação:  $100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$  de acordo com Weiss (1999).

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes foi calculado conforme descrito por Silva e Leão (1979), em que:  $CDA = \{[\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)}] / \text{consumo de nutrientes (kg)}\} * 100$ . Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992):  $CNDT = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fecal}) + 2,25 * (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fecal}) + (FDN \text{ ingerido} - FDN \text{ fecal}) + (CNF \text{ ingerido} - CNF \text{ fecal})$ ;  $\%NDT = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$ .

## 2.6. Desempenho produtivo

Os cordeiros foram pesados no início e no final do período experimental, após um período de privação de alimentação sólida de aproximadamente 12 horas (com acesso a água). Para avaliação do ganho médio diário (GMD), Ganho de peso total (GPT) e conversão alimentar (CA) foram utilizadas as equações:  $GMD = \text{ganho de peso total} / \text{dias de confinamento}$ ,  $GPT = \text{ganho de peso inicial} - \text{ganho de peso final}$  e  $CA = \text{Consumo de matéria seca} / GMD$ .

## 2.7. Análises estatísticas

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS 9.2, considerando como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% de acordo com o teste Tukey.

### 3. Resultados

As silagens proporcionaram efeito significativo nos consumos dos nutrientes ( $P < 0,05$ ). Os animais que receberam as dietas contendo SPG apresentaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo diário dos componentes nutricionais, digestibilidade aparente dos nutrientes e balanço de nitrogênio em cordeiros alimentados com dietas contendo silagens de palma com forrageiras tropicais.

Itens	Dietas experimentais						Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	EPM	
	<i>Consumo (kg/dia)</i>						
Matéria seca	1,48ab	1,40ab	1,64a	1,46ab	1,20b	0,04	0,018
Matéria orgânica	1,36ab	1,28ab	1,51a	1,28ab	1,12b	0,03	0,014
Proteína bruta	0,24ab	0,24ab	0,27a	0,25a	0,20b	0,01	0,005
Extrato etéreo	0,04b	0,04b	0,07a	0,06a	0,06a	0,02	0,001
Fibra em detergente neutro	0,41b	0,55a	0,53a	0,51ab	0,48ab	0,03	0,015
Carboidratos não fibrosos	0,66a	0,45b	0,64a	0,45b	0,38b	0,02	0,003
Nutrientes digestíveis totais	0,97ab	0,82bc	1,12a	0,87bc	0,77c	0,03	0,001
	<i>Digestibilidade (%)</i>						
Matéria seca	77,74a	78,01a	80,99a	66,70b	74,75ab	12,61	0,001
Matéria orgânica	79,19a	78,91a	81,86a	67,57b	75,62ab	11,87	0,001
Proteína bruta	79,39a	83,60a	79,76a	66,76b	74,77ab	13,92	0,001
Extrato etéreo	80,61b	87,69ab	74,41a	84,62ab	90,11a	16,64	0,009
Fibra em detergente neutro	75,72a	67,65ab	91,21a	55,14b	64,69ab	11,85	0,022
Carboidratos não fibrosos	81,02b	89,23ab	87,49ab	83,68b	87,39ab	8,67	0,011
	<i>Balanço de Nitrogênio (g/dia)</i>						
Nitrogênio ingerido	38,20ab	38,44ab	43,35a	42,83a	31,69b	1,09	0,003
Nitrogênio fezes	8,36b	5,46b	8,29b	12,58a	7,40b	0,58	0,001
Nitrogênio urina	4,85ab	7,24a	4,91ab	3,02b	5,82ab	0,46	0,033
Nitrogênio absorvido	29,84ab	32,98a	35,06a	30,26ab	24,29b	1,02	0,003
Balanço de nitrogênio	24,99ab	25,73ab	30,16a	27,23ab	18,47b	1,14	0,012

SP=Silagem de palma; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; EPM=Erro padrão da média; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%.

As dietas contendo SPG e SPP apresentaram os maiores consumos de proteína bruta ( $P < 0,05$ ) em relação as demais silagens testadas (Tabela 3). Menores consumos de extrato etéreo foram observados nos animais que receberam dietas contendo SP e SPB ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). SPB e SPG proporcionaram maiores consumos de fibra em detergente neutro

( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Maiores consumos de carboidratos não fibrosos foram observados para os animais que receberam dietas contendo SP e SPG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

Dietas contendo SPP apresentaram menores coeficientes de digestibilidade da matéria seca ( $P = 0,001$ ), matéria orgânica ( $P = 0,001$ ), proteína bruta ( $P = 0,001$ ) e fibra em detergente neutro ( $P = 0,022$ ). Dietas contendo SPG apresentaram maior coeficiente de digestibilidade para extrato etéreo ( $P = 0,009$ ). Dietas contendo SP e SPP apresentaram menores coeficientes de digestibilidade para carboidratos não fibrosos ( $P = 0,011$ ) (Tabela 3).

A dieta testemunha (SM) promoveu menores resultados para N ingerido ( $P = 0,003$ ), N absorvido ( $P = 0,003$ ) e BN ( $P = 0,012$ ), em relação as demais silagens testadas. Maior excreção de N via fezes e ( $P = 0,001$ ) e menor excreção de N via urina ( $P = 0,033$ ) foi verificada em animais que receberam dietas contendo SPP (Tabela 3).

Em relação as variáveis de desempenho produtivo, animais que consumiram dietas contendo SPG apresentaram maior peso final ( $P = 0,006$ ). Dietas contendo SP e SPG proporcionaram maiores ganhos de peso total ( $P = 0,001$ ) e ganhos médios diários ( $P = 0,001$ ). A pior conversão animal foi observada para animais que receberam SPB (Tabela 4).

**Tabela 4.** Desempenho produtivo de cordeiros alimentado com silagens palma com forrageiras tropicais.

Itens	Dietas experimentais					EPM	Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM		
Peso inicial (kg)	21,67	22,15	24,21	23,30	22,41	0,24	0,230
Peso final (kg)	36,89ab	33,25b	39,37a	37,25ab	34,09b	0,61	0,006
Ganho total (kg)	14,67a	11,60b	15,16a	13,95ab	11,68b	0,43	0,001
Ganho diário (kg/dia)	0,293a	0,232b	0,303a	0,279ab	0,234b	0,01	0,001
CA	4,98a	6,68b	5,51ab	5,28a	5,19a	0,15	0,001

SP=Silagem de palma; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; EPM=Erro padrão da média; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%.

#### 4. Discussão

As ingestões de matéria seca no presente estudo foram consideradas superiores aos recomendados pelo NRC (2007), o qual sugere consumo de 1,1 kg/animal/dia para animais com 20 kg de peso corporal, podendo-se constatar que não houve limitações no consumo de matéria seca, inferindo que as silagens em estudo apresentaram fermentação desejável. O consumo de matéria seca afeta diretamente o desempenho produtivo dos animais, pois 60 a 90% da variação no desempenho animal é devido ao consumo de matéria seca e apenas 10 a 40% está relacionado a digestibilidade da dieta (Crampton et al., 1960).

O maior consumo de matéria seca proporcionado pela SPG pode estar relacionado ao alto coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro que a dieta apresentou. Dietas a base de palma forrageira disponibilizam reduzidos teores de FDN e FDA, o que proporciona rápido esvaziamento ruminal, uma vez que a palma não possui fibra suficiente para ocorrer a limitação do consumo por enchimento físico, o que favoreceu os resultados obtidos, não interferindo no desempenho animal (Aguilar et al., 2015; Macedo, et al., 2017)

Os maiores consumos de EE nas dietas contendo SPG, SPP e SM podem ser explicados pelos teores destes nutrientes presentes nas dietas. Segundo o NRC (2007), níveis de consumo de energia adequado para ovinos jovens são necessários para que os animais possam desenvolver e desempenhar seu potencial, e a exigência de manutenção desses animais se faz com menores consumos quando se comparado animais com maior peso e quando se busca maiores ganhos, para isso é fundamental balancear a ração e não só atender a qualidade como também a quantidade dos nutrientes ofertados aos animais (McGrath et al., 2018). Assim, todas as dietas possibilitaram a maximização do consumo pelos animais, que não sofreram efeito por limitação física devido ao excesso de fibra ou alta concentração de energia.

Os valores de CPB encontrado nas dietas estão acima do que é preconizado pelo NRC (2007) que é de 117g/animal/dia, para cordeiros de 20 kg com ganhos diários de 200g. Os maiores consumos de proteína bruta observados nas dietas contendo SPG e SPP em relação as demais silagens testadas se deve a expressiva quantidade de folhas presentes nos ramos dessas plantas utilizadas em conjunto com a palma forrageira. O que confirma o potencial de utilização destas espécies como fonte de proteína bruta na alimentação de ruminantes, sobretudo de forma conjunta com a palma forrageira (Gusha et al., 2015).

A baixa digestibilidade da PB e a alta excreção de N pelas fezes encontrada na SPP em relação as demais silagens pode estar relacionada à proteína ligada à lignina, essa por possuir digestibilidade baixa ou nula, influencia diretamente na digestibilidade tanto da proteína quanto da matéria seca, da fibra bruta, da celulose e hemicelulose, sendo assim considerada como o principal fator limitante da digestibilidade em forragens (NRC, 2016).

O consumo de NDT dos animais foram superiores ao preconizado pelo NRC (2007) que é um consumo de 0,55 kg/animal/dia de NDT para animais dessa categoria visando obtenção de 200 g/animal/dia. O consumo de fibra em detergente neutro dentro dos padrões recomendados não limitou o consumo de NDT, atendendo as exigências dos animais deste estudo.

A baixa digestibilidade da FDN em dietas contendo SPP provavelmente está relacionada ao alto teor de lignina na sua composição (Tabela 2). A lignina é o principal fator que influencia negativamente a digestibilidade, pois impede a digestão das enzimas hidrolíticas e pelo fato que a lignina cobre a celulose e hemicelulose limitando o ataque dos microrganismos do rúmen, e assim reduzindo a ação dos microrganismos no processo de digestão (VAN SOEST, 1991).

A queda da digestibilidade da fibra também pode estar associada à mudança na composição das ligninas de guaiacila para siringila, oriundo do processo de maturação da planta e assim aumentando as ligações cruzadas entre a lignina e as hemiceluloses intermediadas pelo ácido ferúlico. A formação desses complexos também pode ocorrer entre os polissacarídeos, componentes fenólicos e a própria lignina, com isso a maturação da planta pode ser mais importante na redução na digestibilidade da fibra que a concentração de lignina na planta (Santos et al., 2016).

Os maiores consumos de carboidratos não fibrosos para SP e SPG são decorrentes da maior concentração de CNF na palma forrageira e ao baixo teor de matéria seca da SPG. O uso da palma na dieta de ruminantes possui suas particularidades onde esse recurso alimentar deve estar associado a uma fonte de fibra. A palma de maneira geral possui baixas concentrações de matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta e possui elevadas concentrações de carboidratos não fibrosos, pectina e minerais principalmente cálcio. Apesar de ser uma planta forrageira adaptada as condições áridas e semiáridas e ter potencial como fonte de água e nutrientes para alimentação de ruminantes, o seu uso em grandes proporções ou individualmente podem causar distúrbios nutricionais em animais ruminantes, causando diarreias, pois geralmente a sua concentração de fibra não é suficiente para manter as condições adequadas das funções ruminais, devendo ser fornecida aos animais associada a uma fonte de fibra juntamente com uma fonte de proteína (Rodrigues et al., 2016).

Os valores para nitrogênio ingerido observados no presente estudo estão acima do recomendado pelo NRC (2007), que é de 19,7g/animal/dia para cordeiros com 20 quilos e ganhos de 200g/dia. A ingestão de nitrogênio acima das exigências promove maiores perdas de nitrogênio via fezes e urina, mostrando que o excesso de nitrogênio é eliminado pelo animal (Van Soest 1994), fato também observado no presente estudo.

O nitrogênio excretado na urina está relacionado à proteína degradada no rúmen, oriundo do excesso de amônia produzido da rápida degradação ruminal e da hidrólise da ureia (Vieira et al, 2017), justificando a maior concentração de N na urina do tratamento com SPB, devido a maior concentração de ureia na dieta (Tabela 2). Outro fato foi que os animais

selecionavam o concentrado da dieta, de forma que consumiam maior quantidade de grãos em relação ao volumoso.

O organismo animal direciona o N disponível para síntese proteica, sistemas enzimáticos, formação ou renovação de tecidos, e o valor para estimar a utilização do N pelo organismo é retratado pela retenção de N que consiste na relação entre o N absorvido e o BN (Souza et al., 2018). A eficiência da utilização do composto nitrogenado depende da sua composição e capacidade de absorção no intestino, sendo um fator determinante para o desempenho de ruminantes (Peixoto et al., 2017). Todos os tratamentos apresentaram BN positivo, demonstrando que os animais não necessitaram deslocar suas reservas corporais para suprir suas exigências nutricionais e que a dieta foi suficiente para atender a demanda nutricional.

O valor médio do balanço de nitrogênio encontrado para as dietas está acima dos resultados reportados por Gusha et al. (2015) avaliando o efeito da alimentação de silagens de palma e leguminosas na retenção de nitrogênio, digestibilidade e síntese de proteína microbiana em caprinos (45,62%).

As dietas proporcionaram GMD de 0,268 g/dia, com maior ganho para os animais que receberam dietas com SPG (0,303 g/dia), devido ao maior consumo de matéria seca que estas dietas proporcionaram. Os valores encontrados estão acima do estabelecido pelo NRC (2007) (200g/dia). Bendaou (2013), utilizando silagem de palma forrageira na forma de ração para avaliar a performance de ovinos encontrou resultados inferiores aos obtidos na presente pesquisa (195 g/dia) para os animais alimentados com a silagem de palma e 255 g/dia para uma dieta convencional.

## **5. Conclusão**

Os volumosos a base de palma forrageira permitiram ganhos acima de 200g/dia, mostrando-se eficientes em dietas para confinamento de ovinos e ganhos semelhantes ou superiores a dietas a base de milho, destacando a associação da palma com gliricídia pela alta capacidade de aproveitamento de nutrientes refletido em ganhos expressivos. As dietas podem ser recomendadas como novas alternativas para terminação de ovinos em confinamento.

## 6. Referências bibliográficas

AGUIAR, M.D.S.M.A., SILVA, F.F., DONATO, S.L.R., SCHIO, A.R., SOUZA, D.D., MENESES, M.A., LÉDO, A.A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias**, 36, 999-1012, 2015.

Association of Official Analytical Chemists AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. Ed., Latimer Jr., G.W. 20th ed. Washington (D.C.). p. 3100, 2016.

BENDAOU, M., OMAR, M.A. **New feeding technology using cactus in sheep fattening: Applications to small-scale farms of Rhamna region**, Morocco. In.: International Seminar Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations Tangier, 8. Séminaires nationaux et journées de sensibilisation, journées nationales du cactus, INRA/DPA. Morocco, 2013.

BORGES, L.D.A., ROCHA JÚNIOR, V.R., MONÇÃO, F.P., SOARES, C., RUAS, J.R.M., VIEIRA E SILVA, F., RIGUEIRA, J.P.S., COSTA, N.M., OLIVEIRA, L.L.S., RABELO, W.O. 2019. Nutritional and productive parameters of Holstein/Zebu cows fed diets containing cactus pear. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 32, :1373-1380, 2019.. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0584>

Climate-data. 2018. Clima de Petrolina. Disponível em: <http://pt.climatedata.org/location/31938/>. Acesso em 23 set 2018.

COÊLHO, J.J., MELLO, A.C.L., SANTOS, M.V.F., DUBEUX JUNIOR, J.C.B., CUNHA, M.V., LIRA, M.A. Prediction of the nutritional value of grass species in the semiarid region by repeatability analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53, 378-385, 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000300013>

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

DHARMAWAN, R., SURJOWARDOJO, P., SUSILORINI, T. E. Effect of steaming up by *gliricidia sepium* to dairy goats in late gestation on milk yield and composition during the

early lactation. **International Research Journal of Advanced Engineering and Science**, 4, 290-293, 2019. <https://www.irjaes.com/pdf/V4N1Y18-IRJAES/IRJAES-V4N1P310Y19.pdf>

GUSHA, J., HALIMANI, T.E., NGONGONI, N.T., NCUBE, S. Effect of feeding cactus legume silages on nitrogen retention, digestibility and microbial protein synthesis in goats. **Animal Feed Science and Technology**, n. 206, p. 1-7, 2015.

HALL, M.B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, p.A-25 (Bulletin, 339), 2000.

MACÊDO, A.J.S., SANTOS, E.M., ARAÚJO, G.G.L., EDVAN, R.L., OLIVEIRA, J.S., PERAZZO, A.F., SÁ, W.C.C.S., PEREIRA, D.M. Silages in the form of diet based on spineless cactus and buffelgrass. **African Journal of Range & Forage Science**. 2018: 1–9. <https://doi.org/10.2989/10220119.2018.1473494>

MACÊDO, A.J.S., SANTOS, E.M., OLIVEIRA, J.S., PERAZZO, A.F. Produção de silagem na forma de ração à base de palma: Revisão de Literatura. **Revista Eletrônica de Veterinária**.18, 1-11, 2017.

MCDONALD, P., HENDERSON, A.R., HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 340p, 1991.

MCGRATH, J., DUVAL, S.M., TAMASSIA, L.F.M., KINDERMANN, M., STEMMLER, R.T., GOUVEA, V.N., ACEDO, T.S., IMMIG, I., WILLIAMS, S.N., CELI, P. Nutritional strategies in ruminants: A lifetime approach. **Research in Veterinary Science**. 116:28-39, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.rvsc.2017.09.011>.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Beef Cattle** (8th rev. ed.). Washington, DC: National Academy Press, 2016.

NRC, NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requeriments of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.384 p, 2007.

PEIXOTO, E.L.T., MIZUBUTI, I.Y., RIBEIRO, E.L.A., MOURA, E.S., PEREIRA, E.S., PRADO, O.P.P., CARVALHO, L.N., PIRES, K.A. Residual frying oil in the diets of sheep:

intake, digestibility, nitrogen balance and ruminal parameters. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 30: 51-56, 2017. <https://doi.org/10.5713/ajas.15.0970>.

RIBEIRO, R.D.X., OLIVEIRA, R.L., BAGALDO, A.R., FARIA, E.F.S., GARCEZ NETO, A.F., SILVA, T.M., BORJA, M.S., CARDOSO NETO, B.M. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. 9, 631-640, 2018.

RODRIGUES, A.M., PITACAS, F.I., REIS, C.M.G., BLASCO, M. Nutritional value of opuntia ficus-indica cladodes from portuguese ecotypes. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, 22:40-45, 2016.

SANTOS, R.C., CARNEIRO, A.D.C.O., VITAL, B.R., CASTRO, R.V.O., VIDAURRE, G.B., TRUGILHO, P.F., CASTRO, A.F.N.M. Influência das propriedades químicas e da relação siringil/guaiacil da madeira de eucalipto na produção de carvão vegetal. **Ciência Florestal**. 26, 657–669, 2016.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 235p, 2002.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba, Livroceres, 380p, 1979.

SILVA, K.B., OLIVEIRA, J.S., SANTOS, E.M., CARTAXO, F.Q., GUERRA, R.R., SOUZA, A.F.N., MUNIZ, A.C.S., CRUZ, G.F.L. Ruminal and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage. **Tropical Animal Health and Production**, 2019 <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02051-5>. 1-9 p

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, 70:3562-3577, 1992.

SOUZA, C.M., OLIVEIRA, R.L., VOLTOLINI, T.V., MENEZES, D.R., SANTOS, N.J.A., BARBOSA, A.M., SILVA, T.M., PEREIRA, E.S., BEZERRA, L.R. Lambs fed cassava silage with added tamarind residue: Silage quality, intake, digestibility, nitrogen balance,

growth performance and carcass quality. **Animal Feed Science and Technology**, 235:50–59, 2018 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2017.11.007>.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74, 3583-3597, 1991.

VIEIRA, B.D.C.R., MOREIRA, Y.R., ALFAIATE, M.B., SOUZA, M.H., MENDONÇA, P.P., DEMINICIS, B.B. Utilização de subprodutos e resíduos de frutas na suplementação de ovinos (*Ovis aries*). **Archives of Veterinary Science**, 22, páginas, 2017.

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

## CAPÍTULO II

---

Aporte hídrico e comportamento ingestivo de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos

## **Aporte hídrico e comportamento ingestivo de dietas a base de silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos**

### **RESUMO**

Objetivou-se avaliar o aporte hídrico e comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas contendo silagens de palma associado a forrageiras tropicais. Quarenta ovinos sem raça definida, inteiros, com peso médio inicial de  $22,65 \pm 1,01$  kg foram distribuídos em um delineamento experimental inteiramente casualizado, com 5 tratamentos e 8 repetições. As dietas experimentais foram compostas por: Silagem de palma forrageira (SP), silagem de palma forrageira + capim-buffel (SPB), silagem de palma forrageira + gliricídia (SPG), silagem de palma forrageira + pornunça (SPP) e silagem de milho (SM). SPG proporcionaram maior consumo de água via alimento, consumo total de água, água metabólica, excreção via fezes e via urina ( $P < 0,05$ ). SM proporcionou um maior consumo de água via bebedouro, menor eficiência da alimentação e ruminação da matéria seca, eficiência da ruminação da fibra em detergente neutro, gramas de matéria seca por bolo, gramas de fibra em detergente neutro por bolo e o menor tempo médio em mastigações por bolo ingerido ( $P < 0,05$ ). SPG, SPP e SM proporcionaram maiores tempos para ruminação e números de bolos alimentares por dia ( $P < 0,05$ ). SP apresentou maior tempo dos animais em ócio, menor número e quantidade de bolos por minuto, maior concentração de cristais na urina, com maior frequência de fosfato amonáco-magnésiano e oxalato de cálcio. Silagens a base a palma forrageira são uma alternativa para o fornecimento de água via alimento.

**Palavras-chave:** capim-buffel, conservação, consumo de água, gliricídia, pornunça.

## **Water intake in digestive behavior of diets based on palm silage and tropical forages for sheep**

### **ABSTRACT**

The objective was to evaluate the water intake and ingestive behavior of sheep receiving diets containing palm silages associated with tropical forages. Forty whole, purebred sheep with an average initial weight of  $22.65 \pm 1.01$  kg were distributed in a completely randomized design with 5 treatments and 8 repetitions. The experimental diets were composed by: silage of forage palm (SP), silage of forage palm + buffelgrass (SPB), silage of forage palm + gliricidia (SPG), silage of forage palm + pornunça (SPP) and corn silage (SM). SPG provided greater water consumption via food, total water consumption, metabolic water, excretion via faeces and urine ( $P < 0.05$ ). SM provided greater water consumption via a drinking fountain, less efficient feeding and dry matter rumination, neutral detergent fiber rumination efficiency, grams of dry matter per cake, grams of neutral detergent fiber per cake and the shortest average time in chews for ingested bolus ( $P < 0.05$ ). SPG, SPP and SM provided longer times for rumination and numbers of food cakes per day ( $P < 0.05$ ). SP showed more time of the animals in idleness, less number and quantity of cakes per minute, higher concentration of crystals in the urine, with a higher frequency of ammonia-magnesium phosphate and calcium oxalate. Silages based on forage palm are an alternative for the supply of water via food.

**Keywords:** buffel grass, conservation, gliricidia, pornunça, waterintake.

## 1. Introdução

A escassez hídrica presente em regiões áridas e semiáridas se apresenta como um desafio na produção de alimentos para 35,5% da população mundial que reside nessa região (UNITED NATION, 2011). Segundo o IBGE (2018), somente no semiárido brasileiro, há uma população de caprinos e ovinos de cerca de 18 milhões de cabeças, desta temos uma média de ingestão de água de 3 litros/cabeça/dia, onde seriam necessários 54 milhões de litros de água/dia. Esse valor é ainda maior quando são considerados os volumes de água presentes nos alimentos consumidos pelos animais, a quantidade de água utilizada na produção desses alimentos e a água utilizada para a higienização de baias e utensílios. O que demonstra que o volume hídrico demandado para a criação de animais é elevado e merece um uso responsável, a fim de aumentar sua captação e eficiência de utilização, com reflexos positivos nos sistemas de produção (FAO, 2018).

A água de origem alimentar pode ser uma excelente alternativa como estratégia de dessedentação animal, em especial a provenientes de forrageiras suculentas. A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) é um exemplo dessas forrageiras e tem-se destacado como alternativa na produção de alimentos em regiões com baixos índices pluviométricos, podendo ser irrigada com águas de qualidade inferiores devido à sua adaptabilidade, eficiência na utilização da água, alto potencial de biomassa nas condições semiáridas e elevada produtividade de água (Magalhães et al., 2019).

Alguns autores observaram a redução no consumo de água de fontes hídricas com a oferta de palma forrageira na composição da dieta (Costa et al., 2012, Gusha et al, 2015, Andrade et al., 2016, Magalhães et al., 2019; Alhanafi et al., 2019). Embora o uso da palma forrageira como alternativa de oferta de água via alimento se apresente de forma viável, a alimentação de ovinos exclusivamente de palma forrageira está associada a consequências negativas para a saúde e o desempenho do animal, decorrente do baixo teor de matéria seca (109 g/kg MS) fibra em detergente neutro (243 g/kg MS) e proteína bruta (44,6 g/kg MS), a elevada concentração de minerais (156g/kg MS) (Oliveira et al., 2018) e oxalatos (11,4 mg/g MS) (Contreras-Padilla et al., 2011). Assim, o uso da palma associada a forrageiras tropicais na elaboração de silagens busca melhorar o aporte nutricional das dietas e assim evitar distúrbios gastrointestinais em ruminantes (Silva et al., 2019).

Dentre as possíveis associações da palma forrageira com forrageiras adaptadas ao semiárido que apresentam potencial produtivo, encontram-se o capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* L.), que é uma gramínea extremamente adaptada a regiões áridas e difundida no

semiárido brasileiro com potencial de melhorar os teores de fibra da silagem atendendo a demanda mínima para ruminantes (Coêlho et al., 2018), a gliricídia (*Gliricidia sepium*) que, além de possuir um alto teor de nitrogênio proteico (acima de 2,5%), auxilia no aumento do teor de fibra da dieta, associado à capacidade de atravessar longos períodos de estiagem (Dharmawan et al., 2019), como também a porunça (*Manihot sp*), que apresenta altos teores de proteína bruta (16,7%) e fibra em detergente neutro (55,2%), possuindo elevada tolerância à seca e crescimento em solos pobres além de alto potencial produtivo (Carvalho et al., 2017).

A avaliação do potencial de uso de silagens de palma forrageira associada a forrageiras tropicais em dietas para pequenos ruminantes é necessária para validar sua capacidade produtiva tornando-se uma alternativa de alimento viável para o desempenho animal e demanda hídrica. Assim, a avaliação do comportamento ingestivo em dietas contendo palma forrageira em sua composição é uma ferramenta importante para explicar problemas como os relacionados com a redução do consumo voluntário, e a aceitação das dietas pelos animais, já que os teores de fibra da dieta possuem correlação direta com as atividades de ócio, alimentação e ruminação (Schultz et al., 2019).

Objetivou-se avaliar o aporte hídrico e comportamento ingestivo em ovinos alimentados com dietas contendo silagens de palma associado a forrageiras tropicais.

## **2. Material e métodos**

### **2.1. Local do experimento**

O experimento foi conduzido no Campo Experimental da Caatinga, na Unidade de Metabolismo Animal, pertencente à Embrapa Semiárido, localizada no município de Petrolina-PE, Brasil. A cidade tem uma altitude média de 376 metros e coordenadas geográficas de 9°23'35" de latitude sul e 40°30'27" de longitude oeste. O clima é do tipo Tropical Semiárido, com chuvas de verão. O período chuvoso se inicia em novembro e termina em abril, apresentando uma média pluviométrica anual de 433 mm (CLIMATE-DATA, 2018), umidade relativa de 36,73% e temperaturas médias anuais, máxima e mínima, de 32,0 e 26,95°C, respectivamente.

Esta pesquisa foi avaliada e aprovada pela Comissão de ética no uso de animais (CEUA) da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa Semiárido, com número de protocolo 0004/2016.

## 2.2. Animais, tratamentos e dietas experimentais

Quarenta ovinos machos sem padrão racial definido, não castrados, com peso corporal inicial de  $22,65 \pm 1,01$  kg e idade média de sete meses, foram utilizados no experimento. Os animais foram previamente identificados, pesados, tratados contra endo e ectoparasitas e distribuídos em baias individuais ( $1,00 \times 2,00$  m) providas de comedouros, bebedouros e saleiros, onde permaneceram por 66 dias, precedidos de 16 dias de adaptação. Os animais foram pesados no início e no final do período experimental, para acompanhamento do seu desenvolvimento ponderal.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e oito repetições. As dietas experimentais foram compostas por cinco silagens (Tratamentos): Silagem de palma forrageira (SP), silagem de palma forrageira + capim-buffel (SPB), silagem de palma forrageira + gliricídia (SPG), silagem de palma forrageira + pornunça (SPP), silagem de milho (SM), mais concentrado à base de farelo de soja, farelo de milho, farelo de trigo e suplementos minerais (Tabela 1).

**Tabela 1.** Teores médios da composição química dos volumosos e concentrados.

Item	Silages					Concentrado		
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	Farelo de soja	Farelo de milho	Farelo de trigo
MS	175,89	447,22	215,24	237,57	304,83	892,50	891,50	876,50
MM	95,56	85,24	88,97	118,89	70,79	66,50	19,20	52,30
PB	50,00	72,20	133,80	130,20	85,00	471,80	101,60	160,60
FDN	224,09	686,88	642,44	556,60	619,33	175,80	175,10	443,00
FDA	208,31	315,23	415,77	363,26	249,06	98,50	77,60	141,70
LIG	63,70	60,08	49,01	68,40	59,42	13,22	12,78	57,45
CNF	611,05	170,68	104,79	164,31	193,28	268,80	667,50	309,10
EE	19,30	15,00	30,00	30,00	31,60	17,10	36,60	35,00

SP=Silagem de palma; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; FDN= Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG= Lignina; CNF=Carboidrato não fibroso; EE = Extrato etéreo.

Para a confecção das silagens, foi utilizada a palma forrageira da variedade Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* Haw), colhida aos 24 meses após rebrota. Em relação a

gliricídia (*Gliricidia sepium*) e a pornunça (*Manihot sp.*), foram selecionadas plantas com altura média de 1,5 m, colhendo a parte aérea das plantas que apresentavam folhas jovens e caules mais tenros. O capim-buffel (*Cenchrus ciliaris L.*) foi cortado a 10 cm acima do solo, antes do período de inflorescência, com aproximadamente 60 cm de altura. Todos os materiais foram processados em forrageira estacionária PP-35 com tamanho médio de partículas de aproximadamente 2,0 cm e armazenados em tambores plásticos com capacidade para 200 L.

As dietas foram formuladas isoproteicas para ganhos de peso de 200 g/dia seguindo as recomendações do National Research Council (NRC, 2007). Visando aumentar o teor de fibra da silagem exclusiva de palma forrageira, com base nas informações de McDonald (1991), que recomenda o mínimo de 200g/kg de fibra, utilizou-se uma relação de 38:62 de volumoso:concentrado, tendo-se como fonte de fibra o farelo de trigo (Ribeiro et al, 2008). Nos tratamentos com silagem de palma forrageira associada a uma forrageira tropical foi utilizada uma relação entre volumosos de 70:30, obtendo uma relação volumoso: concentrado de 60:40. O cloreto de amônio foi adicionado em todas as dietas experimentais buscando a acidificação da urina para prevenção do surgimento de cálculos urinários nos animais (Tabela 2)

**Tabela 2** - Proporção dos ingredientes e composição bromatológica de dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos.

Ingredientes (g/kg)	Dietas experimentais					SP= Silagem de palm a; SPB =Sil age m de palm a com capi m- buff el; SPG =Sil age m de
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	
Silagem	378,4	595,2	596,1	596,8	596,4	
Farelo de Soja	58,9	106,9	59,6	65,8	59,6	
Farelo de Milho	96,2	263,8	317,5	310,6	315,3	
Farelo de Trigo	435,0	0,0	0,0	0,0	0,0	
Ureia	4,6	6,7	0,0	0,0	1,8	
Núcleo mineral <sup>1</sup>	14,4	14,6	14,6	14,6	14,6	
Cloreto de amônio	12,0	12,1	12,2	12,2	12,2	
Sulfato de amônio	0,5	0,7	0,0	0,0	0,2	
<i>Composição química</i>						
Matéria seca (g/kg MN)	328,27	508,72	289,86	300,22	421,83	
Matéria mineral (g/kg MS)	95,67	85,20	89,00	118,90	70,96	
Proteína bruta (g/kg MS)	156,54	152,54	162,06	161,24	160,80	
Extrato etéreo (g/kg MS)	30,01	28,17	39,86	39,53	40,67	
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	304,18	447,23	349,31	398,09	435,28	
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	230,62	355,73	213,54	320,54	262,18	
Lignina (g/kg MS)	51,10	64,85	53,85	73,24	29,56	
Nutrientes digestíveis totais (g/kg MS)	667,14	579,06	679,16	603,83	644,92	
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	413,94	287,26	360,03	282,11	293,21	

palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; <sup>1</sup>Níveis de garantia (por kg em elementos ativos): cálcio - 120 g; fósforo - 87g; sódio - 147g; enxofre - 18g; cobre - 590 mg; cobalto - 40 mg; cromo - 20 mg; ferro - 1.800 mg; iodo - 80 mg; manganês - 1.300 mg; selênio - 15 mg; zinco - 3.800 mg; molibdênio - 10 mg; flúor máximo - 870 mg; solubilidade do fósforo em ácido cítrico a 2% mínimo - 95%; MN - Matéria natural.

O alimento foi fornecido duas vezes ao dia, às 08h30 e 15h30, e a água foi fornecida à vontade. As sobras dos alimentos ofertados foram coletadas e pesadas para determinação do consumo e ajuste da ingestão de matéria seca de forma a permitir 20% de sobra no cocho. Amostras dos alimentos fornecidos e das sobras foram coletadas semanalmente para posteriores análises laboratoriais.

### **2.3. Consumo dos nutrientes**

O consumo diário de matéria seca (CMS) foi obtido pela diferença entre a MS total de ração consumida e o total de MS presente nas sobras. A ingestão de nutrientes foi determinada como a diferença entre o total de nutrientes presentes na ração consumida e o total de nutrientes presentes nas sobras, em base total de MS.

### **2.4. Coleta de urina**

Para a coleta de urina os animais foram distribuídos em gaiolas metabólicas providas de comedouro e bebedouro e dispostas em área coberta. A urina foi colhida e pesada uma vez ao dia em baldes plásticos contendo 100 ml de ácido clorídrico (HCl) a 20%, para prevenir as perdas de nitrogênio por volatilização. Uma alíquota de 10% da urina total foi coletada para a obtenção de uma amostra composta (por animal), acondicionada em potes plásticos identificados e armazenados em freezer à -10°C, para posteriores análises laboratoriais. Para avaliação dos cristais presentes na urina foi realizado sedimentoscopia, de acordo com a metodologia de Garcia-Navarro (1996).

### **2.5. Balanço Hídrico e eficiência hídrica**

O consumo de água foi avaliado diariamente. A água foi fornecida em baldes e pesada antes de ser fornecida e novamente 24 horas depois. Três baldes contendo água foram distribuídos no galpão, próximos às gaiolas dos animais, para determinar a evaporação diária.

O balanço hídrico foi avaliado utilizando as seguintes equações: Ingestão total de água = (água ofertada – água evaporada) + água proveniente da dieta; Excreção total de água =

água excretada na urina + água excretada nas fezes; Balanço hídrico = ingestão total de água – excreção total de água (Church, 1976). Para o consumo de água via alimento, os valores foram calculados com a equação: Consumo de água via alimento = consumo de alimentos em matéria natural – consumo de matéria seca. A produção de água metabólica foi estimada a partir da análise bromatológica das dietas e calculada multiplicando o consumo de carboidratos, proteína e extrato etéreo digestível pelos fatores 0,60; 0,42 e 1,10, respectivamente (Taylor et al. 1969; Church 1976).

## 2.6. Comportamento ingestivo

Para avaliação do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos à observação visual durante um período de 24 horas do 23º ao 24º dia do período experimental, sendo as observações realizadas em intervalo de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Os dados foram coletados por observadores treinados usando temporizadores digitais. Durante as avaliações noturnas o ambiente foi mantido com iluminação artificial. Os resultados para as variáveis comportamentais de alimentação (alimentação, ruminação e ócio) foram obtidos usando equações adaptadas de Bürger et al. (2000).

No mesmo dia foram realizadas três observações de cada animal divididas em três períodos: manhã, tarde e noite. Nestes períodos foram registrados o número de mastigações por bolo ruminal (nº/bolo) e o tempo gasto ruminando cada bolo (seg/bolo) (Polli et al., 1996). Para obtenção do número de bolos diários, foi realizada a divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto para ruminar cada bolo.

A eficiência de alimentação (EAL) para matéria seca (MS) e fibra em detergente neutro (FDN) foram obtidas pelas seguintes fórmulas:  $EALMS = CMS/TAL$  e  $EALFDN = CFDN/TAL$ . Já a eficiência de ruminação (ERU) para MS e FDN foram obtidas pelas fórmulas:  $ERUMS = CMS/TRU$  e  $ERUFDN = CFDN/TRU$ , em que: CMS – consumo diário de matéria seca (g), CFDN – consumo de fibra em detergente neutro, TAL – tempo gasto em alimentação (h/dia), TRU – tempo de ruminação (h/dia), EALMS (g MS consumida/h), EALFDN (g FDN consumida/h), ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h).

## 2.7. Análises laboratoriais

Amostras do alimento ofertado, sobras e fezes foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C por 72:00 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinhos de facas (Wiley Mill, Marconi, MA-580, Piracicaba, Brazil) utilizando-se peneira de porosidade 1 mm. As análises foram realizadas utilizando os métodos descritos pela AOAC (2016) para determinação dos teores de matéria seca (MS; método 967.03), matéria mineral (MM; método 942.05), proteína bruta (PB; método 981.10) e extrato etéreo (EE; método 920.29). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram determinados utilizando a metodologia descrita por Van Soest et al., (1991) e a lignina foi determinada tratando o resíduo da fibra em detergente ácido com 72% de ácido sulfúrico (Silva e Queiroz, 2002).

Para estimativa dos carboidratos totais (CT), utilizou-se a equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$ . O teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) nas dietas que continham ureia em sua composição foram calculados conforme proposto por Hall (2003):  $CNF = 100 - [(\%PB - (\%PB \text{ ureia} + \%ureia)) + \%FDN_{cp} + \%EE + \%MM]$ , já nas dietas isentas de ureia, os CNF foram obtidos pela equação:  $100 - (\%FDN + \%PB + \%EE + \%MM)$  de acordo com Weiss (1999).

O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) dos nutrientes foi calculado conforme descrito por Silva e Leão (1979), em que:  $CDA = \{[\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)}] / \text{consumo de nutrientes (kg)}\} * 100$ . Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme recomendações de Sniffen et al. (1992):  $CNDT = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fecal}) + 2,25 * (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fecal}) + (FDN \text{ ingerido} - FDN \text{ fecal}) + (CNF \text{ ingerido} - CNF \text{ fecal})$ ;  $\%NDT = (\text{Consumo de NDT} / \text{Consumo de MS}) * 100$ .

## 2.8 Análises estatísticas

As variáveis analisadas foram submetidas à análise de variância (ANOVA). Os dados foram analisados pelo procedimento GLM do SAS 9.2, considerando como significativos valores de probabilidade inferiores a 5% de acordo com o teste Tukey. A análise de frequência dos cristais foi utilizado o procedimento FREQ.

### 3. Resultados

Os animais que receberam as dietas contendo SPG apresentaram maiores consumos de matéria seca, matéria orgânica e nutrientes digestíveis totais ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). As dietas contendo SPG e SPP apresentaram os maiores consumos de proteína bruta ( $P < 0,05$ ) em relação as demais silagens testadas (Tabela 3). Menores consumos de extrato etéreo foram observados nos animais que receberam dietas contendo SP e SPB ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). SPB e SPG proporcionaram maiores consumos de fibra em detergente neutro ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3). Maiores consumos de carboidratos não fibrosos foram observados para os animais que receberam dietas contendo SP e SPG ( $P < 0,05$ ) (Tabela 3).

Dietas contendo SP e SPG proporcionaram maiores ganhos de peso total ( $P = 0,001$ ) e ganhos médios diários ( $P = 0,001$ ) (Tabela 3).

**Tabela 3.** Consumo diário dos componentes nutricionais, ganho de peso total e ganho médio diário em cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos

Itens	Dietas experimentais						Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	EPM	
Matéria seca	1,48ab	1,40ab	1,64a	1,46ab	1,20b	0,04	0,018
Matéria orgânica	1,36ab	1,28ab	1,51a	1,28ab	1,12b	0,03	0,014
Proteína bruta	0,24ab	0,24ab	0,27a	0,25a	0,20b	0,01	0,005
Extrato etéreo	0,04b	0,04b	0,07a	0,06a	0,06 <sup>a</sup>	0,02	0,001
Fibra em detergente neutro	0,41b	0,55a	0,53a	0,51ab	0,48ab	0,03	0,015
Carboidratos não fibrosos	0,66a	0,45b	0,64a	0,45b	0,38b	0,02	0,003
Nutrientes digestíveis totais	0,97ab	0,82bc	1,12a	0,87bc	0,77c	0,03	0,001
Ganho de peso total (kg)	14,67a	11,60b	15,16a	13,95ab	11,68b	0,43	0,001
Ganho médio diário (kg/dia)	0,293a	0,232b	0,303a	0,279ab	0,234b	0,01	0,001

SP=Silagem de palma; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; SPP=Silagem de palma com pornunça; SM=Silagem e milho; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%; EPM=Erro padrão da média.

SM proporcionou um maior consumo de água via bebedouro ( $P = 0,002$ ) em relação as demais silagens (Tabela 4). Dietas contendo SPG apresentaram maiores consumos de água via alimento ( $P = 0,001$ ), consumo total de água ( $P = 0,001$ ), água metabólica ( $P = 0,001$ ), excreção via fezes ( $P = 0,001$ ) e excreção via urina ( $P = 0,001$ ) (Tabela 4).

**Tabela 4.** Balanço hídrico em ovinos alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos

Itens (kg/dia)	Dietas experimentais						Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	EPM	
Água do bebedouro	2,720ab	2,793ab	2,655ab	2,277b	3,189 <sup>a</sup>	0,08	0,002
Água do alimento	2,724b	1,319c	4,027a	3,405ab	1,647c	0,19	0,001
Consumo total de água	5,459ab	4,113c	6,683a	5,683ab	4,836bc	0,03	0,001
Água metabólica	0,563b	0,593ab	0,739a	0,517b	0,515b	0,02	0,001
Excreção via Fezes	0,590	0,505	0,768	0,660	0,621	0,03	0,263
Excreção via Urina	1,289ab	0,902b	1,900a	1,060b	1,087b	0,09	0,001
Excreção total de água	1,879b	1,408b	2,669a	1,720b	1,709b	0,11	0,001
Balanço hídrico (%)	65,24	65,99	60,25	69,76	65,28	1,03	0,218

SM=Silagem e milho; SP=Silagem de palma; SPP=Silagem de palma com pornunça; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; l= em Kg/dia; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%; EPM = Erro padrão da média.

A dieta contendo SP apresentaram maior concentração de cristais ( $P = 0,010$ ), com maior frequência de fosfato amonáco-magnésiano (6/8) e oxalato de cálcio (3/8) (Tabela 5). Cristais de leucina estiveram presentes em todos os tratamentos, com maiores frequências em animais alimentados com dietas contendo SPB (7/8) seguida da dieta contendo SPG (6/8) (Tabela 5). Apenas animais alimentados com dietas contendo SPP apresentaram bilirrubina (2/8) (Tabela 5).

**Tabela 5.** Concentração de cristais e frequência dos tipos de cristais presentes no sumário de urina de cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais.

Itens	Dietas experimentais						Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM	EPM	
Cristais	4,0a	2,5ab	3,0ab	3,0ab	2,0b	0,19	0,010
	<i>Frequência de cristais</i>						
Fosfato amonáco-magnésiano	(6/8)	(3/8)	(1/8)	(3/8)	-		
Leucina	(1/8)	(7/8)	(6/8)	(4/8)	(4/8)		
Oxalato de cálcio	(3/8)	(1/8)	-	(1/8)	-		
Bilirrubina	-	-	-	(2/8)	-		

SM=Silagem e milho; SP=Silagem de palma; SPP=Silagem de palma com pornunça; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%; EPM= Erro padrão da média.

Dietas contendo SM apresentaram menor eficiência da alimentação da matéria seca ( $P = 0,025$ ), eficiência da ruminação da matéria seca ( $P = 0,001$ ), eficiência da ruminação da fibra em detergente neutro ( $P = 0,008$ ), gramas de matéria seca por bolo ( $P = 0,001$ ) e gramas de fibra em detergente neutro por bolo ( $P = 0,001$ ) (Tabela 6). SPG, SPP e SM proporcionaram maiores tempos para ruminação ( $P = 0,015$ ) e números de bolos alimentares por dia ( $P = 0,001$ ) (Tabela 6).

Menores tempos para ruminação foram verificados em animais alimentados com SP ( $P < 0,05$ ), em contrapartida esta silagem foi a que proporcionou maior tempo dos animais em ócio ( $P = 0,044$ ), menor número de bolos ( $P = 0,016$ ) e menor quantidade de bolos por minuto ( $P = 0,015$ ) (Tabela 6). A SM apresentou o menor tempo médio em mastigações por bolo ingerido ( $P = 0,048$ ) (Tabela 6).

**Tabela 6.** Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas compostas por silagens de palma e forrageiras tropicais para ovinos

Itens	Dietas experimentais					EPM	Valor P
	SP	SPB	SPG	SPP	SM		
EALMS (g/hora)	328,71a	256,35ab	351,27a	303,48a	192,42b	17,7	0,025
EALFDN (g/hora)	116,03	113,00	118,37	112,89	74,28	6,1	0,116
ERUMS (g/hora)	246,62a	208,56ab	224,15ab	171,71bc	118,34c	11,4	0,001
ERUFDN (g/hora)	87,06a	91,94a	75,54ab	63,88bc	45,68c	3,6	0,008
GMSbol (g MS/bolo)	2,69a	2,40ab	2,29ab	1,81b	1,13c	0,27	0,001
GFDNbol (gFDN/bolo)	0,95ab	1,06a	0,77bc	0,67c	0,44d	0,10	0,001
Alimentação (min/dia)	274,29	342,00	298,00	300,00	316,67	10,9	0,429
Ruminação (min/dia)	374,28b	418,00ab	468,00a	510,00a	485,00a	16,0	0,015
Ócio (min/dia)	791,43a	680,00ab	674,00ab	630,00b	638,33b	20,6	0,044
Bolos/dia	567,86b	605,20b	760,00a	795,00a	843,00a	28,5	0,001
Nº/bolo	52c	62ab	53bc	65a	54bc	1,36	0,016
seg/bolo	39ab	42a	37ab	38ab	34b	0,78	0,048
Bolos/minuto	79c	90abc	87bc	101a	95ab	2,43	0,015

SM=Silagem e milho; SP=Silagem de palma; SPP=Silagem de palma com pornunça; SPB=Silagem de palma com capim-buffel; SPG=Silagem de palma com gliricídia; Valor-P = probabilidade significativa ao nível de 5%; EPM= Erro padrão da média.

#### 4. Discussão

As ingestões de matéria seca no presente estudo foram consideradas superiores aos recomendados pelo NRC (2007), o qual sugere consumo de 1100 g/animal/dia para animais com 20 kg de peso corporal. O consumo de matéria seca afeta diretamente o consumo dos demais nutrientes e o desempenho produtivo dos animais, pois 60 a 90% da variação no desempenho animal é devido ao consumo de matéria seca e apenas 10 a 40% está relacionado a digestibilidade da dieta (Karimizadeh et al., 2017; Luz et al., 2019).

Os valores encontrados para o ganho médio diário observado nas dietas estão acima do estabelecido pelo NRC (2007) (200g/dia). Bendaou (2013), utilizando silagem de palma forrageira na forma de ração para avaliar a performance de ovinos encontrou resultados inferiores aos obtidos na presente pesquisa (195 g/dia) para os animais alimentados com a silagem de palma e 255 g/dia para uma dieta convencional.

O maior consumo de água via alimento e consumo total de água em dietas contendo SPG estão relacionados aos baixos teores de matéria seca da dieta, consolidando a importância da oferta de água via alimento em regiões áridas, onde a água de bebida é escassa. A silagem de palma forrageira associada à leguminosa além de proporcionar uma reserva hídrica, melhora os teores de fibra efetiva e de proteína bruta, proporcionando uma reserva hídrica de grande potencial. Os demais tratamentos contendo palma forrageira em sua composição não diferiram da silagem de milho possivelmente devido à relação volumoso: concentrado das dietas, estimulando o consumo.

A capacidade da dieta dirimir a desidratação animal está relacionada ao teor de matéria seca da forragem, devido à palma forrageira possuir valor médio de matéria seca em torno de 10%, dietas formuladas contendo-a em sua composição leva a redução da ingestão de água (Miranda-Romero et al., 2018). Neto et al., (2016) em seu com ovinos alimentados com palma forrageira, observou que a ingestão voluntária de água pelos animais submetidos às dietas contendo palma in natura foi menor em relação aos demais tratamentos. Este comportamento deve-se à quantidade de água que a palma contém, uma vez que a mesma apresenta baixo teor de matéria seca (9,2%), e, conseqüentemente, alto teor de umidade. Desta forma, proporcionou a redução da ingestão de água direta pelos animais.

A água metabólica (AM) é produzida pela célula durante a oxidação dos hidrogênios contidos na proteína, carboidrato e gordura, produzindo 42%, 60% e 100% do seu peso em água, respectivamente (LANA, 2005). A maior proporção de água metabólica em dietas contendo SPG está relacionado ao maior valor de carboidratos totais. Apesar da gordura apresentar maior peso metabólico (9kcal/g) em relação às proteínas e carboidratos ambas com valor energético de 4kcal/g, os carboidratos apresentam maior produção de água metabólica por kcal de energia metabolizável produzida 15ml a cada 100g de kcal, enquanto as proteínas e carboidratos produzem 10,5 e 11,1ml a cada 100g de kcal (MOYES e SCHULTE, 2010).

A excreção de água está diretamente relacionada à sua ingestão. Segundo Reece (2017), dietas contendo alimentos muito suculentos, ricos em água, podem reduzir a ingestão de água e excretar considerável volume de urina, como foi observado por Cordova-Torres et al., (2017), com o aumento na excreção urinária em dietas contendo palma forrageira.

A maior excreção de água via urina pelos animais que consumiram dietas com SPG se deve a maior ingestão de água que estes animais apresentaram. Isso ocorre devido à regulação da osmolaridade dos fluidos corporais, que é controlada por pelo mecanismo

renina angiotensina aldosterona que atua harmoniosamente ajustando a ingestão e a excreção de água livre, sendo o rim é o principal órgão responsável pela manutenção da homeostase (REECE, 2017).

A maior concentração de cristais na urina de animais alimentados com SP pode estar associado à relação V:C (38:62) desta dieta, já que a fonte de fibra para essa dieta foi o farelo de trigo, com isso aumenta a concentração de muco proteico que age como agente cimentante agregando os sais precipitados para formação de urólitos (CONSTABLE et al., 2017), associado a redução da produção de saliva. Isso aumentaria a excreção renal de fósforo possibilitando a formação de cristais e urólitos (ANDERSON, 2007).

Antonelli et al. (2012) avaliando o efeito de diferentes fontes energéticas (polpa cítrica, farelo de trigo e farelo de arroz) na predisposição para urolitíase em cabritos, observaram que os animais que receberam farelo de arroz e farelo de trigo como concentrado apresentaram alta quantidade de cristais de fosfato triplo (fosfato amoníaco-magnésiano) na urina, concluiu que os farelos de arroz e de trigo predispõe o surgimento de cristais.

Segundo Guimarães et al., (2012), a oferta de alimentos ricos em oxalatos, como a palma forrageira, associado à baixa ingestão de água pode ser uma das principais causas de urolitíase em ovinos. A alta concentração de minerais presentes na palma reflete no aumento da eliminação destes via urina, e ao associar à retenção de água na luz intestinal resultante da maior concentração de Mg (Alcalde et al, 1999), ocorre uma concentração de sais, levando a precipitação e formação dos cristais fósforo amoníaco-magnésiano e oxalato de Ca tanto em pH alcalino quanto ácido (Constable et al., 2017).

Os cristais de leucina normalmente estão associados a doenças hepáticas (Mundt e Shanahan, 2016). Apesar da maior frequência nos tratamentos com SM, SPB e SPG, não foi constatada nenhuma alteração clínica nos animais, provavelmente devido o curto período relativo ao confinamento. De acordo com Ettinger et al., (2017) a presença de cristais não é indicação de terapia, no entanto, alguns tipos de cristais, ou grandes agregados pode ter importância diagnóstica, prognostica e/ou terapêutica.

A presença elevada cristais na análise de sedimentos da urina chama atenção por ser indicativo da possibilidade dos animais apresentarem urolitíase, que é uma doença de importância econômica para ovinos, caprinos animais em confinamento, que normalmente está associada à ao desequilíbrio entre Ca:P que leva a formação de cristais de Ca e Mg, além de fatores genéticos e quantidade de fibra na dieta (Freeman et al., 2010). Outro fator é o provável aumento na excreção de sais e substâncias tóxicas como oxalatos, pois a palma apresenta alta concentração de oxalato e minerais (Nefzaoui e Ben Salem, 2001). Diante a

maior concentração de minerais, é de grande importância um aporte adequado de água para que ocorra a excreção de substâncias tóxicas como oxalatos, amônia e sais minerais, comportamento observado por Araújo et al., (2009b) que constatou o aumento do consumo de água de bebida devido ao maior aporte de minerais.

Apesar de possuir altos teores de umidade, auxiliando na excreção urinária, é fundamental uma dieta equilibrada para minimizar prejuízos causados por distúrbios como urolitíase ou insuficiência. No trabalho realizado por Usman (2018), avaliando as alterações renais de ovinos alimentados com palma forrageira das variedades miúda, Orelha de elefante mexicana (OEM), IPA-Sertânia e F-21, observou que em até 72 dias de oferta da dieta, as variedades Miúda e OEM apresentaram danos severos nos néfrons que justificam insuficiência renal, porém as variedades F-21 e IPA-Sertânia provocaram lesões menores.

O tratamento com SM apresentou menor eficiência de alimentação da matéria seca e eficiência da ruminação da matéria seca e fibra em detergente neutro. Esta dieta proporcionou menores consumos para estas variáveis. Esses resultados de acordo com com Carvalho et al. (2004) que afirmaram que a menor eficiência de ruminação ocorre quando os animais consomem menores quantidades desses nutrientes.

O tempo despendido com a alimentação está de acordo com Van Soest (1994) considerando que animais confinados podem gastar até 6 horas por dia se alimentando. Este resultado pode estar associado à semelhança na quantidade de fibra presente nas dietas experimentais. Os animais que receberam a SP gastaram menor tempo ruminando (374,29 minutos/dia), provavelmente devido à alta concentração de carboidratos não fibrosos da dieta, como também a diferença do tamanho da partícula e efetividade da fibra em relação as demais dietas, já que para o tratamento SP a fonte de fibra ofertada foi o farelo de trigo, o que exerceu menor efeito sobre as atividades de ruminação, como também resultou no maior tempo de ócio.

O número de bolos ruminados é dependente do tempo de ruminação e do tempo gasto para ruminar cada bolo. Para a SPB era esperado um maior valor, o que não ocorreu devido à seleção da dieta realizada pelo animal após oferta, optando preferencialmente ao alimento concentrado, o que provavelmente resultou no menor número de bolos ruminados.

O maior número de mastigações para o tratamento que continha SPP provavelmente está ligado ao maior teor de lignina presente na dieta. A SP apresentou menor número de mastigações, esse resultado pode estar ligado ao baixo teor de MS e FDN, o que proporciona maior taxa de passagem (AGUIAR et al., 2015) e assim menor número de bolos ruminados. A atividade de mastigação é fundamental para redução do tamanho da partícula, aumentando

a degradação da fibra pelos microrganismos ruminais, como também promovendo fissuras na parede celular e assim permitindo acesso para microbiota (BURGER et al. 2000).

## 5. Conclusão

A silagem a base de palma forrageira é uma alternativa para o fornecimento de água via alimento, interfere no comportamento ingestivo aumentando a eficiência de alimentação e ruminação, com isso estimulando o consumo de matéria seca.

A dieta da palma forrageira associada à gliricídia destacou-se por atender parte da demanda hídrica do animal e apresentar-se mais eficiente e assim menor gasto energético para obtenção de suas demandas nutricionais.

## 6. Referências bibliográficas

AGUIAR, M. D. S. M. A., DA SILVA, F. F., DONATO, S. L. R., SCHIO, A. R., DE SOUZA, D. D., DE ALMEIDA MENESES, M., LÉDO, A. A. Síntese de proteína microbiana e concentração de ureia em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira *Opuntia*. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina**, v. 36, n. 2, p. 999-1012, 2015.

ALCADE C.R., EZEQUIEL J.M.B., LEMA A.C.F. & MALHEIROS E.B. Perdas endógenas e coeficientes de absorção aparente e real do magnésio em caprinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 28:1347-1357, 1999.

ALHANAFI, F., KAYSI, Y., MUNA, M., ASHRAF, A., WAMATU, J., BURTON, E. Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*) and saltbush(*Atriplex halimus*L.) as feed supplements for fattening Awassi male lambs: effect on digestibility, water consumption, blood metabolites, and growth performance. **Tropical Animal Health and Production**, 2019 51:1637–1644 <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01858-6>.

- ANDERSON, D.E. **Small Ruminant Urolithiasis.** <http://www.acvs.org/AnimalOwners/HealthConditions/FoodAnimalTopics/SmallRuminantUrolithiasis>. 2007.
- ANDRADE1, S,F,J, BATISTA, AMV, CARVALHO, F,F,R, LUCENA, R,B, ANDRADE, R, P, X., LIMA JÚNIOR, D,M. Fresh or dehydrated spineless cactus in diets for lambs. **Acta Scientiarum. Animal Science.** v. 38, n. 2, p. 155-161, Apr.-June, 2016. 10.4025/actascianimsci.v38i2.29329
- ANTONELLI, A.C., BARRÊTO JÚNIOR, R.A., MORI, C.S., SUCUPIRA, M.C.A., MARCELLO, A.C.S., ORTOLANI, E.L. Efeito de diferentes fontes energéticas na predisposição para urolitíase em cabritos. **Ciência Animal Brasileira.**, Goiânia, v.13, n.4, p. 487-493, 2012.
- ARAÚJO, P.B., PEREIRA, D.S., TEIXEIRA, M.N., COELHO, M.C.O.C., ALENCAR, S.P. **Urinálise como instrumento auxiliar no diagnóstico de enfermidades em pequenos ruminantes.** Medicina Veterinária, Recife, v.3, n.2, p.30-38, 2009.
- Association of Official Analytical Chemists. 2016. Official methods of analysis of AOAC International.** Ed., Latimer Jr., G.W. 20th ed. Washington (D.C.). p. 3100, 2016.
- BENDAOU, M., OMAR, M.A. **New feeding technology using cactus in sheep fattening: Applications to small-scale farms of Rhamna region, Morocco.** In.: International Seminar Technology creation and transfer in small ruminants: roles of research, development services and farmer associations Tangier, 8. Séminaires nationaux et journées de sensibilisation, journées nationales du cactus, INRA/DPA. Morocco, 2013
- BURGER, P.J., PEREIRA, J.C., QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo de bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CARVALHO, G. G. P., REBOUÇAS, R. A., CAMPOS, F. S., SANTOS, E. M., ARAÚJO, G. G. L., GOIS, G. C., OLIVEIRA, J.S., OLIVEIRA, L.M., RUFINO, A., AZEVEDO, J.A.G., CIRNE, L. G. A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. **Animal Feed Science and Technology**, v. 228, p. 140-148, 2017.

CARVALHO, G.G.P., PIRES, A.J.V., SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 9, p. 919-925, 2004.

CHURCH, D.C. **Digestive physiology and nutrition of ruminants: digestive physiology**. 2nd ed. Corvallis: O & B Books Publishing, 349 p, 1976.

Climate-data. 2018. Clima de Petrolina. Disponível em: <http://pt.climatedata.org/location/31938/>. Acesso em 23 set 2018.

COÊLHO, J.J., MELLO, A.C.L., SANTOS, M.V.F., DUBEUX JUNIOR, J.C.B., CUNHA, M.V., LIRA, M.A. Prediction of the nutritional value of grass species in the semiarid region by repeatability analysis. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 53, 378-385, 2018. <https://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018000300013>

CONSTABLE, P.D., HINCHCLIFF, K. W., DONE, S.H.GRUENBERG, W. **Veterinary Medicine, a Text Book of the Disease of Cattle, Sheep, Goats, Pigs and Horses**. 11th Edition, ed. Elsevier Health Sciences, London, 2278p, 2017.

CONTRERAS-PADILLA, M, PEREZ-TORRERO, E, HERNANDEZ-URBIOLA , M, I., HERNANDEZ-QUEVEDO, G., REA, A, RIVERA-MUNOZ, E, M., RODRIGUEZ-GARCIA, M, E. Evaluation of oxalates and calcium in nopal pads (*Opuntia ficus-indica* var. redonda) at different maturity stages. **Journal of Food Composition and Analysis** 24, 2011 38–43. doi:10.1016/j.jfca.2010.03.028.

CORDOVA-TORRES, A, V., COSTA, R, G., MEDEIROS, A, N., ARAÚJO FILHO, J, T., RAMOS, A, O., ALVES, N, L. Performance of sheep fed forage cactus with total water restriction. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, 18(2), 369-377, 2017. <https://dx.doi.org/10.1590/s1519-99402017000200015>.

COSTA, R. G., TREVIÑO, I. H., DE MEDEIROS, G. R., MEDEIROS, A. N., PINTO, T. F., DE OLIVEIRA, R. L. 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. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.09.012>

DHARMAWAN, R., SURJOWARDOJO, P., SUSILORINI, T. E. Effect of steaming up by gliricidia sepiumto dairy goats in late gestation on milk yield and composition during the

early lactation. **International Research Journal of Advanced Engineering and Science**, 4, 290-293, 2019. <https://www.irjaes.com/pdf/V4N1Y18-IRJAES/IRJAES-V4N1P310Y19.pdf>

ETTINGER, Stephen J., FELDMAN, Edward C., COTE, Etienne. **Textbook of Veterinary Internal Medicine-eBook**. Vol.2. 8<sup>a</sup> ed. Elsevier health sciences, 2017.

FAO. **Water use of livestock production systems and supply chains – Guidelines for assessment (Draft for public review)**. Livestock Environmental Assessment and Performance (LEAP) Partnership. FAO, Rome, Italy. 106 p, 2018. <http://www.fao.org/3/I9692EN/i9692en.pdf>

FREEMAN, S.R., POOREA, M.H., YOUNG, G.A., ANDERSON, K.L. Influence of calcium (0.6 or 1.2%) and phosphorus (0.3 or 0.6%) content and ratio on the formation of urolithogenic compounds in the urine of Boer-cross goats fed highconcentrate diets. **Small Ruminant Research**, v. 93, p.94–102. 2010.

GARCIA-NAVARRO, C.E.K. **Manual de urinálise veterinária**. São Paulo: Livraria Varela, 95 p., 1996.

GUIMARÃES, J.A., MENDONÇA, C.L., GUARANÁ, E.L.S., DANTAS, A.C., COSTA, N.A., CÂMARA, A. C. L., FARIAS, C.C., AFONSO, J.A.B. Estudo retrospectivo de 66 casos de urolitíase obstrutiva em ovinos. **Pesquisa Veterinária Brasileira**. Rio de Janeiro , v. 32, n. 9, p. 824-830, Sept. 2012 .

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

HALL, M.B. Challenges with non fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. 81:3226-3232, 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Dados Estatísticos e Censo Agropecuário. Disponível em [www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br) . Acesso jan 2017.

KARIMIZADEH, E., CHAJI, M., MOHAMMADABAD, T. Effects of physical form of diet on nutrient digestibility, rumenfermentation, rumination, growth performance and

protozoapopulation offinishing lambs. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aninu.2017.01.004>. **Animal nutrition**, 3, 139-144, 2017.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. 2a ed. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, p.68-69, 2005.

LUZ, J.B., GOMES, D.I., NETA, E.R. SANTOS, MEZZOMO, R., OLIVEIRA, L.R.S., SILVA, R.C., REIS, G.C., ALVES, K.S. Performance and digestibility of confined lambs fed with Babassu cake (*Orbignya speciosa*) as a substitute for elephant grass silage. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 71(3), 977-982, 2019. Epub June 14, 2019. <https://dx.doi.org/10.1590/1678-4162-10512>

MAGALHÃES, A, L.R., SOUSA, D, S., NASCIMENTO JÚNIOR, R, S., GOIS, G,C., CAMPOS, F, S., SANTOS, K,C., NASCIMENTO, D, B., OLIVEIRA, L, P. Intake, digestibility and rumen parameters in sheep fed with common bean residue and cactus pear, **Biological Rhythm Research**, 50, 19, 1-10, 2019. DOI: 10.1080/09291016.2019.1592351

McDONALD, P., HENDERSON, A. R., HERON, S. J. E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publicatins, 340p, 1991.

MIRANDA-ROMERO, L.A., VAZQUEZ-MENDOZA, P., BURGUEÑO-FERREIRA. J.A., ARANDA OSORIO, G. Nutritive value of cactus pear silages for finishing lambs. **Journal of the Professional Association for Cactus Development**, 20:196-215, 2018. [http://www.jpacd.org/downloads/Vol20/13\\_JPACD\\_189-215\\_Cactus\\_pear\\_silage\\_for\\_finishing\\_lambs-Miranda\\_et\\_al.pdf](http://www.jpacd.org/downloads/Vol20/13_JPACD_189-215_Cactus_pear_silage_for_finishing_lambs-Miranda_et_al.pdf)

MOYES, C.D., SCHULTE, P. M. **Princípios de Fisiologia Animal**. 2ª Edição. Ed. Artimed, 757p, 2010.

MUNDT L, SHANAHAN K. **Graff 's textbook of routine urinalysis and body fluids**. 3nd ed. Philadelphia: Lippin-cott Williams & Wilkins, 2016.

National Research Council NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids**. Washington, D.C.384 p, 2007.

NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia*: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. Disponível em: [www.Fao.org/2001](http://www.Fao.org/2001).

NETO J.P., SOARES P.C., BATISA A.M.V., ANDRADE S.F.J., ANDRADE R.P.X., LUCENA R.B. & GUIM A. Water balance and renal excretion of metabolites in sheep fed forage cactus (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). *Pesquisa Veterinária Brasileira* 36(4):322-328, 2016. DOI: 10.1590/S0100-736X2016000400012

OLIVEIRA, J.P.F., FERREIRA, M.A.F., ALVES, A.M.S.V., MELO, A.C.C., ANDRADE, I.B., URBANO, S.A., SUASSUNA, J.M.A., BARROS, L.J.A., MELO, T.T.B. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**. 31, 529-536, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0375>.

POLLI, V.A., RESTLE, J., SENNA, D.B., ALMEIDA, S.R.S. Aspects of rumination of cattle and buffaloes in feedlot. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 25:987–993, 1996.

REECE, W.O. **Dukes fisiologia dos animais domésticos**. 13. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 1594p, 2017

RIBEIRO, R.D.X., OLIVEIRA, R.L., BAGALDO, A.R., FARIA, E.F.S., GARCEZ NETO, A.F., SILVA, T.M., BORJA, M.S., CARDOSO NETO, B.M. Capim-tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.9, n.4, p. 631-640, 2008.

SCHULTZ, E.B., AMARAL, R.M., GLÓRIA, L.S., SILVA, F.F., RODRIGUES, M.T., VIEIRA, R. A.M. Ingestive behavior of dairy goats fed diets containing increasing levels of neutral detergent fiber and particle size using multivariate analysis. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, 41, 2019. <https://dx.doi.org/10.4025/actascianimsci.v41i1.45870>

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 235p, 2002.

SILVA, J.F., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 380 p, 1979.

SILVA, K.B., OLIVEIRA, J.S., SANTOS, E.M., CARTAXO, F.Q., GUERRA, R.R., SOUZA, A.F.N., MUNIZ, A.C.S., CRUZ, G.F.L. Ruminal and histological characteristics and nitrogen balance in lamb fed diets containing cactus as the only roughage. **Tropical Animal Health and Production**, 1-9 p, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-02051-5>.

SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, 70:3562-3577, 1992.

TAYLOR, C.R., SPINAGE, C.A., LYMAN, C.P. Water relations of the waterbuck. An East African antelope. **American Journal of Physiology**, 217:630–634, 1969.

United states, 2011: World Urbanization Prospects. Edition. United Nations Department of Economic and Social Affairs, Population Division, New York. Disponível em: <[http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011\\_Report.pdf](http://www.un.org/en/development/desa/population/publications/pdf/urbanization/WUP2011_Report.pdf)> Acesso em: 13/09/2019.

USMAN, U.A. Alterações renais de ovinos submetidos a diferentes tipos de dieta a base de palma forrageira. 63f. **Dissertação (Mestrado)** - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2018.

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

VAN SOEST, P.J., ROBERTSON, J.B., LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, 74:3583-3597, 1991.

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

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso da palma forrageira (*Opuntia sp*) conservada na forma de silagem permite o aproveitamento de todo seu potencial produtivo proporcionando uma reserva de alimento e água para uso em momentos de maior escassez. No entanto, a oferta da silagem de palma exclusiva poderá causar distúrbios.

A associação da palma com as fontes de forragens testadas no trabalho, capim-buffel (*Cenchrus ciliaris*), gliricídia (*Gliricidia sepium*) e a pornunça (*Manihot sp*) apresentaram ganhos superiores aos preconizados com base no sistema americano de alimentação para pequenos ruminantes, tornando-se alternativas viáveis na conservação de forragens e produção de ovinos no semiárido. Vale ressaltar que a palma forrageira associada à gliricídia obteve destaque por apresentar características como maior consumo e ganho de peso.

Apesar de não ocorrer incidentes relacionados ao aparelho urinário dos ovinos no período experimental, constatou-se maior concentração de cristais nas dietas que continham a palma forrageira em sua composição, sendo necessárias avaliações em períodos mais prolongados e diferentes proporções da participação da palma na dieta para avaliar possíveis alterações como urolitíase. A avaliação do desempenho hídrico no trabalho demonstrou que houve equivalência em relação à eficiência do uso da água pelos animais recebendo as dietas com a palma forrageira, mas associação com a gliricídia proporcionou uma maior oferta de água via alimento sem comprometer o consumo de nutrientes.

Todas as associações feitas com a palma forrageira no presente trabalho se mostraram como excelente alternativa para produção de ovino, cabendo ao produtor decidir com base na disponibilidade forrageira, qual melhor alternativa para produção de ovinos em confinamento com ganhos superiores a 200g/dia desde que ofertado uma dieta bem balanceada.