

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

**PALMA FORRAGEIRA, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E UREIA: UMA  
ALTERNATIVA A ALIMENTOS CONSERVADOS**

**MICHELLE CHRISTINA BERNARDO DE SIQUEIRA**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2020**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PALMA FORRAGEIRA, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E UREIA: UMA  
ALTERNATIVA A ALIMENTOS CONSERVADOS**

**MICHELLE CHRISTINA BERNARDO DE SIQUEIRA**

**Zootecnista**

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2020**

**MICHELLE CHRISTINA BERNARDO DE SIQUEIRA**

**PALMA FORRAGEIRA, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E UREIA: UMA  
ALTERNATIVA A ALIMENTOS CONSERVADOS**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.  
Área de Concentração: Zootecnia

**Comitê de Orientação:**

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira - Orientador

Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat - Coorientador

Dr.<sup>a</sup> Juana Catarina Cariri Chagas - Coorientadora

**RECIFE - PE  
FEVEREIRO - 2020**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

S618p

Siqueira, Michelle Christina Bernardo de

Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados / Michelle Christina Bernardo de Siqueira. - 2020.  
80 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.

Coorientador: Joao Paulo Ismerio dos Santos Monnerat e Juana Catarina Cariri Chagas.

Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2020.

1. Cactácea. 2. Digestibilidade. 3. Fibra. 4. pH ruminal. 5. Semiárido. I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Chagas, Joao Paulo Ismerio dos Santos Monnerat e Juana Catarina Cariri, coorient. III. Título

CDD 636

---

**PALMA FORRAGEIRA, BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR E UREIA:  
UMA ALTERNATIVA A ALIMENTOS CONSERVADOS**

**MICHELLE CHRISTINA BERNARDO DE SIQUEIRA**

Tese defendida em 28 de fevereiro de 2020

Orientador:

---

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

Examinadores:

---

**Prof.º Dr. Luciano Patto Novaes**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN  
Departamento de Zootecnia

---

**Prof.ª Dr.ª. Adriana Guim**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

**Prof. Dr.ª. Antonia Sherlânea Chaves Vêras**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

---

**Dr.ª. Kelly Cristina dos Santos**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE  
Departamento de Zootecnia

**RECIFE – PE  
FEVEREIRO – 2020**

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

MICHELLE CHRISTINA BERNARDO DE SIQUEIRA – filha de Carlos Alberto Bernardo da Silva e Geneilda Siqueira dos Santos Silva, nasceu em Custódia, Pernambuco, em 12 de maio de 1991. Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2009, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. De agosto de 2010 a dezembro de 2013 foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC) na Universidade Federal Rural de Pernambuco. Em dezembro de 2013 concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, obtendo o título de Zootecnista em abril de 2014. Em março deste mesmo ano iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, tendo o concluído em fevereiro de 2016. Em março deste ano ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da UFRPE, em Recife, desenvolvendo sua pesquisa na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se à defesa de tese para obtenção do título de Doutora em Zootecnia em 28 de fevereiro de 2020.

*A Deus, por me proporcionar muito mais do que mereço, por colocar em  
minha vida pessoas tão especiais e por cuidar tão bem de mim.*

*À minha família*

*Minha mãe, meu amor maior, por toda força e coragem, sou grata por todo  
seu carinho e amor dedicado a mim e aos meus irmãos.*

**DEDICO**

“Quando eu vim do sertão seu moço  
Do meu (*moxotó*)  
Meu malote era um saco  
E o cadeado era o nó  
Só trazia a coragem e a cara  
Viajando num pau de arara  
Eu penei, mas aqui cheguei”

(Humberto Cavalcante Teixeira / Jose Ramalho Neto / Luiz Gonzaga do Nascimento)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por toda honra e glória, pelas graças alcançadas em minha vida.

À minha mãe, que sempre esteve presente e me impulsiona cada vez mais.

À minha família e ao meu noivo (Higo Gonçalves), pela motivação, confiança e por acreditarem na minha escolha.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pelo acolhimento na Casa de Estudante; ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso e por ter formado nesta instituição minha segunda família. Agradeço a todos os porteiros, vigilantes e aos funcionários terceirizados por todo apoio e consideração. Grata por todo carinho recebido.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os professores do Curso de Zootecnia, principalmente aos docentes do Departamento de Zootecnia, por todo ensinamento compartilhado e incentivo durante essa jornada.

Ao meu orientador, Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, por ter me aceitado como orientanda desde a graduação; pelos ensinamentos transmitidos, pelas oportunidades oferecidas, apoio, incentivo e, principalmente, por toda paciência.

Aos meus coorientadores, Prof. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat e Dr<sup>a</sup> Juana Catarina Cariri Chagas, pela orientação, paciência, apoio, incentivo e contribuições na preparação dos artigos.

À Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup>. Carolina Corrêa de Figueiredo Monteiro (PNPD/UFRPE), pela orientação, sugestões, conselhos e pelo aporte na confecção da tese e dos artigos.

Às amigas: Marina Almeida, Carol Cerqueira, Elayne Soares, Juliana Carolina e Thamires Quirino, pela amizade construída ao longo desses anos e por compartilharem momentos de alegria e tristeza. Muito obrigada por tudo!!!

Aos amigos: Wandemberg Freitas, Leonardo Barros, Joselane Gomes, José Diógenes, Tomás Guilherme, Claudineide Florencio, Erick Santos, Gleise Medeiros, Rafael

de Paula, Stela Antas, Juliana Oliveira, Juraci Marcos, Anidene Cristina, Karen Abreu, Sr. Daniel Barros, Ana Maria Duarte, Amanda Tenório, Ana Herrera, Gleidiana Amélia, João Clemente, Rodrigo Andrade, Thalita Poliana, Jasiel Moares, pela amizade, momentos de descontração e palavras de apoio.

Aos integrantes da “Firma”: Maria Gabriela, Jonas Inácio, Robert Mora, Carol Monteiro, Juana Chagas, Ana Flávia, Joelson Neto, Gláucia Moraes, Diego Amorim, Darlan Santos e Alison Mota, pelo companheirismo e prazer de dividir momentos de labuta, por compartilhar conhecimentos, experiências e coisas da vida.

Em especial à Thamires Quirino, Juliana Carolina, Adryanne Marjorie, Francisco, Lucas Farias e Thays Lira, pela imensa ajuda na condução do experimento e no processamento dos dados e amostras.

Ao Sr. Jonas e ao Sr. Pedro, por todo auxílio, apoio, incentivo e amizade. A todos que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

## **Gratidão**

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS .....	xi
LISTA DE FIGURAS .....	xii
RESUMO GERAL .....	xiii
ABSTRACT .....	xv
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	17
<b>CAPÍTULO 1</b>	
Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados1. Consumo, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbina.....	19
RESUMO .....	20
ABSTRACT .....	22
INTRODUÇÃO .....	24
MATERIAL E MÉTODOS.....	25
RESULTADOS .....	31
DISCUSSÃO.....	33
CONCLUSÃO.....	38
REFERÊNCIAS .....	39
<b>CAPÍTULO 2</b>	
Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados 2. Consumo, dinâmica de degradação da fibra e parâmetros ruminais.....	50
RESUMO .....	51
ABSTRACT .....	53
INTRODUÇÃO .....	55
MATERIAL E MÉTODOS.....	56
RESULTADOS .....	61
DISCUSSÃO .....	63
CONCLUSÃO.....	67
REFERÊNCIAS .....	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	78

## LISTA DE TABELAS

### **Capítulo 1 - Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados 1. Consumo, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.**

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes .....	43
<b>Tabela 2.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais .....	44
<b>Tabela 3.</b> Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e seus constituintes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos. ....	45
<b>Tabela 4.</b> Consumo de água de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	46
<b>Tabela 5.</b> Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	47
<b>Tabela 6.</b> Balanço de nitrogênio, concentração de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	48

### **Capítulo 2 - Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados 2. Consumo, dinâmica de degradação da fibra e parâmetros ruminais.**

<b>Tabela 1.</b> Composição química dos ingredientes .....	71
<b>Tabela 2.</b> Concentração de açúcares e amido de variedades de palma forrageira.....	71
<b>Tabela 3.</b> Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	72
<b>Tabela 4.</b> Consumo de matéria seca e seus constituintes em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	73
<b>Tabela 5.</b> Valores médios para pool ruminal e taxas de ingestão ( $K_i$ ), de passagem ( $K_p$ ) e digestão ( $K_d$ ) de MS e FDN e taxa de passagem da FDNi ( $K_{pi}$ ) de dietas a base de diferentes volumosos.....	74
<b>Tabela 6.</b> Efeito de tratamento e tempo de coleta sobre os valores de pH ruminal em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	75
<b>Tabela 7.</b> Concentração de nitrogênio amoniacal em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	75
<b>Tabela 8.</b> Concentração média dos ácidos graxos voláteis de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....	75

## LISTA DE FIGURAS

### **Capítulo 1 - Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados 1. Consumo, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana.**

**Figura 1.** Atividade nictimeral de alimentação em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos em 24 horas.....49

**Figura 2.** Atividade nictimeral de ruminação em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos em 24 horas.....49

### **Capítulo 2 - Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados 2. Consumo, dinâmica de degradação da fibra e parâmetros ruminais.**

**Figura 1.** Concentração de nitrogênio amoniacal ao longo dos tempos de coleta em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.....76

**Figura 2.** Concentração molar ruminal de acetato (A), propionato (B), butirato (C) e relação A:P em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos, em função dos tempos de coleta .....77

## **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos conservados**

### **RESUMO GERAL**

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes volumosos na alimentação de ovinos sobre o consumo e a digestibilidade dos seus componentes, consumo de água, comportamento ingestivo, balanço dos compostos nitrogenados, síntese de proteína microbiana, dinâmica da fibra e parâmetros ruminais. Foram utilizados cinco ovinos mestiços machos, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal médio (PC) inicial de  $34,0 \pm 3,63$  kg, distribuídos em quadrado Latino 5 x 5. As dietas experimentais consistiram em diferentes volumosos: palma Miúda (PM) e palma Orelha de Elefante Mexicana (POEM), ambas associadas ao bagaço de cana-de-açúcar (BC) e ureia/sulfato de amônio (SA), feno de capim tifton (FCT) e as silagens de milho (SM) e sorgo (SS) também corrigidas com ureia/sa. Adicional aos volumosos, os ovinos receberam concentrado, composto por milho moído, farelo de soja e mistura mineral; com proporção volumoso:concentrado de 69,4:30,6. A dieta composta por MUB promoveu maior ( $P \leq 0,03$ ) consumo de matéria seca (1024 g/dia), matéria orgânica (MO, 904 g/kg), proteína bruta (PB, 161 g/dia) e matéria orgânica digestível (MOD, 670 g/kg) que a SS. A dieta à base de MUB proporcionou maior ( $P < 0,01$ ) digestibilidade da MO (741 g/kg) em relação às outras dietas. As dietas contendo MUB e OUB proporcionaram maior ( $P \leq 0,01$ ) digestibilidade da PB (831 e 806 g/kg, respectivamente) quando comparadas às demais dietas. A MUB propiciou maior ( $P < 0,01$ ) consumo de água via dieta (3,02 L/dia) e menor ingestão voluntária de água, em comparação ao FCT. O tempo despendido com ruminação foi inferior ( $P < 0,01$ ) e o de ócio superior para os animais dos tratamentos com MUB e OUB (466 e 436; 542 e 578 min/dia, respectivamente), em relação ao FCT e SM (596 e 598; 542 e 578 min/dia, respectivamente). A maior eficiência de alimentação e ruminação foi registrada pelos ovinos do tratamento com MUB (299; 132 g MS/h), em relação aos que receberam a dieta contendo SS (188 e 91 g MS/h, respectivamente). Foram verificados maiores consumos e balanço de nitrogênio (25,7 e 12,5 g/dia, respectivamente), com menor excreção de nitrogênio via fezes para MUB; bem como para a OUB ( $P < 0,01$ ), em relação a SS (18,7 e 5,3 g/dia, respectivamente). Não houve diferença para síntese de proteína microbiana ( $P = 0,27$ ) entre as dietas contendo os volumosos avaliados. O FCT propiciou maiores pools de MS e FDNi (593,2 e 177,8 g) em relação às dietas compostas por OUB, SM e SS (407,6 e 120,8; 448,4 e 96,4; 421,0 e 101,0 g, respectivamente). As

dietas contendo OUB e SM propiciaram maior ( $P < 0,01$ ) taxa de degradação da MS (0,0584 e 0,0566  $h^{-1}$ , respectivamente) em relação à dieta composta por FCT (0,0360  $h^{-1}$ ). Os animais do tratamento OUB apresentaram menor pH ruminal em relação aos do FCT. Não houve interação entre tempo x tratamento para o pH ruminal. Em função do tempo de coleta, o menor valor de pH (6,38) foi estimado às 3,79 horas após a primeira alimentação. Houve interação entre tratamento e tempo para as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR), com as concentrações máximas de 35,4; 41,8; 17,92 e 26,49 (mg NAR/dL) estimada para os tratamentos MUB, OUB, SM e SS, respectivamente, às 2,02; 2,97; 3,01 e 2,87 horas após a alimentação matinal. Não houve efeito do tempo para a concentração de NAR quando o FCT foi utilizado (14,33 mg/dL). Houve interação ( $P < 0,01$ ) entre tratamento e tempo de coleta sobre as concentrações dos AGVs. A palma forrageira associada ao bagaço de cana-de-açúcar e ureia/sulfato de amônio (9:1) apresentaram valor nutricional semelhante, principalmente no que se refere ao consumo de energia e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, ao FCT e à SM, sendo superior a SS. Recomenda-se a utilização da palma associada ao bagaço de cana-de-açúcar e ureia em dietas para ovinos.

**Palavras-chave:** Cactácea; Conservados; Digestibilidade; Energia; Fibra; pH ruminal; Semiárido.

## **Cactus cladodes, sugarcane bagasse and urea: an alternative to conserved forage**

### **ABSTRACT**

The aim was to evaluate the effect of different roughage sources in sheep feeding on intake and digestibility, water intake, ingestive behavior, nitrogen balance, microbial protein synthesis, fiber dynamics and ruminal parameters. Five male crossbred sheep, fistulated and cannulated in the rumen were used, with average initial body weight (BW) of  $34.0 \pm 3.63$  kg, and assigned in a 5 x 5 Latin square. The experimental diets consisted in different roughage sources: cactus *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck. cladodes (*Nopalea*; NUB) and cactus *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. cladodes (*Opuntia*, OUB) both associated with sugarcane bagasse (SB) and with urea/as, tifton hay (TH) and maize silage (MS) and sorghum silage (SS) also corrected with urea/as. In addition to roughage, the sheep received concentrate composed of corn meal, soybean meal and mineral mixture, with proportion of roughage: concentrate of 69.4: 30.6. The NUB diet promoted higher ( $P \leq 0.03$ ) intake of dry matter (1024 g/day), organic matter (OM, 904 g/kg), crude protein (PB, 161 g/day) and digestible organic matter (DOM, 670 g/kg) than the SS. The NUB-based diet provided greater ( $P < 0.01$ ) OM digestibility (741 g/kg) compared with the other diets. Diets containing NUB and OUB registered greater ( $P \leq 0.01$ ) digestibility of CP (831 and 806 g/kg, respectively) when compared to the others. The NUB provided greater ( $P < 0.01$ ) water intake via diet (3.02 L/day) and less voluntary water intake, compared to TH. The time spent on rumination was shorter ( $P < 0.01$ ) and the leisure time was longer for animals treated with NUB and OUB (466 and 436; 542 and 578 min/day, respectively), compared to the TH and MS (596 and 598; 542 and 578 min/day, respectively). The highest efficiency of feeding and rumination was registered by the sheep of the treatment with NUB (299; 132 g DM/h), in relation to those that received the diet containing SS (188 and 91 g DM/h, respectively). Higher intake and nitrogen balance were observed (25.7 and 12.5 g/day, respectively), with less nitrogen excretion by feces for NUB; as well as for OUB ( $P < 0.01$ ), in relation to SS (18.7 and 5.3 g/day, respectively). There was no difference for microbial protein synthesis ( $P = 0.27$ ) between the diets containing the evaluated forages. The TH provided larger pools of DM and NDFi (593.2 and 177.8 g) in relation to diets composed of OUB, MS and SS (407.6 and 120.8; 448.4 and 96.4; 421.0 and 101.0 g, respectively). Diets composed of OUB and MS provided a higher ( $P < 0.01$ ) rate of DM degradation (0.0584 and 0.0566 h<sup>-1</sup>, respectively)

compared to a diet composed of TH (0.0360 h<sup>-1</sup>). The animals in the OUB treatment showed lower ruminal pH compared to the TH. There was no interaction between time x treatment for ruminal pH. Depending on the time of collection, the lowest pH value (6.38) was estimated at 3.79 hours after the first feeding. There was an interaction between treatment and time for ruminal ammoniacal nitrogen (NAR) concentrations, with maximum concentrations of 35.4; 41.8; 17.92 and 26.49 (mg NAR/dL) estimated for NUB, OUB, MS and SS treatments, respectively, at 2.02; 2.97; 3.01 and 2.87 hours after morning feeding. There was no effect of time on NAR concentration when TH was used (14.33 mg/dL). There was an interaction (P <0.01) between treatment and collection time on VFA concentrations. The roughage composed of cactus cladodes and sugarcane bagasse and Urea/Ammonia Sulfate (9:1) showed similar nutritional value, mainly with regard to energy intake and efficiency in the use of dietary nitrogen, TH and MS, being superior to SS. The use of cactus cladodes associated with sugarcane bagasse and urea is recommended in sheep diets.

**Keywords:** Cactacea; Conserved; Digestibility; Energy; Fiber; Ruminal pH; Semiarid.

1  
2  
3  
4  
5  
6  
7  
8  
9  
10  
11  
12  
13  
14  
15  
16  
17  
18  
19  
20  
21  
22  
23  
24  
25

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A utilização de volumosos conservados tradicionalmente (feno e silagens) na dieta de ruminantes é uma prática comum tanto em sistemas intensivos como semi-intensivos, uma vez que é fato a sazonalidade da produção de forragem e a acentuada alteração de seu valor nutritivo ao longo do ano.

Nas regiões semiáridas, em função dos períodos de estiagem severos, cíclicos e prolongados, a prática de conservação de alimentos apresenta alguns entraves, como o próprio cultivo de plantas forrageiras, que demanda disponibilidade de água durante todo o período de cultivo, de acordo com seu estágio fisiológico. Em função desse aspecto, o cultivo de forrageiras tradicionais (como o milho, o sorgo e o capim tifton) para armazenamento, em função das instabilidades pluviométricas, passam a ser culturas de risco. Aliado a isso, a falta de dados agronômicos sobre as forrageiras nativas do Semiárido brasileiro favorece o cultivo de plantas adaptadas, como a palma forrageira, cuja indicação pode ser destacada pela sua aceitabilidade e excelente recurso hídrico para os animais, além da alta produção de matéria seca por unidade de área e valor nutritivo em condições de sequeiro na região.

É oportuno destacar que a palma forrageira apresenta alguns aspectos nutricionais que devem ser considerados no momento da formulação de rações para ruminantes, como baixo teor de proteína bruta, que se situa no limite inferior às necessidades dos microrganismos do rúmen e baixo teor de fibra em detergente neutro quando comparado a outros volumosos tradicionalmente utilizados. Portanto, com o intuito de garantir condições ideais para o funcionamento ruminal e suprimento de macronutrientes para atender às exigências nutricionais dos animais, é preconizada a associação da palma forrageira a uma fonte de fibra fisicamente efetiva e nitrogênio.

26 As alternativas para amenizar essas deficiências da palma forrageira são poucas,  
27 quer seja pelas dificuldades de produção de volumosos na região, pelas restrições físico-  
28 químicas dos solos, de recurso hídricos e climáticas, como pelo alto preço dos alimentos  
29 concentrados, notadamente os proteicos.

30 O bagaço da cana de açúcar é um volumoso de uso generalizado na região  
31 Nordeste, pela proximidade com os locais produtores de cana-de-açúcar para ser utilizado  
32 juntamente com a palma para contornar a falta de efetividade da fibra desta cactácea.

33 O uso da ureia como suplemento nitrogenado para ruminantes tem sido realizado  
34 com bastante frequência e, de modo geral, em associações a outros alimentos, como  
35 bagaço de cana-de-açúcar e silagens, visando elevar o teor proteico das dietas. Em virtude  
36 das características anatomofisiológicas do estômago e da habilidade dos microrganismos  
37 ruminais em utilizar a amônia para síntese proteica, o ruminante é o único animal capaz  
38 de converter nitrogênio não-proteico (NNP) em proteína. A ureia é a principal fonte de  
39 NNP utilizada, em decorrência de suas propriedades físico-químicas e do aspecto  
40 econômico.

41 Diante dos fatos apresentados, a tese foi dividida em dois capítulos. No Capítulo  
42 1 apresentam-se os resultados referentes ao efeito de diferentes volumosos na  
43 alimentação de ovinos sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca e seus  
44 constituintes, consumo de água, comportamento ingestivo, balanço dos compostos  
45 nitrogenados e síntese de proteína microbiana. No Capítulo 2 apresentam-se os  
46 resultados referentes ao consumo de matéria seca e seus componentes, dinâmica de  
47 degradação da fibra e os parâmetros ruminais em ovinos alimentados com dietas  
48 contendo diferentes volumosos.

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

## CAPÍTULO 1

59

60

61

62

---

**Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos**

63

**conservados 1. Consumo, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73 **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos**  
74 **conservados 1. Consumo, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

75 **RESUMO**

76 Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes volumosos na alimentação de ovinos sobre o  
77 consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca e seus constituintes, consumo de  
78 água, comportamento ingestivo, balanço dos compostos nitrogenados e síntese de  
79 proteína microbiana. As dietas experimentais foram formuladas em uma proporção  
80 volumoso:concentrado de 69,4:30,6. Os volumosos avaliados foram palma Miúda (PM)  
81 e palma Orelha de Elefante Mexicana (POEM), ambas associadas ao bagaço de cana-de-  
82 açúcar (BC) e ureia/sa, feno de capim tifton (FCT) e as silagens de milho (SM) e sorgo  
83 (SS) também corrigidas com ureia/sa. Os alimentos concentrados utilizados nas dietas  
84 foram: milho moído, farelo de soja e mistura mineral. Foram utilizados cinco ovinos  
85 mestiços machos, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial  
86 de  $34,0 \pm 3,63$  kg, distribuídos em quadrado latino 5 x 5. Os animais que receberam a  
87 dieta à base de MUB apresentaram maior ( $P \leq 0,03$ ) consumo de matéria seca (1024  
88 g/dia), matéria orgânica digestível (MOD; 670 g/kg) e proteína bruta (PB; 161 g/kg) do  
89 que os da dieta SS. A dieta contendo MUB proporcionou maior ( $P < 0,01$ ) digestibilidade  
90 da MO (741 g/kg) em relação aos outros volumosos. As dietas com MUB e OUB  
91 mostraram maior ( $P \leq 0,01$ ) digestibilidade da PB (831 e 806 g/kg, respectivamente)  
92 quando comparadas às demais dietas. O tratamento com MUB propiciou maior ( $P < 0,01$ )  
93 consumo de água via dieta (3,02 L/dia) e menor ingestão voluntária de água, em  
94 comparação ao tratamento FCT. O tempo despendido com ruminção foi inferior ( $P <$   
95  $0,01$ ) e de ócio superior para as dietas contendo MUB e OUB (466 e 436; 542 e 578  
96 min/dia, respectivamente), em relação aos tratamentos contendo FCT e SM (596 e 598;  
97 542 e 578 min/dia, respectivamente). A dieta contendo MUB propiciou maiores ( $P < 0,04$ )

98 eficiência de alimentação e ruminação (299; 132 g MS/h) em relação àqueles que  
99 receberam a SS (188 e 91 g MS/h, respectivamente); assim como maior ( $P < 0,01$ )  
100 consumo e balanço de nitrogênio (25,7 e 12,5 g/dia, respectivamente), com menor  
101 excreção de nitrogênio via fezes; bem como para o tratamento OUB ( $P < 0,01$ ), em relação  
102 a SS (18,7 e 5,3 g/dia, respectivamente). Não houve diferença para síntese de proteína  
103 microbiana ( $P = 0,27$ ) entre volumosos avaliados. Recomenda-se a utilização da  
104 associação da palma forrageira mais bagaço de cana-de-açúcar e ureia/sa como alternativa  
105 a alimentos conservados na forma de feno ou silagem.

106 **Palavras-chave:** Balanço de nitrogênio; Cactácea; Comportamento ingestivo; Eficiência  
107 de alimentação; Ovinos; Seca.

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

## 123 Cactus cladodes, sugarcane bagasse and urea: an alternative to conserved forages

### 124 1. Intake, nitrogen balance and microbial protein synthesis

#### 125 ABSTRACT

126 The aim was to evaluate the effect of different roughage source in sheep feeding on  
127 nutrient intake and apparent digestibility, water intake, ingestive behavior, nitrogen  
128 balance compounds and microbial protein synthesis. The experimental diets were  
129 formulated in a roughage: concentrate ratio of 69.4: 30.6. The experimental diets  
130 consisted of different roughage: cactus *Nopalea cochenillifera* (L). Salm-Dyck. cladodes  
131 (*Nopalea*; NUB) and cactus *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. cladodes (*Opuntia*, OUB) both  
132 associated with sugarcane bagasse (BC) and urea/as, tifton hay (TH) and maize silage  
133 (MS) and sorghum silage (SS) also added to urea/as. The concentrated foods used in the  
134 diets were: ground corn, soybean meal and mineral mixture. Five male crossbred sheep  
135 fistulated and cannulated in the rumen were used, with an initial average body weight  
136 (BW) of  $34.0 \pm 3.63$  kg, and assigned in a 5 x 5 Latin Square. The animals that received  
137 the NUB-based diet had a higher ( $P \leq 0.03$ ) intake of dry matter (1024 g/day), digestible  
138 organic matter (DOM; 670 g/kg) and crude protein (CP; 161 g/kg) than those of the SS  
139 diet. The diet containing NUB provided greater ( $P < 0.01$ ) digestibility of OM (741 g/kg)  
140 compared to other roughages. The diets with NUB and OUB showed greater ( $P \leq 0.01$ )  
141 digestibility of CP (831 and 806 g/kg, respectively) when compared to the other diets.  
142 The treatment with NUB provided greater ( $P < 0.01$ ) water intake via diet (3.02 L/day)  
143 and less voluntary water intake, compared to TH treatment. The time spent on rumination  
144 was lower ( $P < 0.01$ ) and higher leisure time for diets containing NUB and OUB (466 and  
145 436; 542 and 578 min/day, respectively), compared to treatments containing TH and MS  
146 (596 and 598; 542 and 578 min/day, respectively). The diet with NUB provided greater  
147 ( $P < 0.04$ ) feeding and rumination efficiency (299; 132 g DM/h) compared to those who

148 received SS (188 and 91 g DM/h, respectively); as well as higher ( $P < 0.01$ ) nitrogen intake  
149 and balance (25.7 and 12.5 g/day, respectively), with less excretion of nitrogen via feces;  
150 as well as for the OUB treatment ( $P < 0.01$ ), in relation to SS (18.7 and 5.3 g/day,  
151 respectively). There was no difference for microbial protein synthesis ( $P = 0.27$ ) between  
152 the diets containing the evaluated roughages. It is recommended to use the combination  
153 of cactus cladodes and sugarcane bagasse with urea/as an alternative to feed conservation  
154 as hay or as silage.

155

156 **Keywords:** Cactacea; Drought; Feeding efficiency; Ingestive behavior; Nitrogen  
157 balance; Sheep.

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

## 173 **1.Introdução**

174 O fenômeno conhecido como seca, que acomete regiões áridas e semiáridas do  
175 mundo, pode ser classificado como seca meteorológica (ausência de precipitação sobre  
176 uma região por um período de tempo) ou seca hidrológica (deficiência no suprimento de  
177 água superficial e subterrânea) e promove impactos negativos diretos para a agropecuária,  
178 com a deficiência na disponibilidade de água para manutenção das culturas para  
179 suprimento humano e produção animal, com consequentes impactos socioeconômicos  
180 diretos e indiretos (ALVALÁ et al., 2019; EAKIN et al., 2014; UDMALE et al., 2014).

181 Cerca de 24 milhões de pessoas vivem na região semiárida do Brasil (IBGE, 2017)  
182 e a produção animal dessa região é caracterizada por sistemas extensivos e semi-  
183 intensivos de produção e agricultura familiar com baixo investimento tecnológico. As  
184 adversidades climáticas inviabilizam a produção de volumosos durante grande parte do  
185 ano em pequenas e médias propriedades, impulsionando os produtores à aquisição de  
186 insumos externos para alimentação dos rebanhos. Volumosos como cana-de-açúcar,  
187 bagaço de cana e silagens de capim-elefante, milho e sorgo são comumente  
188 comercializados na região a preços elevados, representando risco para rentabilidade e  
189 sustentabilidade do sistema produtivo, passando a ser apenas uma solução a curto prazo.

190 Estratégias para garantir a permanência e sobrevivência de populações e rebanhos  
191 em regiões áridas e semiáridas são urgentes e são alvo de pesquisas ao redor do mundo.  
192 Nesse sentido, a produção de cactáceas como a palma forrageira vem sendo apontada  
193 como estratégia para contornar essa estacionalidade na produção de volumosos e pode ser  
194 adotada na alimentação de ovinos, caprinos e bovinos nessas regiões (ALHANAFI et al.,  
195 2019; CATUNDA et al., 2016; INÁCIO et al., 2020; MORAES et al., 2019). Os mais  
196 importantes aspectos nutricionais da palma são os altos teores de água e energia; contudo,  
197 ao passo também apresenta baixos teores de proteína bruta e fibra.

198 A fim de garantir condições ideais para o funcionamento ruminal e suprimento de  
199 macronutrientes a atender às exigências nutricionais dos animais é preconizada a  
200 associação da palma a uma fonte de fibra efetiva e nitrogênio (FERREIRA et al., 2011).  
201 Nesse sentido, o bagaço de cana-de-açúcar e a ureia são reportados na literatura como  
202 ingredientes economicamente viáveis para compor, juntamente com a palma, base  
203 volumosa para a alimentação de ruminantes em regiões semiáridas (ALMEIDA et al.,  
204 2018; CONCEIÇÃO et al., 2018; SILVA et al., 2015); contudo, pouco se sabe sobre os  
205 aspectos nutricionais das associações desses ingredientes na dieta de ovinos.

206 Hipotetizou-se que volumosos compostos por genótipos de palma forrageira  
207 adotados na região semiárida do Brasil (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dyck e  
208 *Opuntia stricta* (Haw.) Haw.) associados ao bagaço de cana-de-açúcar e ureia apresentam  
209 o mesmo valor nutricional que volumosos conservados. Assim, objetivou-se avaliar o  
210 efeito de diferentes volumosos sobre o consumo e a digestibilidade aparente da matéria  
211 seca e seus constituintes, consumo de água, comportamento ingestivo, balanço de  
212 nitrogênio e síntese de proteína microbiana em ovinos.

## 213 **2. Material e métodos**

214 Todos os procedimentos experimentais com os animais, incluindo seus registros,  
215 foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da UFRPE (Licença  
216 nº 069/2016), Recife, Brasil. O experimento foi conduzido no Biotério de Pesquisa com  
217 Ruminantes II, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de  
218 Pernambuco (UFRPE) em Recife, Brasil. (8° 04'03''Sul; 34°55'00''Oeste).

219

### 220 *2.1. Animais, manejo e delineamento experimental*

221 Cinco ovinos machos mestiços, fistulados e canulados no rúmen, com peso  
222 corporal (PC) médio inicial de  $34,0 \pm 3,63$  kg e consumo de matéria seca (MS) inicial 926

223 ± 230 g, foram distribuídos ao acaso em delineamento quadrado latino 5 x 5. Os animais  
224 foram pesados, identificados e tratados contra endo e ectoparasitas antes do início do  
225 período experimental. Em seguida, foram alojados em baias individuais (1,00 x 1,50 m;  
226 alocadas em galpão coberto e aberto nas laterais), providas de comedouro, bebedouro e  
227 iluminação constante. O experimento teve duração de 110 dias, correspondendo a cinco  
228 períodos de 22 dias no total, com 14 dias de adaptação às dietas e oito dias para coleta de  
229 dados e amostras.

230 As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma de mistura completa, permitindo-se  
231 sobras de aproximadamente 100 g/kg de MS. Os animais foram alimentados duas vezes  
232 ao dia, às 08h00 e 16h00, tendo água limpa e fresca permanentemente à disposição dos  
233 animais.

234 As dietas experimentais tinham como base cinco diferentes volumosos: palma  
235 forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck) + ureia/sa +bagaço de cana-  
236 de-açúcar (MUB), palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*  
237 (Haw.) Haw) + ureia/sa +bagaço de cana-de-açúcar (OUB), feno de capim Tifton  
238 (FCT); silagem de milho (SM, Agroceres® AG5055); e silagem de sorgo forrageiro  
239 (SS; SF-15), além dos ingredientes concentrados, mantendo uma relação vo:co de  
240 69,4:30,6.

241

## 242 2.2. *Ingredientes e formulação das dietas*

243 A composição química e as proporções dos ingredientes e a composição química  
244 das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2. As dietas experimentais  
245 foram compostas por cinco diferente volumosos. As palmas Miúda (*Nopalea*  
246 *cochenillifera* (L.) Salm Dyck) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* (Haw.)  
247 Haw), ambas associadas ao bagaço de cana-de-açúcar, foram oriundas da estação

248 experimental do Instituto de Pesquisa Agronômica (IPA - São Bento do Uma/PE). A  
249 ureia pecuária (Petrobrás, SE, Brasil) e o sulfato de amônio (Petrobrás, SE, Brasil)  
250 foram manualmente misturados na proporção de 9:1 e incluindo em todas as dietas  
251 experimentais, exceto para aquela composta por feno de capim tifton (FCT) para  
252 garantir que fossem isonitrogenadas. O feno de capim Tifton (*Cynodon* spp.) foi  
253 proveniente da Fazenda Laranjeiras (RN, Brasil), a silagem de milho (SM; (*Zea mays*  
254 L.) Agroceres® AG5055 cultivar: amarelo-laranja e grão médio de ciclo inicial) foi  
255 oriunda da Fazenda Humaitá (PE 177 – Zona Rural, PE, Brasil) e a silagem de sorgo  
256 forrageiro (SS; SF-15 - *Sorghum bicolor* L. Moench) foi obtida por meio de doação do  
257 IPA-Sertânia/PE, Brasil. Os ingredientes do concentrado utilizado foram milho moído,  
258 farelo de soja, sal comum e suplemento mineral comercial (DSM, CE, Brasil).

259

### 260 2.3. Coleta de amostras e dados

261 Para calcular a ingestão voluntária, os alimentos e as sobras foram pesados  
262 diariamente durante todo o período experimental.

263 A ingestão voluntária de água (IVA) foi calculada pela diferença entre o ofertado e  
264 as sobras, realizado durante três dias, totalizando 72 horas, corrigido pela taxa de  
265 evaporação, seguindo a equação:

$$266 \quad IVA = (\text{sobras do ofertado}) - \text{água evaporada.}$$

267 A taxa de evaporação da água foi medida utilizando quatro baldes posicionados no  
268 centro do galpão.

269 As observações sobre o comportamento ingestivo dos animais foram realizadas  
270 pelo método de varredura instantânea proposto por Martin & Bateson (1993). Os animais  
271 foram observados a cada 10 minutos, iniciando imediatamente após a alimentação  
272 matinal, totalizando 24h de observação em cada período.

273 Do 16° ao 18° dias de cada período experimental foi realizada a coleta total de  
274 fezes para estimar a digestibilidade aparente total da matéria seca e seus constituintes,  
275 utilizando-se bolsas coletoras acopladas ao corpo dos animais. As amostras de cada dia  
276 de coleta foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C até obter peso constante  
277 e foi feita uma amostra composta por animal, por período.

278 Durante esses três dias (16° ao 18°), após o fornecimento da dieta matinal, também  
279 foi realizada coleta total de urina (24 horas), aferindo-se a cada seis horas o pH para  
280 mantê-lo inferior a 3,0 (a fim de evitar a destruição bacteriana dos derivados da purina e  
281 a precipitação de ácido úrico). Coletores de funil foram anexados ao órgão genital dos  
282 animais para conduzir a urina até um recipiente contendo 100 mL de ácido sulfúrico a  
283 10%. Ao final de cada período de coleta foram determinados o peso e o volume total de  
284 urina (CHEN; GOMES, 1992). Uma alíquota de 50 mL foi congelada a -20°C para  
285 análises químicas.

286 No 18° dia de cada período experimental, 4 horas após a alimentação matinal,  
287 realizou-se a coleta de sangue nos animais, por meio de punção da veia jugular com  
288 agulhas 21Gx1” (Vacuette®, Greiner Bio-One, Áustria), utilizando-se tubos Vacuette®  
289 (Greiner Bio-One, Brasil) com anticoagulante (heparina) para posterior determinação da  
290 concentração de ureia plasmática.

291

#### 292 *2.4. Análises químicas*

293 As amostras dos alimentos frescos, sobras e das fezes, obtidas durante o período de  
294 coleta, foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante  
295 72 horas e, em seguida, processadas em moinho de facas (Marconi®, Modelo MA 340,  
296 Brasil), passando por peneiras de porosidade de 1 mm. Os teores de matéria seca (MS;

297 método INCT-CA G-003/1), matéria orgânica (MO; método INCT-CA M-001/1),  
298 proteína bruta (PB; método INCTCA N-001/1), extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-  
299 005/1), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp; métodos  
300 INCT-CA F-002/1, INCT-CA M- 002/1 e INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em  
301 detergente neutro (PIDN; método INCT-CA N-004/1) foram realizados de acordo com  
302 as técnicas padronizadas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Zootecnia  
303 (INCT-CA; DETMANN et al., 2012).

304 As concentrações de ureia, creatinina e ácido úrico da urina foram determinados  
305 usando kits comerciais LABTEST®. A síntese de proteína microbiana foi estimada pela  
306 determinação das concentrações de derivados da purina na urina pelo método  
307 espectrofotométrico colorimétrico (CHEN; GOMES, 1992).

308

### 309 2.5. Cálculos

310 Os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB),  
311 FDN (corrigida por cinza e proteína; FDNcp) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram  
312 obtidos por meio da diferença entre a quantidade de nutriente oferecido e quantidade de  
313 nutriente recuperado nas sobras.

314 O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) de cada componente da dieta foi  
315 estimado utilizando-se a seguinte equação:

$$316 \quad CD = \frac{\text{quantidade consumida} - \text{quantidade excretada nas fezes}}{\text{Quantidade consumida}}$$

317

318 A quantificação dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foi realizada segundo  
319 Detmann & Valadares Filho (2010):  $CNF = MO - [(\% PB - \% PB \text{ de ureia} + \% \text{ ureia}) + \%$   
320  $FDNcp + \% EE + MM]$ . Os demais termos foram definidos previamente, e todos foram  
321 expressos em g/kg de MS.  
322

323 Para o comportamento ingestivo foram registradas as atividades de alimentação,  
324 ruminação, ócio e mastigação (tempo de alimentação + tempo de ruminação) para cada  
325 animal. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se  
326 a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu  
327 respectivo número de períodos discretos. As eficiências de alimentação e ruminação da  
328 MS e FDN (g/min) foram calculadas dividindo-se a ingestão dos respectivos nutrientes  
329 pelo tempo total de alimentação e ruminação, respectivamente (BÜRGER et al., 2000).

330 O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado como a diferença entre a ingestão de  
331 nitrogênio total (N ingerido) e do nitrogênio excretado nas fezes (N fecal) e na urina (N  
332 urinário). O nitrogênio total nas fezes e na urina foi determinado de acordo com o método  
333 descrito por Detmann et al. (2012). A relação entre a captação de purinas microbianas e  
334 a excreção dos derivados da purina foi calculada de acordo com a seguinte equação:

$$335 \quad Y = 0,84X + (0,150PC^{0,75} e^{-0,25X})$$

336 Em que: Y é a excreção de derivados de purina (mmol/dia); 0,84 é a recuperação de  
337 purinas absorvidas por derivados de purina na urina; X corresponde às purinas  
338 microbianas absorvidas (mmol/dia);  $0,150PC^{0,75}$  é a excreção endógena da excreção de  
339 urina e  $PC^{0,75}$  é o peso corporal do animal (kg) elevado à potência 0,75 (peso metabólico).

340 O N microbiano (g N/dia) que chegou ao intestino delgado foi calculado em função  
341 das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) de acordo com a equação proposta por  
342 Chen & Gomes (1992):

$$343 \quad \text{N microbiano (g/dia)} = X \text{ (mmol/dia)} \times 70/0,83 \times 0,116 \times 1000$$

344 Em que: 70 representa o teor de N nas purinas (70 mg N/mmol); 0,83, a  
345 digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina: N-total na massa  
346 microbiana.

347 2.6. Análises estatísticas

348 Os dados obtidos foram analisados utilizando o procedimento MIXED do software  
349 SAS (versão 9.2), de acordo com o seguinte modelo:

350 
$$Y_{ijk} = \mu + T_i + a_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

351 Em que  $Y_{ijk}$  é a variável resposta mensurada no animal  $j$ , submetido ao tratamento  
352  $i$ , durante o período  $k$ ;  $\mu$  = constante média geral;  $T_i$  = efeito do tratamento  $i$  (efeito fixo);  
353  $a_j$  = efeito do animal  $j$  (efeito aleatório);  $P_k$  = efeito do período experimental  $k$  (efeito  
354 aleatório); e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório não-observável, pressuposto de distribuição normal.

355 Todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, sendo adotado o nível  
356 crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I.

357

358 **3. Resultados**

359 *3.1. Consumo e digestibilidade aparente de matéria seca e seus constituintes*

360 O tratamento com MUB propiciou maior consumo de matéria seca (MS, 1024  
361 g/dia), matéria orgânica digestível (MOD, 670 g/dia), e proteína bruta (PB, 161 g/dia) do  
362 que a SS ( $P \leq 0,03$ ; Tabela 3). O menor consumo de fibra em detergente neutro (FDN,  $P$   
363  $< 0,01$ ) foi observado nos animais do tratamento OUB (310 g/dia) em relação aos do FCT  
364 e SM (525 e 422 g/dia, respectivamente). O maior consumo de MS (g/kg PC) foi  
365 observado para os animais que receberam a dieta com base em FCT ( $P = 0,02$ ).

366 A digestibilidade aparente da MS não foi alterada em função dos tratamentos. A  
367 dieta base de MUB proporcionou maior ( $P < 0,01$ ) digestibilidade da MO (741 g/dia) em  
368 relação aos outros tratamentos. As dietas com MUB e OUB registraram maior ( $P \leq 0,01$ )  
369 digestibilidade da PB (831 e 806 g/kg, respectivamente), quando comparadas às dietas  
370 com os volumosos conservados (Tabela 3). Por outro lado, a dieta contendo FCT

371 propiciou maior ( $P \leq 0,01$ ) digestibilidade da FDN (645 g/kg) em relação à dieta com  
372 OUB (496 g/kg).

373

### 374 *3.2 Consumo de água*

375 Os animais dos tratamentos com MUB e OUB apresentaram maior ( $P < 0,01$ ;  
376 Tabela 4) consumo de água via dieta (3,02 e 2,43 L/dia, respectivamente) e  
377 consequentemente menor ingestão de água proveniente do bebedouro (0,99 e 1,16 L/dia,  
378 respectivamente). O volume total de água consumida foi o mesmo para todos os  
379 tratamentos ( $P = 0,07$ ). A relação entre ingestão voluntária de água e CMS foi menor ( $P$   
380  $< 0,01$ ) para as dietas compostas por palma forrageira, MUB (1,03 L/kg MS) e OUB (1,40  
381 L/kg MS), enquanto que a relação consumo de água total e CMS foi maior para SS (4,75  
382 L/kg MS) e menor para FCT (3,39 L/kg MS).

383

### 384 *3.3. Comportamento ingestivo*

385 Tempo em alimentação, eficiência de alimentação e ruminação da FDN (consumo  
386 de FDN/TA ou TR), tempo total de mastigação (g FDN/h) e eficiência de cocho (g  
387 MS/evento de cocho) não foram alterados pelos tratamentos ( $P \geq 0,08$ ; Tabela 5). Os  
388 tempos despendidos com ruminação ( $P < 0,01$ ; 466 e 436 min/dia) foram inferiores, ao  
389 passo que os tempos em ócio foram superiores (542 e 578 min/dia) para os animais das  
390 dietas à base de MUB e OUB, respectivamente, em relação àquelas do tratamento com  
391 FCT e SM (Figuras 1 e 2). Os menores valores para número de refeições por dia foram  
392 observados para os animais do tratamento com OUB e SS ( $P < 0,01$ ) em relação ao  
393 tratamento com FCT (7,4 e 10,2, respectivamente). A dieta com MUB propiciou maior  
394 ( $P \leq 0,04$ ) eficiência de alimentação e ruminação da MS (299; 132 g MS/h,  
395 respectivamente) em relação a SS (188 e 91 g MS/h, respectivamente).

396

### 397 3.4. Balanço dos compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana

398 O maior consumo de N foi observado para os animais que receberam a dieta com  
399 MUB (25,7 g/dia) e menores valores de N excretado via fezes ( $P \leq 0,01$ ; Tabela 6) foram  
400 observados para os tratamentos compostos por MUB e OUB e a SS (4,4; 4,2 e 4,3 g/dia,  
401 respectivamente) em relação aos tratamentos com FCT e SM (5,6 e 6,5, respectivamente).  
402 Consequentemente, os animais alimentados com MUB apresentaram maior valor de BN  
403 ( $P = 0,01$ ; Tabela 6) em relação à dieta contendo SS. O maior valor para N ureico no  
404 plasma foi observado para os animais que receberam dieta a base de MUB e o menor em  
405 relação aos que foram alimentados com SM. A síntese de proteína microbiana não diferiu  
406 ( $P = 0,27$ ) entre as dietas avaliadas.

407

## 408 4. Discussão

409 O maior consumo de MS observado para MUB em relação a SS pode ser atribuído  
410 ao alto teor de CNF presente na palma miúda (FERREIRA et al., 2012). Já os consumos  
411 MO, PB e MOD seguiram o comportamento obtido para o consumo de MS (Tabela 1).  
412 Outro aspecto a ser considerado é a forma de processamento dos alimentos. Segundo  
413 Ferreira et al. (2011), a palma processada em máquina forrageira pode estimular o  
414 consumo, uma vez que, expostos à mucilagem, outros alimentos pouco palatáveis, como  
415 a ureia e o bagaço de cana-de-açúcar, podem se aderir à palma, evitando seleção pelos  
416 animais.

417 Para o tratamento com SS, salientam-se os baixos teores observados de MS e CNF  
418 (230 g/kg de MN; e 164 g/kg de MS) e o elevado teor de FDN (676 g/kg de MS; Tabela  
419 1), demonstrando sua baixa qualidade. Pode-se inferir que o baixo consumo verificado para  
420 SS também pode estar relacionado à alta porcentagem de 46,9% de FDA (SIQUEIRA et

421 al., 2019), fração que compromete a digestibilidade dos nutrientes, proporciona efeito de  
422 repleção ruminal e pode limitar o consumo (OLIVEIRA et al., 2011).

423 A redução no consumo de FDN observada para o tratamento com OUB é  
424 ocasionada pelo baixo teor desse nutriente (Tabela 1). De forma contrária ocorreu para o  
425 FCT e a SM, que apresentam em sua composição maiores proporções de FDN.

426 A maior digestibilidade da MO observada para a MUB pode estar relacionada a  
427 maior quantidade de CNF consumido (Tabela 3), associado ao menor teor de FDN na  
428 dieta (382 g/kg de MS), quando comparado aos demais volumosos (Tabela 3).  
429 Provavelmente, os CNF que compõem a maior fração dos carboidratos totais da palma  
430 forrageira, os quais são prontamente fermentados no rúmen, permitem, assim, melhor  
431 aproveitamento dos nutrientes pelos microrganismos.

432 Os animais alimentados com FCT apresentaram consumo de FDN superior aos  
433 animais que receberam a MUB, OUB e a SS. Resultado explicado, uma vez que a dieta à  
434 base de FCT apresentou maior teor de FDN (546 g/kg de MS) em relação a MUB e OUB  
435 (382 e 401 g/kg de MS, respectivamente) e, para SS, possivelmente deveu-se ao menor  
436 CMS (782 g/dia) e, conseqüentemente, menor consumo desse constituinte (Tabela 3).

437 O incremento na digestibilidade da PB para as dietas contendo MUB e OUB pode  
438 ser atribuído a maior participação do nitrogênio não proteico (NNP; 2,0 e 1,9% na dieta  
439 total), por meio da ureia, em relação aos demais tratamentos (Tabela 3), apresentando  
440 uma rápida taxa de desaparecimento em função de sua alta solubilidade no rúmen (JIN et  
441 al., 2017).

442 Foi observada maior digestibilidade da FDN para dietas com FCT em relação ao  
443 tratamento com OUB. Isso pode ser explicado por intermédio do alto teor de carboidratos  
444 estruturais do FCT, que, em função da sua lenta utilização pelos microrganismos  
445 ruminais, quando comparada aos demais componentes presentes na palma (açúcares,

446 amido e pectinas), potencializa a degradabilidade da fibra devido ao maior tempo de  
447 permanência no rúmen.

448 A ingestão voluntária de água pelos animais reduziu em função do alto teor de  
449 umidade da palma (881g/kg) em comparação ao feno Tifton (162 g/kg). Em seguida,  
450 as IV/CMS e Total/CMS também foram influenciadas devido ao maior fornecimento  
451 de água proveniente da palma, o que, por sua vez, contribuiu em sua maior parte ao  
452 atendimento das necessidades hídricas dos animais (Tabela 4). Deste modo, em regiões  
453 semiáridas, a composição da dieta é um fator determinante na ingestão de água, sendo  
454 um recurso de grande relevância devido à escassez hídrica.

455 Outras pesquisas com palma reportam reduções na IV de água pelos animais  
456 (GEBREMARIAM et al., 2006; VIEIRA et al., 2008; CORDOVA-TORRES et al., 2017;  
457 CARDOSO et al., 2019), demonstrando, assim, que cactáceas, como a palma forrageira  
458 (*Opuntia* ou *Nopalea*), apresentam grande relevância agropecuária em várias regiões do  
459 mundo com condições climáticas.

460 Observou-se que o tempo despendido com alimentação (250 minutos/dia) e a  
461 eficiência de ruminação (46 g FDN/h) não foram diferentes entre os tratamentos,  
462 apresentando comportamento inverso da ingestão de MS, principalmente para MUB e SS.  
463 Isto provavelmente indica que houve tentativa de seleção pelos animais em virtude da  
464 baixa qualidade da SS. A redução no tempo de ruminação e o aumento no tempo em ócio  
465 para os tratamentos com MUB e OUB pode ser justificada pelo menor teor de FDN das  
466 dietas e menor consumo desse constituinte (Tabela 2 e 3). Entretanto, a utilização de  
467 dietas com alta proporção de fibra, implicará em maior tempo destinado à mastigação e,  
468 principalmente, para realizar a atividade de ruminação (VAN SOEST, 1994), como foi  
469 verificado neste estudo para o FCT e a SM (Tabela 5).

470 A maior eficiência de alimentação e de ruminação (g MS/h) observada para a dieta  
471 com MUB em relação à dieta com SS (Tabela 5), apesar de apresentarem mesmo tempo  
472 de alimentação, deve-se principalmente a maior ingestão de MS em menor tempo para o  
473 tratamento com MUB quando comparada à dieta à base de SS (Tabela 3). Neste sentido,  
474 Siqueira et al. (2018) verificaram aumento na eficiência de alimentação de até 364 g/kg  
475 de MS de inclusão de palma em substituição a um volumoso com maior teor de FDN  
476 (FCT).

477 A atividade de ruminação está diretamente relacionada à qualidade, à quantidade  
478 de alimento consumido e à presença de material fibroso no rúmen (ARNOLD;  
479 DUDZINSKI, 1978; WELCH; SMITH, 1971). Assim, a eficiência de ruminação (g  
480 MS/h), poderia ser explicada pelo menor teor de FDN das dietas com palma e  
481 principalmente baixo teor de fibra fisicamente efetiva da MUB. Comportamento  
482 semelhante foi verificado no trabalho de Bispo et al. (2010), em que a eficiência de  
483 ruminação (g MS/h) aumentou com a inclusão de palma forrageira, possibilitando assim  
484 ao animal ser mais eficiente na apreensão do alimento e no uso da fibra em menor tempo.

485 Na Figura 1 observa-se a distribuição nictimeral da atividade de alimentação.  
486 Verificam-se dois picos de alimentação bem claros, momentos em que o alimento era  
487 fornecido.

488 Em regiões tropicais e quentes deve-se levar em consideração o valor nutricional  
489 dos alimentos utilizados na alimentação animal, principalmente em termos de energia, já  
490 que os processos de ruminação e digestão estão relacionados ao incremento calórico e à  
491 redução na eficiência de utilização de energia metabolizável para manutenção dos animais  
492 (NRC 2007; VÉRAS et al., 2001). Assim, a adição de palma em dietas para ruminantes  
493 pode reduzir a produção de calor, em virtude da redução da ruminação e consequente  
494 diminuição do incremento calórico (SIGNORETTI et al., 1999), e essa energia que seria

495 gasta em processos termorregulatórios será direcionada para a produção de carne ou leite  
496 (SIQUEIRA, 2018).

497 Siqueira (2018), ao avaliar esses mesmos volumosos, verificou que para os índices  
498 de palatabilidade os animais apresentaram maior preferência quando foram alimentados  
499 com a SM (controle) e rejeitaram as dietas com MUB e OUB em aproximadamente  
500 23,5%. No entanto, observou que os animais não apresentaram diferença quanto ao  
501 consumo voluntário para esses três volumosos (0,583; 0,620; 0,521; respectivamente),  
502 em um sistema de confinamento com controle de sobras.

503 Assim, a utilização de palma forrageira associada a uma fonte de fibra de baixa  
504 digestibilidade como o bagaço de cana-de-açúcar (OLIVEIRA et al., 2011) e a uma fonte  
505 de NNP (ureia) de sabor amargo, na forma de mistura completa, possibilita a otimização  
506 do consumo de nutrientes, principalmente de energia.

507 O maior consumo de nitrogênio verificado para a dieta à base de MUB (25,7 g de  
508 N/dia), em relação à dieta contendo SS, deve-se ao maior consumo de MS. Essa maior  
509 quantidade de NNP na dieta com MUB resultou em maior concentração de amônia no  
510 rúmen e, conseqüentemente, propiciou aumento na concentração de NUP (CHIZZOTTI  
511 et al., 2007), quando comparado aos demais tratamentos (Tabela 6).

512 Ainda sobre a concentração do NUP, o maior valor (24,3 mg/dL; Tabela 6) obtido  
513 quatro horas após o fornecimento dos alimentos encontra-se dentro do intervalo proposto  
514 como ideal para ovinos, que é de 24,0 até 50,0 mg/dL (DIAZ GONZÁLEZ et al., 2000;  
515 MENEZES et al., 2006), refletindo, assim, em melhor utilização de N para a dieta com  
516 MUB.

517 Em relação aos volumosos, a eficiência de síntese de proteína microbiana não  
518 diferiu significativamente (Tabela 6). Apesar dos volumosos apresentarem em sua  
519 composição diferentes proporções de carboidratos fibrosos e não fibrosos com diferentes

520 taxas de degradação, estes apresentavam alto conteúdo de proteína degradável no rúmen  
521 (ureia e farelo de soja). Deste modo, pode-se inferir que houve sincronismo da amônia  
522 ruminal e disponibilidade de energia, melhorando, assim, a eficiência de utilização de  
523 NNP e desempenho animal.

524

## 525 **5. Conclusão**

526 A palma forrageira associada ao bagaço de cana-de-açúcar e Ureia/Sulfato de  
527 Amônio (9:1) apresentaram valor nutricional semelhante, principalmente no que se refere  
528 ao consumo de energia e eficiência de utilização do nitrogênio da dieta, ao FCT e à SM,  
529 sendo superior à SS. Recomenda-se a utilização da palma associada ao bagaço de cana-  
530 de-açúcar e ureia em dietas para ovinos.

531

532

533

534

535

536

537

538

539

540

541

542

543

544

- 546 ALHANAFI, F.; KAYSI, Y.; MUNA, M.; ALKHTIB, A.; WAMATU, J.; BURTON, E.  
547 Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*) and saltbush (*Atriplex halimus* L.) as feed  
548 supplements for fattening Awassi male lambs: effect on digestibility, water consumption,  
549 blood metabolites, and growth performance. **Trop. Anim. Health Prod.** 51, 1637–1644,  
550 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01858-6>.  
551
- 552 ALMEIDA, G.A.P. de; FERREIRA, M.D.A.; SILVA, J.D.L.; CHAGAS, J.C.C.;  
553 VÉRAS, A.S.C.; BARROS, L.J.A. de; ALMEIDA, G.L.P. de, 2018. Sugarcane bagasse  
554 as exclusive roughage for dairy cows in smallholder livestock system. *Asian-Australasian*  
555 **J. Anim. Sci.** 31, 379–385, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0205>.  
556
- 557 ALVALÁ, R.C.D.S.; CUNHA, A.P.M.A.; BRITO, S.S.B.; SELUCHI, M.E.;  
558 MARENGO, J.A.; MORAES, O.L.L.; CARVALHO, M.A. Drought monitoring in the  
559 Brazilian semiarid region. **An. Acad. Bras. Cienc.** 91, 1–15, 2019.  
560 <https://doi.org/10.1590/0001-3765201720170209>.  
561
- 562 ARNOLD, G.W.; DUDZINSKI, M.C. **Ethology of free-ranging domestic animals.**  
563 Elsevier, Amsterdam, 1978.  
564
- 565 BISPO, S.V.; FERREIRA, M. de A.; VÉRAS, A.S.C.; MODESTO, E.C.; GUIMARÃES,  
566 A.V.; PESSOA, R.A.S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos  
567 alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Rev. Bras. Zootec.** 39, 2024–2031,  
568 2010. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000900022>.  
569
- 570 BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. de; COELHO, J.F.; CAMPOS, S. de;  
571 FILHO, V.; CECON, P.R.; DIAS, A.; CASALI, P. Ingestive Behavior in Holstein Calves  
572 Fed Diets with Different Concentrate Levels. **Rev. Bras. Zootec.** 29, 236–242, 2000.  
573
- 574 CARDOSO, D.B.; CARVALHO, F.F.R. de; MEDEIROS, G.R. de; GUIM, A.;  
575 CABRAL, A.M.D.; VÉRAS, R.M.L.; SANTOS, K.C. dos; DANTAS, L.C.N.;  
576 NASCIMENTO, A.G. de O. Levels of inclusion of spineless cactus (*Nopalea*  
577 *cochenillifera* Salm Dyck) in the diet of lambs. **Anim. Feed Sci. Technol.** 247, 23–31,  
578 2019. <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2018.10.016>.  
579
- 580 CATUNDA, K.L.M.; AGUIAR, E.M. de; GÓES NETO, P.E. de; SILVA, J.G.M. da;  
581 MOREIRA, J.A.; RANGEL, A.H. do N.; LIMA JÚNIOR, D.M. de. Gross composition,  
582 fatty acid profile and sensory characteristics of Saanen goat milk fed with Cacti varieties.  
583 **Trop. Anim. Health Prod.** 48, 1253–1259, 2016. <https://doi.org/10.1007/s11250-016-1085-7>.  
584
- 585
- 586 CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and**  
587 **cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of the technical**  
588 **details.** Rowett Research Institute, Aberdeen, 1992.  
589
- 590 CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R.F.D.;  
591 CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade  
592 e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de  
593 leite. **Rev. Bras. Zootec.** 36, 138–146, 2007. [39](https://doi.org/10.1590/S1516-</a></p></div><div data-bbox=)

594 35982007000100017.  
595  
596 CONCEIÇÃO, M.G. da; FERREIRA, M.A.; SILVA, J. de L.; COSTA, C.T.F.;  
597 CHAGAS, J.C.C.; MONTEIRO, C.C. de F. Can cactus (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw)  
598 cladodes plus urea replace wheat bran in steers' diet? **Asian-Australasian J. Anim. Sci.**  
599 31, 1627–1634, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0927>.  
600  
601 CORDOVA-TORRES, A.V.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N. de; ARAÚJO FILHO,  
602 J.T.; RAMOS, A.O.; ALVES, N. de L. Performance of sheep fed forage cactus with total  
603 water restriction. **Rev. Bras. Saúde e Prod. Anim.** 18, 369–377, 2017.  
604 <https://doi.org/10.1590/S1519-99402017000200015>.  
605  
606 DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para análise de**  
607 **alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG, 2012.  
608  
609 DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous  
610 carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Veterinária e Zootec.** 62, 980–984,  
611 2010. <https://doi.org/10.1590/S0102-09352010000400030>  
612  
613 DIAZ GONZÁLEZ, F.H.; BARCELLOS, J.O.J.; OSPINA PATIÑO, H.O.; RIBEIRO,  
614 L.A.O. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**.  
615 UFRGS, Porto Alegre, 2000.  
616  
617 EAKIN, H.C.; LEMOS, M.C.; NELSON, D.R. Differentiating capacities as a means to  
618 sustainable climate change adaptation. **Glob. Environ. Chang.** 27, 1–8, 2014.  
619 <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.013>  
620  
621 FERREIRA, M. A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V. **Palma forrageira e**  
622 **ureia na alimentação de vacas leiteira**. EDUFRPE, Recife, 2011.  
623  
624 FERREIRA, M. A.; VALENCA, S.; ROCHA FILHO, R.R.; ANTAS, S.; COSTA,  
625 C.T.F., 2012. The Use of Cactus as Forage for Dairy Cows in Semi-Arid Regions of  
626 Brazil, in: **Organic Farming and Food Production**. InTech, p. 169–189.  
627 <https://doi.org/10.5772/53294>.  
628  
629 GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of wilting of cactus pear (*Opuntia*  
630 *ficus-indica*) on feed utilization in sheep. **Trop. Sci.** 46, 37–40, 2006.  
631 <https://doi.org/10.1002/ts.27>.  
632  
633 INÁCIO, J.G.; CONCEIÇÃO, M.G. da, SANTOS, D.C. dos; OLIVEIRA, J.C.V. de,  
634 CHAGAS, J.C.C., MORAES, G.S. de O., SILVA, E.T. dos S.; FERREIRA; M. de A.  
635 Nutritional and performance viability of cactus *Opuntia*-based diets with different  
636 concentrate levels for Girolando lactating dairy cows. **Asian-Australasian J. Anim. Sci.**  
637 33, 35–43, 2020. <https://doi.org/10.5713/ajas.18.0916>.  
638  
639 JIN, D.; ZHAO, S.; ZHENG, N.; BECKERS, Y.; WANG, J. Urea Metabolism and  
640 Regulation by Rumen Bacterial Urease in Ruminants - A Review. **Ann. Anim. Sci.** 18,  
641 303–318, 2017. <https://doi.org/10.1515/aoas-2017-0028>.  
642  
643 MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring Behaviour**. Cambridge University Press, 1993.

644 <https://doi.org/10.1017/CBO9781139168342>.  
645  
646 MENEZES, D.; ARAÚJO, G.; OLIVEIRA, R.; BAGALDO, A.; SILVA, T.; SANTOS,  
647 A. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores  
648 metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Rev. Bras.**  
649 **Saúde e Produção Anim.** 7, 169–175, 2006.  
650  
651 MORAES, G.S. de O.; GUIM, A.; TABOSA, J.N.; CHAGAS, J.C.C.; ALMEIDA, M. de  
652 P.; FERREIRA, M. de A. Cactus [Opuntia stricta (Haw.) Haw] cladodes and corn silage:  
653 How do we maximize the performance of lactating dairy cows reared in semiarid regions?  
654 **Livest. Sci.** 221, 133–138, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2019.01.026>.  
655  
656 NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**. The National Academies Press,  
657 Washington, 2007.  
658  
659 OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; CAMPOS, J.M. de S.; PINA, D.S.; SOUZA, S.M.;  
660 COSTA, M.G. Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo,  
661 a digestibilidade e o desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Rev. Bras. Zootec.** 40,  
662 1587–1595, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000700026>.  
663  
664 SIGNORETTI, R.D.; FERNANDO, J.; VALADARES, S.D.C.; PEREIRA, J.C.;  
665 GARCIA, G.; ARAÚJO, L. de; CECON, P.R.; QUEIROZ, A.C. de. Eficiência de  
666 Utilização da Energia Metabolizável para Ganho de Peso e Exigências de Energia  
667 Metabolizável, Nutrientes Digestíveis Totais e Proteína Metabolizável de Efficiency of  
668 Metabolizable Energy Utilization for Weight Gain and Requirements of Metab. **Rev.**  
669 **Bras. Zootec.** 28, 214–221, 1999.  
670  
671 SILVA, A.E.M. da; LIRA, A.T. de; FERREIRA, M.A. de; BARROS, L.J.A. de; MELO,  
672 T.T. de B.; SIQUEIRA, T.D.Q.; SOARES, L.F.P.; COSTA, C.T.F. Bagaço de cana-de-  
673 açúcar como volumoso exclusivo em dietas para ovinos. **Rev. Bras. Saude e Prod.**  
674 **Anim.** 16, 118–129, 2015.  
675  
676 SIQUEIRA, M.C.B. de; FERREIRA, M.A.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, J.L.;  
677 COSTA, C.T.F.; CONCEIÇÃO, M.G.; SOARES, A.A.; ANDRADE, I.B. de; CHAGAS,  
678 J.C.C. Nutritional performance and metabolic characteristics of cattle fed spineless  
679 cactus. **J. Agric. Sci. Technol.** 20, 13–22, 2018.  
680  
681 SIQUEIRA, T.D.Q. **Comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com**  
682 **diferentes volumosos**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal  
683 Rural de Pernambuco. Recife, p. 44. 2018.  
684  
685 SIQUEIRA, T.D.Q.; MONNERAT, J.P.I. dos S.; CHAGAS, J.C.C.; CONCEIÇÃO, M.G.  
686 da; SIQUEIRA, M.C.B. de; VIANA, T.B.L.; FERREIRA, M. de A. Cactus cladodes  
687 associated with urea and sugarcane bagasse: an alternative to conserved feed in semi-arid  
688 regions. **Trop. Anim. Health Prod.**, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11250-019-01895-1>.  
689  
690 UDMALE, P.; ICHIKAWA, Y.; MANANDHAR, S.; ISHIDAIRA, H.; KIEM, A.S.  
691 Farmers' perception of drought impacts, local adaptation and administrative mitigation  
692 measures in Maharashtra State, India. **Int. J. Disaster Risk Reduct.** 10, 250–269, 2014.  
693 <https://doi.org/10.1016/j.ijdr.2014.09.011>

694  
695 VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. Second. ed. Cornell  
696 University Press, New York, 1994.  
697  
698 VÉRAS, A.S.C.; VALADARES FILHO, S. de C.; SILVA, J.F.C. da; PAULINO, M.F.;  
699 CECON, P.R.; FERREIRA, M. de A.; VALADARES, R.F.D.; MORAES, E.H.B.K. de.  
700 Eficiência de utilização da energia metabolizável para manutenção e ganho de peso e  
701 exigências de energia metabolizável e de nutrientes digestíveis totais de bovinos Nelore,  
702 não-castrados. **Rev. Bras. Zootec.** 30, 904–910, 2001. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000300040)  
703 [35982001000300040](https://doi.org/10.1590/S1516-35982001000300040).  
704  
705 VIEIRA, E.L.; BATISTA, Â.M.V.; GUIM, A.; CARVALHO, F.F.; NASCIMENTO,  
706 A.C.; ARAÚJO, R.F.S.; MUSTAFA, A.F. Effects of hay inclusion on intake, in vivo  
707 nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-*  
708 *indica* Mill) based diets. **Anim. Feed Sci. Technol.** 141, 199–208, 2008.  
709 <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2007.05.031>  
710  
711 WELCH, J.G.; SMITH, A.M. Effect of Beet Pulp and Citrus Pulp on Rumination  
712 Activity. **J. Anim. Sci.** 33, 472–475, 1971. <https://doi.org/10.2527/jas1971.332472x>  
713  
714  
  
715  
  
716  
  
717  
  
718  
  
719  
  
720  
  
721  
  
722  
  
723  
  
724  
  
725  
  
726  
  
727  
  
728

729 **Tabela 1.** Composição química dos ingredientes

Item	PM	POEM	BC	FCT	SM	SS	MM	FS
Matéria seca <sup>a</sup>	116	122	911	838	249	230	879	888
Matéria orgânica <sup>b</sup>	876	887	954	914	940	917	983	929
Proteína bruta	34,0	40,0	11,0	92,0	89,0	60,0	76,0	497
Proteína bruta indigestível	9,2	9,3	8,5	39,5	12,7	13,1	1,22	138
Fibra em detergente neutro	260	302	823	728	590	676	142	141
FDNi <sup>c</sup>	97,0	119	456	296	181	229	16,0	14,0
Carboidratos não-fibrosos	568	532	114	89,0	245	164	724	279

730 <sup>a</sup>g/kg MS; <sup>b</sup>g/kg do alimento; <sup>c</sup>Fibra em detergente neutro indigestível. PM = palma miúda; POEM = palma  
731 orelha de elefante mexicana; BC = bagaço de cana-de-açúcar; FCT = feno de capim-tifton; SM = silagem  
732 de milho; SS = silagem de sorgo; MM = milho moído; FS = farelo de soja.

733

734

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

Item	<i>Dietas</i>				
	MUB	OUB	FCT	SM	SS
<i>Ingredientes, g/kg MS</i>					
Palma miúda	379	--	--	--	--
Palma O.E.M.	--	375	--	--	--
Feno de capim Tifton	--	--	694	--	--
Silagem de milho	--	--	--	692	--
Silagem de sorgo	--	--	--	--	683
Milho moído	175	175	175	175	175
Farelo de soja	115	115	115	115	115
Bagaço de cana-de-açúcar	295	300	--	--	--
Ureia/S.A. <sup>a</sup>	20	19	00	02	11
Suplemento mineral <sup>b</sup>	11	11	11	11	11
Sal comum	5	5	5	5	5
<i>Composição química, g/kg MS</i>					
MS (g/kg matéria natural)	253	267	853	323	300
MO	893	898	913	929	906
MM	107	102	865	704	942
PB	140	139	134	137	141
EE	15,3	15,7	12,3	18,9	20,2
FDN	382	401	546	449	503
FDNi	176	185	209	129	161
CNF	386	375	220	374	283
NDT	712	664	582	641	626

736 <sup>a</sup>Proporção entre ureia e sulfato de amônio (SA): 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônio.737 <sup>b</sup>Composição química da suplemento mineral: Ca – 120 g/kg, P– 87 g/kg, S – 18 g/kg, Mg – 1300 mg/kg,  
738 Na – 147 g/kg, Co– 40 mg/kg, Cu – 590 mg/kg, I – 80 mg/kg, Se – 15 mg/kg, Zn - 3800 mg/kg, F (máx.)  
739 – 870 mg/kg; <sup>c</sup> g/kg do alimento; MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante  
740 Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo.

741

742

743

744

745 **Tabela 3.** Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e seus constituintes em  
 746 ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.

Item	<i>Dietas</i>					EPM	P-valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
Consumo (g/dia)							
MS	1024 a	888,2 ab	993,6 ab	982,8 ab	781,6 b	51,1	0,03
MO	903,8 a	792,4 ab	906,6a	913,0 a	705,8 b	46,3	0,03
PB	160,8 a	136,8 ab	140,4 ab	142,4ab	117,2 b	19,8	<0,01
FDN	334,6bc	310,2 c	525,0 a	422,0 ab	381,0 bc	24,3	<0,01
CNF	433,0 a	360,8ab	208,6 c	326,6 b	205,6 c	18,5	<0,01
MOD	669,6 a	550,4 ab	594,0 ab	614,2ab	469,0 b	39,7	0,03
Consumo (% PC)							
MS	26,4 ab	24,3 ab	27,1 a	26,0 ab	20,3 b	38,8	0,02
Digestibilidade aparente total (g/kg)							
MS	711,8	667,6	642,4	672,4	655,0	48,4	0,06
MO	741,0 a	691,8 ab	654,8 b	674,8 b	657,8 b	44,0	<0,01
PB	830,6 a	805,6 a	752,6 b	714,6 c	767,8 b	20,3	<0,01
FDN	560,8 ab	495,8 b	645,2 a	565,8 ab	595,2 ab	24,7	0,01

MS = matéria seca; MO = matéria orgânica; PB = proteína bruta; FDN = fibra em detergente neutro; CNF = carboidratos não-fibrosos; MOD = matéria orgânica digestível.

Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade do erro Tipo 1. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

747

748

749 **Tabela 4.** Consumo de água (L/dia) de ovinos alimentados com dietas contendo  
 750 diferentes volumosos.

Itens	<i>Dietas</i>					EPM	P-valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
Via dieta	3,02 a	2,43 ab	0,17 c	2,06 b	1,82 b	0,236	<0,01
Ingestão voluntária	0,99 b	1,16 b	3,20 a	1,96 b	1,90 b	0,202	<0,01
Total	4,01	3,59	3,37	4,02	3,72	0,155	0,07
IV/CMS	1,03 b	1,40 b	3,19 a	1,97 ab	2,56 ab	0,253	<0,01
Total/CMS	3,91 ab	4,04 ab	3,39 b	4,08 ab	4,75 a	0,221	0,01

751 IV = ingestão voluntária (L/kg MS); Total/CMS (L/kg MS). MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB  
 752 = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de  
 753 milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

754  
 755

756

757 **Tabela 5.** Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo

758 diferentes volumosos.

Item	<i>Dietas</i>					EPM	P-valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
TA (min/dia)	224	202	302	264	256	23,5	0,08
TR (min/dia)	466b	436b	596a	598a	520ab	25,5	<0,01
TO (min/dia)	750 a	802 a	542 b	578 b	664 ab	35,5	<0,01
Nº Ref/dia	8,2 ab	7,4 b	10,2 a	9,6 ab	7,4 b	16,8	<0,01
EC (g MS/evento de cocho)	131	124	108	102	113	33,4	0,35
TMT (min/dia)	690 b	638 b	898 a	862 a	776 ab	35,5	<0,01
TMT <sub>MS</sub>	90,0 a	84,3 ab	67,3 abc	71,0 bc	60,9 c	44,8	<0,01
TMT <sub>FDN</sub>	29,3	29,4	35,6	30,5	29,7	19,8	0,19
<i>Eficiências, g/h</i>							
EA <sub>MS</sub>	299 a	268 ab	209 ab	248 ab	188 ab	24,4	0,04
EA <sub>FDN</sub>	97,9	93,6	110	106	91,3	29,3	0,55
ER <sub>MS</sub>	132 a	124 ab	101 ab	102 ab	90,8 b	23,8	0,01
ER <sub>FDN</sub>	42,8	43,2	53,6	44,0	44,2	33,6	0,19

759 TA = tempo em alimentação; TR = tempo em ruminação; TO = tempo em ócio; TMT = tempo de  
760 mastigação total; TMT<sub>MS</sub> = tempo mastigação (gramas de MS consumida/hora); TMT<sub>FDN</sub> = (tempo  
761 mastigação gramas de FDN consumida/hora); EA = eficiência de alimentação; ER = eficiência de  
762 ruminação. EC = eficiência de cocho (g MS/evento de cocho). Médias seguidas de letras diferentes na  
763 mesma linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade do erro Tipo 1. MUB = palma  
764 miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim  
765 Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

766

767

768

769 **Tabela 6.** Balanço de nitrogênio, concentração de nitrogênio ureico e síntese de proteína  
 770 microbiana de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.

Item	<i>Dietas</i>					EPM	P-valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
<i>Balanço de N, g/dia</i>							
N <sub>ingerido</sub>	25,7 a	21,8ab	22,4 ab	22,7 ab	18,7 b	0,99	<0,01
N <sub>fezes</sub>	4,4 b	4,2 b	5,6 a	6,5 a	4,3 b	0,23	<0,01
N <sub>urina</sub>	8,8	8,7	8,1	8,6	9,1	1,18	0,98
BN	12,5 a	8,9 ab	8,7 ab	7,6 ab	5,3 b	1,14	0,01
BN (% do N <sub>ingerido</sub> )	48,6	40,8	38,8	33,4	28,4	4,36	0,06
<i>Nitrogênio ureico, mg/Dl</i>							
NUP	24,3 a	21,2 b	20,6 b	17,1 c	19,6bc	0,67	<0,01
<i>Síntese de Proteína microbiana</i>							
N Microbiano (g/dia)	6,3	5,0	4,8	5,6	4,9	46,3	0,40
ESPM, g PM/kg NDT	51,58	60,18	52,56	56,32	57,90	28,0	0,27

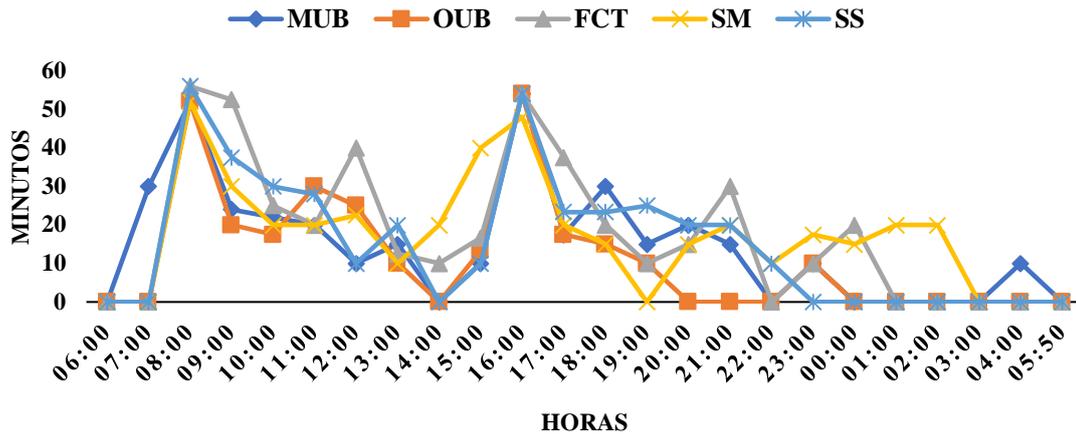
771 BN = balanço de nitrogênio; NUP = nitrogênio ureico no plasma; SPM = síntese de proteína microbiana;  
 772 ESPM = eficiência de síntese de produção de proteína microbiana. MUB = palma miúda + ureia + bagaço;  
 773 OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem  
 774 de milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

775

776

777

778

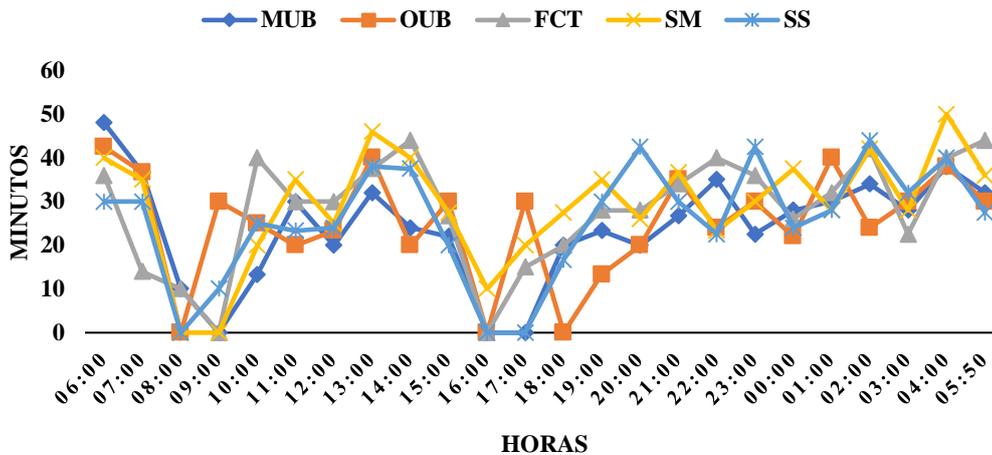


779

780 **Figura 1.** Atividade nictimeral de alimentação em ovinos alimentados com dietas  
 781 contendo diferentes volumosos em 24horas. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB  
 782 = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM  
 783 = silagem de milho; SS = silagem de sorgo.

784

785



786

787 **Figura 2.** Atividade nictimeral de ruminação em ovinos alimentados com dietas contendo  
 788 diferentes volumosos em 24horas. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma  
 789 orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem  
 790 de milho; SS = silagem de sorgo.

791

792

793

794

795

796

797

798

799

800

801

802

803

804

805

806

807

808

809

810

811

812

813

814

815

816

817

818

819

## CAPÍTULO 2

820

---

821 **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos**

822 **conservados 2. Consumo, dinâmica de degradação da fibra e parâmetros ruminais**

823

824

825

826

827

828

829 **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia: uma alternativa a alimentos**  
830 **conservados 2. Consumo, dinâmica de degradação da fibra e parâmetros ruminais**

831 **RESUMO**

832 Objetivou-se avaliar o efeito de dietas contendo diferentes volumosos na alimentação de  
833 ovinos sobre o consumo de matéria seca e seus constituintes, dinâmica da fibra e  
834 parâmetros ruminais. As dietas experimentais foram formuladas em uma proporção  
835 volumoso:concentrado de 69,4:30,6. Os volumosos avaliados foram: palma Miúda (PM)  
836 e palma Orelha de Elefante Mexicana (POEM), ambas associadas ao bagaço de cana-de-  
837 açúcar (BC) e ureia/as; feno de capim tifton (FCT); e as silagens de milho (SM) e sorgo  
838 (SS), também corrigidas com ureia/sa. Os alimentos concentrados utilizados nas dietas  
839 foram milho moído, farelo de soja e mistura mineral. Foram utilizados cinco ovinos  
840 mestiços machos, fistulados e canulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio inicial  
841 de  $34,0 \pm 3,63$  kg, distribuídos em quadrado Latino 5 x 5. Os animais que receberam a  
842 dieta à base de MUB apresentaram maior ( $P \leq 0,03$ ) consumo de matéria seca (1024 g/dia),  
843 matéria orgânica (MO, 904 g/kg), proteína bruta (PB, 161 g/kg) e matéria orgânica  
844 digestível (MOD, 670 g/kg) do que a dieta SS. O tratamento FCT propiciou maiores pools  
845 de MS e FDNi (593,2 e 177,8 g) em relação às dietas compostas por OUB, SM e SS  
846 (407,6 e 120,8; 448,4 e 96,4; 421,0 e 101,0 g, respectivamente). As dietas à base de OUB  
847 e de SM proporcionaram maior ( $P < 0,01$ ) taxa de degradação da MS (0,0584 e 0,0566 h<sup>-1</sup>  
848 <sup>1</sup>, respectivamente) em relação à dieta composta por FCT (0,0360 h<sup>-1</sup>). Os animais do  
849 tratamento OUB registraram menor pH ruminal em relação aos do tratamento FCT. Não  
850 houve interação entre tempo x tratamento para pH ruminal. Em função do tempo de  
851 coleta, o menor valor de pH (6,38) foi estimado às 3,79 horas após a primeira alimentação.  
852 Houve interação entre tratamento e tempo para as concentrações de nitrogênio amoniacal  
853 ruminal (NAR), com as concentrações máximas de 35,4; 41,8; 17,92 e 26,49 (mg

854 NAR/dL) estimada para os tratamentos MUB, OUB, SM e SS, respectivamente, às 2,02;  
855 2,97; 3,01 e 2,87 horas após a alimentação matinal. Não houve efeito do tempo para a  
856 concentração de NAR quando o FCT foi utilizado (14,33 mg/dL). Houve interação ( $P <$   
857 0,01) entre tratamento e tempo de coleta sobre as concentrações dos AGVs. Em função  
858 da alta taxa de degradação, maior consumo de energia, pouca alteração no pH e maior  
859 produção de ácidos graxos voláteis, recomenda-se a utilização da palma associada ao  
860 bagaço de cana-de-açúcar e ureia em dietas para ovinos.

861

862 **Palavras-chave:** AGVs; Nitrogênio amoniacal; *Nopalea cochenillifera*; *Opuntia stricta*;  
863 pH ruminal; Semiárido.

864

865

866

867

868

869

870

871

872

873

874

875

876

877

878 **Cactus cladodes, sugarcane bagasse and urea: an alternative to conserved forages**

879 **2. Intake, fiber degradation dynamics and ruminal parameters**

880 **ABSTRACT**

881 The aim was to evaluate the effect of different roughage sources in sheep feeding on  
882 intake, fiber dynamics and ruminal parameters. The experimental diets were formulated  
883 in a roughage: concentrate ratio of 69.4: 30.6. The roughage sources evaluated were  
884 cactus *Nopalea cochenillifera* (L). Salm-Dyck. cladodes (*Nopalea*; NUB) and cactus  
885 *Opuntia stricta* (Haw.) Haw. cladodes (*Opuntia*, OUB) both associated with sugarcane  
886 bagasse (SB) and added with urea plus ammonium sulfate, tifton hay (TH), and maize  
887 silage (MS) and sorghum silage (SS) also added to urea plus ammonium sulfate (urea/as).  
888 The concentrate sources used in the diets were ground corn, soybean meal and mineral  
889 mixture. Five male crossbred sheep fistulated and cannulated in the rumen, were used,  
890 with average initial body weight (BW) of  $34.0 \pm 3.63$  kg, and assigned in a 5 x 5 Latin  
891 square. The animals fed with NUB diet showed higher ( $P \leq 0.03$ ) intake of dry matter  
892 (1024 g/day), organic matter (OM, 904 g/kg), crude protein (CP, 161 g/kg) and digestible  
893 organic matter (DOM, 670 g/kg) than the SS diet. The TH treatment provided larger pools  
894 of DM and NDFi (593.2 and 177.8 g) in relation to diets composed of OUB, MS and SS  
895 (407.6 and 120.8; 448.4 and 96.4; 421, 0 and 101.0 g, respectively). The OUB and MS-  
896 basis diets provided a higher ( $P < 0.01$ ) DM degradation rate (0.0584 and 0.0566 h<sup>-1</sup>,  
897 respectively) compared to the TH diet (0.0360 h<sup>-1</sup>). The animals in the OUB treatment  
898 registered lower ruminal pH compared to those in the TH treatment. There was no  
899 interaction between time x treatment for ruminal pH. According to the time of collection,  
900 the lowest pH value (6.38) was estimated at 3.79 hours after the first feeding. There was  
901 an interaction between treatment and time for ruminal ammonia nitrogen (RAN)  
902 concentrations, with maximum concentrations of 35.4; 41.8; 17.92 and 26.49 (mg

903 RAN/dL) estimated for NUB, OUB, MS and SS treatments, respectively, at 2.02; 2.97;  
904 3.01 and 2.87 hours after morning feeding. There was no effect of time for RAN  
905 concentration when TH was used (14.33 mg/dL). There was an interaction (P <0.01)  
906 between treatment and collection time on VFA concentrations. Due to the high rate of  
907 degradation, higher energy intake, little change in pH and higher production of volatile  
908 fatty acids, it is recommended to use of cactus cladodes associated with sugarcane bagasse  
909 and urea in sheep diets.

910 **Keywords:** VFA; Ammoniacal nitrogen; *Nopalea cochenillifera*; *Opuntia stricta*;  
911 Ruminant pH; Semiarid.

912

913

914

915

916

917

918

919

920

921

922

923

924

925

926

927

## 928 **1.Introdução**

929 A região Semiárida se caracteriza pela má distribuição das chuvas. A precipitação  
930 média histórica desta região varia entre 550 a 600 mm/ano (MARENGO et al., 2011). O  
931 período chuvoso é curto (3-4 meses); na maioria das vezes ocorre de forma intensa e em  
932 poucos dias, resultando em períodos de estiagens frequentes e prolongados.

933 Longos períodos de estiagem associados à crescente taxa de degradação das  
934 pastagens acarretam baixo fornecimento de nutrientes, em quantidade e qualidade aos  
935 rebanhos, fato que é agravado pelo aumento contínuo dos preços dos alimentos, o que  
936 ocasiona em restrições na produtividade (BEN SALEM, 2010). Assim, a junção do  
937 ambiente adverso com a instabilidade econômica emerge à necessidade em se fazer  
938 ajustes e estruturar o suporte forrageiro nas propriedades, visando à sustentabilidade do  
939 sistema de produção animal (REIS FILHO et al., 2014).

940 Frente à inviabilidade para produção de espécies forrageiras comumente utilizadas  
941 na dieta de ruminantes, em particular em pequenas e médias propriedades, atualmente há  
942 uma massiva comercialização de volumosos em feiras próximas aos polos de produção  
943 agropecuária de Pernambuco. Os insumos são vendidos a preços elevados, e dentre os  
944 mais comumente comercializados destacam-se a cana-de-açúcar, o bagaço de cana, feno  
945 de capim-elefante e as silagens de milho e de sorgo. A aquisição de insumos comerciais  
946 é uma solução a curto prazo para a manutenção dos rebanhos, mas que significa risco para  
947 rentabilidade e sustentabilidade do sistema produtivo a longo prazo.

948 A palma forrageira vem sendo intensivamente estudada desde 1972, por institutos  
949 de pesquisas no Brasil e países como África do Sul, México, Marrocos e Tunísia  
950 (ANDRADE-MONTEMAYOR et al., 2011; GUEVARA et al., 2009; OLIVEIRA et al.,  
951 2018), e hoje é reconhecida como fonte de energia e água para a pecuária em regiões

952 semiáridas. Dentre várias espécies estudadas, as mais comumente utilizadas e resistentes  
953 a eventuais pragas que acometem os palmais do Semiárido brasileiro são as palmas Miúda  
954 (PM) (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) e Orelha de Elefante Mexicana (POEM)  
955 (*Opuntia stricta* [Haw] Haw).

956 Hipotetizou-se que a utilização de genótipos de palma resistente à cochonilha do  
957 carmim (Miúda e Orelha de Elefante Mexicana) associados ao bagaço de cana e ureia  
958 apresentam o mesmo valor nutricional que volumosos tradicionalmente conservados.

959 Objetivou-se avaliar o efeito da palma forrageira (Miúda e Orelha de Elefante  
960 Mexicana) associada ao bagaço de cana e ureia/sa, em substituição a volumosos  
961 conservados tradicionais (feno de capim tifton, silagens de milho ou de sorgo), sobre o  
962 consumo de matéria seca e seus constituintes, dinâmica de degradação da fibra e os  
963 parâmetros ruminais de ovinos.

964

## 965 **2. Material e métodos**

966 O experimento foi conduzido no Biotério de Pesquisa com Ruminantes II, do  
967 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) em  
968 Recife, Brasil (8° 04'03''Sul; 34°55'00''Oeste). Todos os procedimentos experimentais  
969 com os animais, incluindo seus registros, foram aprovados pela Comissão de Ética no Uso  
970 de Animais (CEUA) da UFRPE (Licença nº 069/2016), Recife, Brasil.

971

### 972 *2.1. Animais, manejo e delineamento experimental*

973 Cinco ovinos mestiços machos, fistulados e canulados no rúmen, com peso  
974 corporal (PC) médio inicial de  $34,0 \pm 3,63$  e consumo de matéria seca (MS) inicial de  $926$   
975  $\pm 230$  g, foram distribuídos ao acaso em delineamento quadrado latino 5 x 5. Os animais

976 foram pesados, identificados e tratados contra endo e ectoparasitas antes do início do  
977 período experimental e foram alojados em baias individuais (1,00 x 1,50 m; alocadas em  
978 galpão coberto e aberto nas laterais), providas de comedouro, bebedouro e iluminação  
979 constante. O experimento teve duração de 110 dias, correspondendo a cinco períodos de  
980 22 dias no total, com 14 dias para adaptação às dietas e oito dias para coleta de dados e  
981 amostras.

982 As dietas foram fornecidas *ad libitum*, na forma de mistura completa, permitindo-  
983 se sobras de aproximadamente 100 g/kg de MS. Os animais foram alimentados duas  
984 vezes ao dia, às 08h00 e 16h00, tendo água limpa e fresca permanentemente à  
985 disposição dos animais.

986 As dietas experimentais tinham como base cinco diferentes volumosos: palma  
987 forrageira Miúda (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck) + ureia/sa +bagaço de cana-  
988 de-açúcar (MUB), palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta*  
989 (Haw.) Haw) + ureia/sa +bagaço de cana-de-açúcar (OUB), feno de capim Tifton  
990 (FCT); silagem de milho (SM, Agroceres® AG5055); e silagem de sorgo forrageiro  
991 (SS; SF-15), além dos ingredientes concentrados, mantendo uma relação vo:co de  
992 69,4:30,6.

993

## 994 2.2. *Ingredientes e formulação das dietas*

995 A composição química e as proporções dos ingredientes e a composição química  
996 das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 3. As palmas Miúda  
997 (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm Dyck) e Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia*  
998 *stricta* (Haw.) Haw) foram oriundas da estação experimental do Instituto Agrônômico  
999 de Pesquisa (IPA, São Bento do Una/PE). A composição dos carboidratos solúveis e  
1000 amido das palmas forrageiras está descrita na Tabela 2. A ureia pecuária (Petrobrás, SE,

1001 Brasil) e o sulfato de amônio (Petrobrás, SE, Brasil) foram manualmente misturados na  
1002 proporção de 9:1 e incluindo em todas as dietas experimentais, exceto para aquela à  
1003 base de feno de capim tifton para garantir que fossem isonitrogenadas. O feno de capim  
1004 Tifton (*Cynodon* spp.) foi proveniente da Fazenda Laranjeiras (RN, Brasil), a silagem  
1005 de milho (SM; (*Zea mays* L.) cultivar: amarelo-laranja e grão médio de ciclo inicial,  
1006 corte na fase de grão leitoso), foi oriunda da Fazenda Humaitá (PE 177 – Zona Rural,  
1007 PE, Brasil) e a silagem de sorgo forrageiro (SS; *Sorghum bicolor* L. Moench, corte na  
1008 fase de emborrachamento), foi obtida por meio de doação do IPA-Sertânia/PE, Brasil.  
1009 Os ingredientes do concentrado utilizado foram milho moído, farelo de soja, sal comum  
1010 e suplemento mineral comercial (DSM, CE, Brasil).

1011

### 1012 2.3. Coleta de dados e amostras

1013 Amostras dos alimentos frescos, sobras e das fezes, obtidas durante os períodos  
1014 de coleta, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas, e  
1015 processados em moinho de facas (Marconi®, Modelo MA 340, Brasil). Todas as  
1016 amostras foram processadas em moinho de facas passando por peneiras de porosidade  
1017 de 2mm para incubação *in situ*. Depois que cada amostra foi homogeneizada dividiu-  
1018 se em duas porções, sendo uma das porções processadas, passando por peneiras de  
1019 porosidade de 1mm para avaliação da composição química dos ingredientes, sobras e  
1020 fezes.

1021

### 1022 2.4. Cálculos experimentais

1023 O consumo de matéria seca (MS) e seus constituintes foram estimados por meio  
1024 da diferença entre a quantidade oferecida menos a contida nas sobras.

1025 A estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foi realizada segundo Detmann  
1026 e Valadares Filho (2010):  $CNF = MO - [(\% PB - \% PB \text{ de ureia} + \% \text{ ureia}) + \% FDN_{cp} + \% EE + MM]$ . Os demais termos foram definidos previamente, e todos foram expressos em  
1027 g/kg de MS.  
1028

1029 No 19º dia de cada período experimental coletava-se fluido ruminal antes  
1030 (referente à hora 0), e após 2, 4 e 6 horas do fornecimento refeição matinal. Os valores  
1031 de pH do fluido ruminal foram aferidos imediatamente após a coleta com um auxílio  
1032 de um potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan). O fluido ruminal foi  
1033 acidificado com 1 mL de ácido clorídrico (6N) e sub-amostras (40 mL) foram  
1034 congeladas a -20°C para posterior determinação da concentração de nitrogênio  
1035 amoniacal ruminal (NAR) e dos ácidos graxos voláteis (AGVs).

1036 No 20º dia de cada período experimental, quatro horas após a alimentação matinal  
1037 realizou-se o esvaziamento ruminal, e no 22º dia este procedimento foi realizado  
1038 imediatamente antes do fornecimento da alimentação. O esvaziamento teve como  
1039 objetivo determinar as taxas e os “pools” ruminais para dieta experimental testada,  
1040 utilizando-se a técnica descrita por Allen & Linton (2007). Após o esvaziamento do  
1041 rúmen, o peso total da digesta foi contabilizado, seguido por filtração pelo tecido de  
1042 algodão, para separação das fases sólida e líquida. Uma amostra representativa de  
1043 ambas as fases foi coletada e congelada (-20°C) para posterior análise de MS, fibra em  
1044 detergente neutro (FDN) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Após a  
1045 amostragem, as fases foram novamente misturadas e a digesta remanescente foi  
1046 devolvida ao rúmen.

1047

1048 *2.5. Análises químicas*

1049 Amostras de alimentos, sobras e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada  
1050 (60 °C) por 72 horas e processadas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente, as  
1051 amostras foram compostas por animal e período experimental. Os teores de matéria seca  
1052 (MS; método INCT-CA G-003/1), matéria orgânica (MO; método INCT-CA M-001/1),  
1053 proteína bruta (PB; método INCTCA N-001/1), extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-  
1054 005/1), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN<sub>cp</sub>; métodos  
1055 INCT-CA F-002/1, INCT-CA M- 002/1 e INCT-CA N-004/1) e proteína insolúvel em  
1056 detergente neutro (PIDN; método INCT-CA N-004/1) foram analisados de acordo com  
1057 as técnicas padronizadas pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Zootecnia  
1058 (INCT-CA; DETMANN et al., 2012).

1059 A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR; método INCT-CA N-  
1060 007/1) e o conteúdo total de N na urina foram determinados pelo método de Kjeldahl,  
1061 de acordo com às técnicas padronizadas pelo Instituto Nacional de Ciência e  
1062 Tecnologia em Zootecnia (INCT-CA; DETMANN et al., 2012). A análise dos AGVs  
1063 foi realizada utilizando-se cromatógrafo de fase gasosa equipado com detector de  
1064 ionização de chama e autoinjeter, equipado com coluna GP (30 m x 0,250 milímetros,  
1065 0,25um; Chromosorb WAW).

1066 As taxas de ingestão (K<sub>i</sub>), de passagem (K<sub>p</sub>), de degradação da MS e da FDN (K<sub>d</sub>)  
1067 e da FDN<sub>i</sub> (K<sub>p</sub><sub>i</sub>) foram calculadas dividindo-se o fluxo de consumo diário pelos seus  
1068 respectivos pools ruminais (ALLEN; LINTON, 2007).

1069

## 1070 2.6. Análises estatísticas

1071 Os dados obtidos foram analisados utilizando o procedimento MIXED do software  
1072 SAS (versão 9.2), de acordo com o seguinte modelo:

1073 
$$Y_{ijk} = \mu + T_i + a_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

1074 Em que:  $Y_{ijk}$  é a variável resposta mensurada no animal  $j$ , submetido ao tratamento  
1075  $i$ , durante o período  $k$ ;  $\mu$  = constante média geral;  $T_i$  = efeito do tratamento  $i$  (efeito fixo);  
1076  $a_j$  = efeito do animal  $j$  (efeito aleatório);  $p_k$  = efeito do período experimental  $k$  (efeito  
1077 aleatório); e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório não-observável, pressuposto de distribuição normal.

1078 Todas as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, sendo adotado o nível  
1079 crítico de 5% de probabilidade para o erro tipo I. Para o pH, AGV e NAR foi assumido o  
1080 efeito de tempo de coleta, como medidas repetidas no tempo.

1081

### 1082 **3.Resultados**

#### 1083 *3.1. Consumo de matéria seca e seus constituintes*

1084 A dieta contendo MUB propiciou maior ( $P \leq 0,03$ ) consumo de MS (1024 g/dia),  
1085 MO (904 g/dia), PB (161 g/dia), e MOD (670 g/dia), do que aquela à base de SS (Tabela  
1086 4) e de carboidratos não-fibrosos (CNF, 433 g/dia; Tabela 4) em relação aos tratamentos  
1087 com FCT, SM e SS. Os animais submetidos à dieta contendo OUB apresentaram menor  
1088 ( $P < 0,01$ ) consumo de fibra em detergente neutro (FDN, 310 g/dia) em relação àqueles  
1089 alimentados com dietas à base de FCT e a SM (525 e 422 g/dia, respectivamente).

#### 1090 *3.2. Dinâmica de degradação da fibra em detergente neutro*

1091 O tratamento contendo FCT propiciou maiores pools de MS e FDNi (593,2 e  
1092 177,8 g) em relação àqueles compostos por OUB, SM e SS (407,6 e 120,8; 448,4 e 96,4;  
1093 421,0 e 101,0 g, respectivamente). Para a FDN, o pool ruminal de animais alimentados  
1094 com os tratamentos OUB e SS foi inferior ( $P \leq 0,007$ ) quando comparado ao FCT (Tabela  
1095 5).

1096 As taxas de ingestão e de passagem, tanto da MS quanto da FDN ( $h^{-1}$ ) não foram  
1097 influenciadas pelos tratamentos (Tabela 5). No entanto, os animais submetidos às dietas  
1098 a base de OUB e SM apresentaram maior ( $P<0,05$ ) taxa de degradação da MS em relação  
1099 àqueles compostos por FCT e a SS. Para a taxa de degradação da FDN, o maior ( $P\leq 0,02$ )  
1100 valor observado foi para o tratamento com SM quando comparado ao tratamento com  
1101 MUB.

### 1102 3.3. Parâmetros ruminais

1103 Não houve interação tempo e tratamento para os valores de pH ruminal. Os  
1104 animais que receberam dietas à base de FCT apresentaram valor médio de pH ruminal  
1105 superior aos que consumiram aquelas contendo MUB e OUB. Ao se avaliar a variação  
1106 dos valores de pH ao longo dos tempos de coleta verificou-se efeito quadrático com valor  
1107 mínimo estimado em 6,38 às 3,79 horas após a alimentação (Tabela 6).

1108 Houve interação tempo e tratamento para as concentrações de NAR. Foram  
1109 observadas maiores ( $P<0,01$ ) concentrações de NAR nos animais submetidos às dietas  
1110 com MUB e OUB (Tabela 7). As concentrações máximas de NAR nos animais dos  
1111 tratamentos MUB, OUB, SM e SS foram de 35,4; 41,8; 17,92 e 26,49 (mg/dL) estimadas  
1112 às 2,02; 2,97; 3,01 e 2,87 horas após a alimentação matinal. Para os animais do tratamento  
1113 FCT não houve efeito do tempo sobre a concentração de NAR (14,33 mg/dL, Figura 1).

1114 Houve interação entre tempo e tratamento ( $P<0,01$ ) sobre as concentrações dos  
1115 ácidos graxos voláteis (AGVs). A concentração dos AGVs foi maior ( $P<0,05$ ) para os  
1116 animais que receberam a MUB e OUB em comparação aos que foram alimentados com  
1117 os demais volumosos (Figura 2).

1118

1119

#### 1120 **4. Discussão**

1121 O maior consumo de MS observado para MUB em relação a SS pode ser atribuído  
1122 ao alto teor de CNF presentes na palma miúda (FERREIRA et al., 2012). Já os consumos  
1123 de MO, PB e MOD seguiram o mesmo comportamento obtido para o consumo de MS.

1124 As propriedades físicas e químicas dos alimentos, como a concentração de FDN,  
1125 o tamanho de partícula e a umidade podem ocasionar limitações no consumo de MS  
1126 (MERTENS, 1997). Em termos qualitativos, vale salientar que a SS apresentou baixos  
1127 teores de MS e CNF (230 g/kg de MN; e 164 g/kg de MS) e elevado teor de FDN (676  
1128 g/kg de MS; Tabela 1) em relação aos valores encontrados (280; 295 e 563 g/kg,  
1129 respectivamente) por Valadares Filho et al. (2017). Provavelmente, o baixo teor de MS  
1130 da silagem de sorgo deve-se ao corte do material na fase de emborrachamento dos grãos,  
1131 e os baixos teores de CNF e altos de FDN devido à variedade de sorgo forrageiro utilizada,  
1132 que apresenta baixa proporção de grãos.

1133 Os processos de conservação de forragem na forma de ensilagem proporcionam  
1134 alterações acentuadas na composição química da forragem e, de acordo com a intensidade  
1135 dessas alterações, o valor nutritivo e a qualidade da forragem conservada diminuem  
1136 (REIS et al., 2008). O baixo teor de MS observado na SS pode ter propiciado inadequada  
1137 fermentação láctica e acética, favorecendo, assim, a formação de ácido butírico e forte odor  
1138 desagradável na silagem (RAMOS et al., 2001; SOUSA 2003), contribuindo para redução  
1139 do consumo.

1140 Foi observada menor taxa de degradação da MS para o FCT em relação à OUB e  
1141 à SM. Ao contrário dos açúcares, amido e pectinas presentes na palma, que são  
1142 degradados rapidamente, os carboidratos não-fibrosos apresentam taxas lentas de  
1143 digestão ruminal. Portanto, pode-se inferir que dietas com alta proporção de FCT (70%)

1144 propiciam maior tempo de permanência no rúmen, e em virtude da extensa ação dos  
1145 microrganismos sobre o alimento, a degradabilidade da fibra pode ser potencializada  
1146 (SIQUEIRA et al., 2017), como verificado no presente estudo (Tabela 5).

1147 Menezes et al. (2010) avaliaram a utilização da cana-de-açúcar (*Saccharum*  
1148 *officinarum* L.) *in natura* ou ensilada e silagem de milho em dietas para bovinos de  
1149 corte confinados e observaram maiores taxas de digestão da MS e da FDNcp para os  
1150 animais alimentados com SM. Igualmente, ao avaliarem diferentes cultivares de palma  
1151 forrageira, Batista et al. (2009) verificaram alta degradabilidade ruminal da MS,  
1152 explicada pelo alto conteúdo de carboidratos não estruturais e baixo teor de lignina,  
1153 resultados verificados também neste estudo para a MUB e a OUB.

1154 Os mecanismos responsáveis pela regulação do pH ruminal são os fisiológicos  
1155 (ASCHENBACH et al., 2011), como a secreção de saliva, e os comportamentais  
1156 (GONZÁLEZ et al., 2012). O pH ruminal médio de 6,53 (Tabela 6) manteve-se dentro  
1157 dos níveis preconizados como ideais, segundo Hoover (1986), para atividade das  
1158 bactérias celulolíticas e para degradação da fibra (6,2 a 7,0), o que se justifica pela  
1159 presença de fibra fisicamente efetiva dos volumosos (bagaço de cana-de-açúcar (BC),  
1160 FCT, SM e SS). Dietas ricas em volumosos propiciam maior atividade mastigatória, o  
1161 que, por sua vez, estimula a salivacção e a liberação de tamponantes que neutralizam os  
1162 ácidos produzidos pela matéria orgânica fermentescível (ALLEN, 1996) evitando, desta  
1163 forma, mudanças bruscas de pH ruminal (Tabela 6).

1164 O pH mínimo foi de 6,38, atingido às 3,79 horas após o fornecimento da  
1165 alimentação matinal. Quando o fornecimento da dieta é realizado duas vezes ao dia, as  
1166 refeições que se seguem à distribuição do alimento são as mais importantes e duram de 1  
1167 a 3 horas cada (FISCHER et al., 1998). Assim, a ingestão de alimento por unidade de

1168 volume ruminal é maior (VALADARES FILHO; PINA, 2011), resultando na queda do  
1169 pH ruminal logo após o fornecimento da dieta matinal (Tabela 6).

1170 A concentração de N amoniacal é importante para o crescimento microbiano, e a  
1171 eficiência de utilização pelos microrganismos está diretamente relacionada à degradação  
1172 da matéria orgânica fermentável no rúmen e à quantidade de substrato disponível. As  
1173 maiores concentrações de NAR observadas quando fornecidas às dietas contendo MUB  
1174 e OUB estão relacionadas à maior disponibilidade de NNP (20 e 19 g/kg de MS; Tabela  
1175 3), via ureia, apresentando valores de 26,68 e 27,73 (mg/dL, respectivamente, Tabela 7).  
1176 Em condições tropicais, a concentração de N no ambiente ruminal entre 8 e 15 mg/dL é  
1177 suficiente para potencializar o consumo e a degradação da FDN (DETMANN et al.,  
1178 2009). Nestas condições, pode-se ressaltar que os microrganismos ruminais cresceram de  
1179 forma eficiente, uma vez que todos os valores obtidos para o N amoniacal foram  
1180 satisfatórios.

1181 Em relação aos tempos de coleta, a concentração de N amoniacal foi diferente, e  
1182 este resultado possivelmente pode estar relacionado à qualidade da fibra e a fonte de N  
1183 utilizado nas dietas (VAN SOEST, 1994), uma vez que a síntese microbiana e a utilização  
1184 da ureia dependem da taxa de digestão dos carboidratos, sendo este último o principal  
1185 fator controlador da energia disponível para que ocorra esse processo. Mehrez e Orskov  
1186 (1977) afirmaram que a concentração de  $\text{NH}_3$  de 23 mg/dL<sup>-1</sup> líquido seria ótima para obter  
1187 máxima taxa de fermentação. Posteriormente, Leng (1990) determinou que a faixa ideal  
1188 para maximizar o crescimento microbiano está entre 10 a 20 mg/dL<sup>-1</sup>.

1189 Normalmente, o pico na concentração de amônia para dietas com ureia é  
1190 observado cerca de uma a duas horas após o fornecimento da dieta (VALADARES  
1191 FILHO; PINA, 2011). As concentrações máximas nos animais para MUB, OUB, SM e  
1192 SS foram de 35,4; 41,8; 17,92 e 26,49 (mg/dL) estimadas às 2,02; 2,97; 3,01 e 2,87 horas

1193 após a alimentação matinal. Não houve efeito do tempo quando o FCT foi utilizado (14,33  
1194 mg/dL).

1195 Assim, levando-se em consideração a elevada taxa de degradação da ureia, fontes  
1196 de energia de alta degradabilidade ruminal como a palma forrageira (BATISTA et al.,  
1197 2009), maximizam a utilização da amônia e, comprovando o sincronismo entre  
1198 fermentação de CNF e utilização de amônia pelos microrganismos ruminais, favorecendo  
1199 desta forma o crescimento da microbiota.

1200 Apesar de apresentarem semelhanças no perfil de AGVs entre as palmas estudadas  
1201 (Tabela 8), a maior concentração de AGVs ( $\mu\text{Mol/mL}$ ) observada para o tratamento OUB  
1202 provavelmente pode ser atribuída à maior quantidade de açúcares totais presentes na  
1203 mesma (Tabela 2), em relação à MUB. Os açúcares, em função da sua elevada taxa de  
1204 fermentação, propiciam aumento na concentração AGVs e, conseqüentemente, o pH  
1205 ruminal diminui (WEISBJERG et al., 1998), como verificado no presente estudo, uma  
1206 vez que os animais que receberam o tratamento OUB apresentaram menor pH ruminal  
1207 (6,32;Tabela 6) e maior concentração molar para acetato e propionato (Figura 2). Neste  
1208 sentido, resultado semelhante foi verificado no trabalho de Oba et al. (2015), em que a  
1209 concentração total de AGVs aumentou com as doses ruminais de sacarose ou lactose,  
1210 quando comparado com dietas ricas em amido.

1211 Apesar de apresentarem alto percentual de carboidratos de rápida digestão (Tabela  
1212 3), a MUB apresenta maior teor de amido (289,6 g/100 g; Tabela 2) em relação à OUB.  
1213 Segundo Oba et al. (2015), é esperado uma taxa de fermentação mais lenta para o amido,  
1214 quando comparado à sacarose ou lactose, o que, por sua vez, poderia justificar esse  
1215 comportamento observado para MUB.

1216 De acordo com o exposto, e na tentativa de propor melhorias para a viabilidade  
1217 econômica nos sistemas de produção do Semiárido, levando em consideração a venda de  
1218 forragem e a consequente aquisição por altos valores pelos produtores, o resultado do  
1219 estudo mostra a importância da renovação dos palmais com genótipos resistentes à  
1220 cochonilha do carmim, uma vez que, de acordo com os preços atuais de mercado, o kg de  
1221 MS para MUB, OUB, FCT, SM e SS ficaram em: \$0,73; 0,73; 1,29; 1,16; e 1,16,  
1222 respectivamente. Assim, antes de tudo, o produtor rural precisa ser um agricultor  
1223 qualificado, buscando garantir uma maior produção de forragem em quantidade e  
1224 qualidade a menores custos.

1225

## 1226 **5. Conclusão**

1227 Em função da alta taxa de degradação, maior consumo de energia, pouca alteração  
1228 no pH e maior produção de ácidos graxos voláteis, recomenda-se a utilização da palma  
1229 associada ao bagaço de cana-de-açúcar e ureia em dietas para ovinos.

1230

1231

1232

1233

1234

1235

1236

1237

1238

1239

## REFERÊNCIAS

- 1240  
1241  
1242 ALLEN, M.S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the  
1243 requirement for physically effective fiber. **J. Dairy Sci.** 80, 1447– 1462, 1996.  
1244  
1245 ALLEN, M.S.; LINTON, J.A.V. In vivo methods to measure digestibility and digestion  
1246 kinetics of feed fractions in the rumen. In: Rennó, F.P., Silva, L.F.P. (Eds.), **Proceedings**  
1247 **of the Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de**  
1248 **Ruminantes**. Pirassununga, São Paulo, Brasil, pp72–89, 2007.  
1249  
1250 ANDRADE-MONTEMAYOR, H.M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-  
1251 GASCA, T.; KAWAS, J.R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the  
1252 case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Rumin. Res.**  
1253 98, pp. 83–92, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.smallrumres.2011.03.023>.  
1254  
1255 ASCHENBACH, J.R.; PENNER, G.B.; STUMPF, F.; GÄBEL, G. Ruminant nutrition  
1256 symposium: Role of fermentation acid absorption in the regulation of ruminal pH. **J.**  
1257 **Anim. Sci.** 89, pp. 1092-1107, 2011.  
1258  
1259 BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B.; SANTOS, D.C.;  
1260 DUBEUX JUNIOR, J.B.; MUSTAFA, A.F. Chemical composition and ruminal  
1261 degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecol &**  
1262 **Manag.** 62, 3, pp. 297-301, 2009.  
  
1263 BEN SALEM, H. (supl. especial). Nutritional management to improve sheep and goat  
1264 performances in semiarid regions. **Rev. Bras. Zootec.** 39, pp. 337-347, 2010.  
1265  
1266 DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. **Métodos para análise de**  
1267 **alimentos**. Visconde do Rio Branco, MG, 2012.  
  
1268 DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous  
1269 carbohydrates in feeds and diets. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** 62, pp. 980-984, 2010.  
  
1270 DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C.; VALADARES FILHO, S.C.;  
1271 SAMPAIO, C.B.; SOUZA, M. A. de; LAZZARINI, I.; DETMANN, K.S.C.  
1272 Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using  
1273 Michaelis-Menten kinetics. **Livest Sci.** 126, pp. 136-146, 2009.  
1274  
1275 FERREIRA, M.A.; BISPO, S.V.; ROCHA FILHO, R.R.; URBANO, S.A.; COSTA,  
1276 C.T.F. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: Petr  
1277 Konvalina. (Org.), **Organic Farming and Food Production**. InTech, South Bohemia,  
1278 pp. 1- 22, 2012.  
  
1279 FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DESPRES, L.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J. F. P.  
1280 Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Rev. Bras. Zootec.** 27, pp.  
1281 362-369, 1998.  
1282  
1283 GUEVARA, J.C.; SUASSUNA, P.; FELKER, P. Opuntia forage production systems:  
1284 Status and prospects for rangeland application. **Rangel. Ecol. Manag.** 62, pp. 428–434,  
1285 2009. <https://doi.org/10.2111/08-226.1>.  
1286

- 1287 GONZÁLEZ, L.A.; MANTECA, X.; CALSAMIGLIA, S.; SCHWARTZKOPF-  
1288 GENSWEIN, K.S.; FERRET, A. Ruminant acidosis in feedlot cattle: Interplay between  
1289 feed ingredients, rumen function and feeding behavior (a review). **Anim. Feed Sci.**  
1290 **Technol.** 172, pp. 66-79, 2012.
- 1291 HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **J. Dairy Sci.** 69,  
1292 pp. 2755–2766, 1986.
- 1293 LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor - quality” forages by ruminants  
1294 particularly under tropical conditions. **Nutr Res Rev.** 3, 3, pp. 277-303, 1990.
- 1295 MARENGO, J.A.; ALVES, L.M.; BESERRA, E.A.; LACERDA, F.F. Variabilidade e  
1296 mudanças climáticas no semiárido brasileiro. In: Medeiros, S.S., Gheyi, H.R., Galvão,  
1297 C.O., Paz, V.P.S (Ed.) **Recursos hídricos em regiões áridas e semiáridas.** Campina  
1298 Grande, PB: Instituto Nacional do Semiárido, pp. 385-422, 2011.
- 1299  
1300 MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for  
1301 determining the digestibility of feeds in the rumen. **J Agric Sci.** 88, 3, pp. 437- 443,  
1302 1977.
- 1303  
1304 MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **J.**  
1305 **Dairy Sci.** 80, pp. 1463–1481, 1977.
- 1306 OBA, M.; MEWIS, J.L.; ZHINING, Z. Effects of ruminal doses of sucrose, lactose, and  
1307 corn starch on ruminal fermentation and expression of genes in ruminal epithelial cells.  
1308 **J. Dairy Sci.** 98, pp. 586–594, 2015. <https://doi.org/10.3168/jds.2014-8697>.
- 1309  
1310 OLIVEIRA, J.P.F., ANDRADE FERREIRA, M., ALVES, A.M.S.V., MELO, A.C.C.,  
1311 ANDRADE, I.B., URBANO, S.A., SUASSUNA, J.M.A., BARROS, L.J.A., MELO, T.T.  
1312 de B. Carcass characteristics of lambs fed spineless cactus as a replacement for sugarcane.  
1313 **Asian-Australasian J. Anim. Sci.** 31, pp. 529–536, 2018. <https://doi.org/10.5713/ajas.17.0375>.
- 1314  
1315  
1316 RAMOS, B.M.O.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Digestibilidade da matéria  
1317 seca, matéria orgânica e proteína bruta da silagem de girassol em dois estágios vegetativos  
1318 com e sem adição de casca de soja em ovinos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE  
1319 BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba. **Anais...Piracicaba: Sociedade**  
1320 **Brasileira de Zootecnia,** pp.1067-1069, 2001.
- 1321 REIS FILHO, R.J.C.; OLIVEIRA, F. Z. **Opções de produção de alimentos para a**  
1322 **pecuária de Pernambuco – Uso das áreas irrigadas.** In: Fórum Permanente de  
1323 Convivência Produtiva com as Secas, Recife, Pernambuco: Sebrae/PE, 2014.
- 1324 REIS, R.A.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, M.T.P.; ROTH, A.P.T.P. Fatores que afetam o  
1325 consumo de forragens conservadas. In: JOBIM, C.C.; CECATO, U.; CANTO, M.W.  
1326 (Eds.). **Produção e utilização de forragens conservadas.** Masson, Maringá, PR. pp. 9-  
1327 40, 2008.
- 1328  
1329 SAS Institute Inc. **SAS/STAT(r) 9.2 User’s Guide.** SAS Institute Inc., Cary, NC, 2008.  
1330

1331 SIQUEIRA, M.C.B.; FERREIRA, M.A.; MONNERAT, J.P.I.S.; SILVA, J.L.; COSTA,  
1332 C.T.F.; CONCEIÇÃO, M.G.; ANDRADE, R.P.A.; BARROS, L.J.A.; MELO, T.T.B.  
1333 Optimizing the use of spineless cactus in the diets of cattle: Total and partial digestibility,  
1334 fiber dynamics and ruminal parameters. *Anim. Feed Sci. Technol.* 226, pp. 56-64, 2017.  
1335  
1336 SOUSA, A.L., BERNARDINO, F.S., GARCIA, R., PEREIRA, O.G., ROCHA, F.C.,  
1337 PIRES, A.J.V. Valor Nutritivo de Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*  
1338 *Schum.*) com Diferentes Níveis de Casca de Café. *Rev. Bras. Zootec.* 32, pp. 828-833,  
1339 2003.  
1340  
1341 VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.  
1342 F.; MAGALHÃES, K. A.; ROCHA JÚNIOR, V. R.; CAPELLE, E. R. CQBAL 3.0.  
1343 **Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos.** Disponível em:  
1344 <http://www.ufv.br/cqbal>. Acesso em 20 jan. 2017.  
1345  
1346 VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. IN: BERCHIELLI,  
1347 T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.) **Nutrição de ruminantes.** second.ed. Funep.:  
1348 Jaboticabal pp.161-189, 2011.  
1349  
1350 VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*, second ed. Cornell University  
1351 Press, Ithaca, 1994.  
1352  
1353 WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T.; BIBBY, B.M. Hydrolysis and fermentation rate  
1354 of glucose, sucrose and lactose in the rumen. *Acta Agric. Scand. A Anim. Sci.* 48, pp.  
1355 12–18, 1998. <https://doi.org/10.1080/09064709809362398>.  
1356  
1357  
1358  
1359  
1360  
1361  
1362  
1363  
1364  
1365  
1366  
1367  
1368  
1369  
1370  
1371  
1372  
1373  
1374  
1375  
1376  
1377  
1378  
1379

1380 **Tabela 1.** Composição química dos ingredientes.

Item	<i>Ingredientes</i>							
	PM	POEM	BC	FCT	SM	SS	MM	FS
Matéria seca (g/kg)	116	122	911	838	249	230	879	888
Matéria orgânica	876	887	954	914	940	917	983	929
Proteína bruta	34,0	40,0	11,0	92,0	89,0	60,0	76,0	497
PIDN	9,2	9,3	8,5	39,5	12,7	13,1	1,22	138
FDNcp	260	302	823	728	590	676	142	141
FDNi	97,0	119	456	296	181	229	16,0	14,0
CNF	568	532	114	89,0	245	164	724	279

PIDN = proteína bruta indigestível; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; FDNi = fibra em detergente neutro indigestível; CNF = carboidratos não-fibrosos. PM = palma miúda; POEM = palma orelha de elefante Mexicana; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo; MM = milho moído; FS = farelo de soja.

**Tabela 2.** Concentração de açúcares e amido de variedades de palma forrageira

Item	PM	POEM
	(g/100 g)	
Frutose	30,8	61,7
Glicose	34,0	43,0
Sacarose	20,9	22,4
Açúcares totais	85,6	127,1
Amido	289,6	188,1

1381 PM = palma miúda; POEM = palma orelha de elefante Mexicana.

1382

1383

1384

1385

1386

1387

1388

1389

1390

1391 **Tabela 3.** Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Item	<i>Dietas</i>				
	MUB	OUB	FCT	SM	SS
<b>Ingredientes (g/kg MS)</b>					
Palma miúda	379	--	--	--	--
Palma O.E.M.	--	375	--	--	--
Feno de capim Tifton	--	--	694	--	--
Silagem de milho	--	--	--	692	--
Silagem de sorgo	--	--	--	--	683
Milho moído	175	175	175	175	175
Farelo de soja	115	115	115	115	115
Bagaço de cana-de-açúcar	295	300	--	--	--
Ureia/S.A. <sup>a</sup>	20	19	00	02	11
Suplemento mineral <sup>b</sup>	11	11	11	11	11
Sal comum	5	5	5	5	5
Volumoso	694	694	694	694	694
Concentrado	306	306	306	306	306
<b>Composição química (g/kg MS)</b>					
MS (g/kg de MN)	253	267	853	323	300
MO	893	898	913	929	906
MM	107	102	865	704	942
PB	140	139	134	137	141
EE	15,3	15,7	12,3	18,9	20,2
FDN	382	401	546	449	503
FDNi	176	185	209	129	161
CNF	386	375	220	374	283
NDT*	712	664	582	641	626

<sup>a</sup>Proporção entre ureia e sulfato de amônio (SA): 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônio; <sup>b</sup>Composição química do suplemento mineral: Ca – 120 g/kg, P– 87 g/kg, S – 18 g/kg, Mg – 1300 mg/kg, Na – 147 g/kg, Co– 40 mg/kg, Cu – 590 mg/kg, I – 80 mg/kg, Se – 15 mg/kg, Zn - 3800 mg/kg, F (máx.) – 870 mg/kg; MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo.\*NDT = nutrientes digestíveis totais.

1392

1393

1394

1395

1396 **Tabela 4.** Consumo de matéria seca e seus constituintes em ovinos alimentados com  
 1397 dietas contendo diferentes volumosos.

Itens	<i>Dietas</i>					EPM	P-valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
Matéria seca <sup>1</sup>	1024 a	888 ab	993 ab	983 ab	782 b	51,1	0,03
Matéria seca (g/kg PC) <sup>2</sup>	26,4 ab	24,3 ab	27,1 a	26,0 ab	20,3 b	38,80	0,02
Matéria orgânica <sup>1</sup>	903,8 a	792,4ab	906,6 a	913,0a	705,8b	46,3	0,03
Proteína bruta <sup>1</sup>	161 a	137 ab	145 ab	142 ab	117 b	19,8	<0,01
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	334 bc	310 c	525 a	422 ab	381 bc	24,3	<0,01
Carboidrato não-fibroso <sup>1</sup>	433,0 a	360,8ab	208,6 c	326,6b	205,6c	18,5	<0,01
Matéria orgânica digestível <sup>1</sup>	670 a	550 ab	594 ab	614 ab	469 b	39,7	0,04

1398 Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de  
 1399 probabilidade do erro Tipo 1.

1400 1.gramas por dia; 2. Gramas por quilograma de peso corporal. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB  
 1401 = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de  
 1402 milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

1403

1404

1405

1406

1407

1408

1409

1410

1411

1412

1413

1414

1415

1416

1417

1418

1419

1420 **Tabela 5.** Valores médios para pool ruminal e taxas de ingestão ( $K_i$ ), de passagem ( $K_p$ )  
 1421 e de digestão ( $K_d$ ) de MS e FDN e taxa de passagem da FDNi ( $K_{pi}$ ) de dietas a base de  
 1422 diferentes volumosos em ovinos.

Item	<i>Dietas</i>					EPM	<i>P</i> -valor
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		
Pool ruminal (g)							
MS	504,6 ab	407,6 b	593,2 a	448,4 b	421,0 b	25,2	<0,01
FDN	303,6 ab	251,0 b	383,8 a	292,0 ab	278,4 b	20,6	<0,01
FDNi	142,2 ab	120,8 b	177,8 a	96,4 b	101,0 b	10,42	<0,01
ms (h <sup>-1</sup> )							
$K_i$	0,0850	0,0930	0,0716	0,0934	0,0810	0,005	0,05
$K_p$	0,0306	0,0342	0,0356	0,0372	0,0394	0,002	0,20
$K_d$	0,0548 ab	0,0584 a	0,0360 c	0,0566 a	0,0418 bc	0,001	<0,01
fdn (h <sup>-1</sup> )							
$K_i$	0,0462	0,05340	0,0590	0,0616	0,0594	0,003	0,07
$K_p$	0,0210	0,0236	0,0250	0,0260	0,0268	0,008	0,29
$K_d$	0,0254 b	0,0296 ab	0,0344 ab	0,0360 a	0,0328 ab	0,002	0,02
$K_{pi}$	0,0426	0,0492	0,0477	0,0541	0,0538	0,004	0,34

1423 MS = matéria seca; FDN = fibra detergente neutra; FDNi = fibra detergente neutro indigestível. MUB = palma  
 1424 miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim  
 1425 Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.

1426

1427

1428

1429 **Tabela 6.** Efeitos de tratamento e tempo de coleta sobre os valores de pH ruminal em  
1430 ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.

Item	Dietas					EPM	P-valor		
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		Trat.	Tempo	Trat. x T
pH	6,50 b	6,32 c	6,65 a	6,62 ab	6,56 ab	0,101	0,02	<0,01	0,73
<i>Tempo de coleta</i>									
	0h	2h	4h	6h	EPM	Linear <0,01	P-valor		
	6,80	6,44	6,42	6,51			0,088	Quadrático 0,03	

1431 Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de  
1432 probabilidade do erro Tipo 1. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante  
1433 Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo.  
1434 EPM = erro padrão da média.

1435  
1436

1437 **Tabela 7.** Concentração de nitrogênio amoniacal (NAR, mg dL<sup>-1</sup>) em ovinos alimentados  
1438 com dietas contendo diferentes volumosos.

NAR (mg dL <sup>-1</sup> )									
	Dietas					EPM	P-valor		
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		Trat	Tempo	Trat x T
	26,6 a	27,7 a	14,3 b	14,0 b	18,66 b	2,81	<0,01	<0,01	<0,01

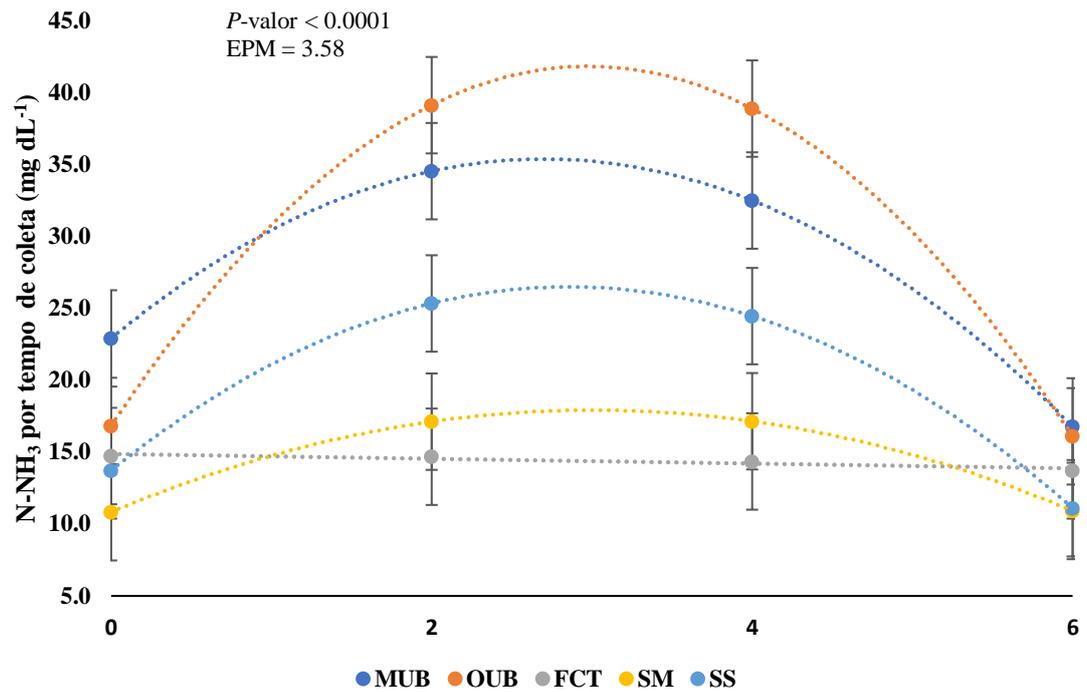
1439 Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha diferem pelo teste de Tukey ao nível de 5% de  
1440 probabilidade do erro Tipo 1. MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante  
1441 Mexicana + ureia + bagaço; FCT = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo.  
1442 EPM = erro padrão da média.

1443

**Tabela 8.** Concentrações médias dos ácidos graxos voláteis de ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos (µMol/mL).

Parâmetros	Dietas					EPM	P-valor		
	MUB	OUB	FCT	SM	SS		Trat.	Tempo	Trat.x Tempo
Acetato (A)	49,06	45,33	36,36	35,47	39,21	4,17	<0,01	<0,01	<0,01
Propionato(P)	14,70	14,01	7,19	7,64	8,81	1,04	<0,01	<0,01	<0,01
Butirato	7,88	6,50	3,95	4,40	3,73	0,83	<0,01	<0,01	<0,01
Relação A:P	3,33	3,23	5,05	4,64	4,45	0,25	<0,01	<0,01	<0,01

1444 MUB = palma miúda + ureia + bagaço; OUB = palma orelha de elefante Mexicana + ureia + bagaço; FCT  
1445 = feno de capim Tifton; SM = silagem de milho; SS = silagem de sorgo. EPM = erro padrão da média.  
1446



1447

1448

1449

1450

**Figura 1.** Concentração de nitrogênio amoniacal ao longo dos tempos de coleta (mg NAR/dL<sup>-1</sup>) em ovinos alimentados com dietas contendo diferentes volumosos.

1451

1452

MUB -  $y = -1,7088x^2 + 9,2325x + 22,91$ ; OUB -  $y = -2,8188x^2 + 16,793x + 16,82$ ; SM -  $y = -0,7837x^2 + 4,7175x + 10,82$ , SS -  $y = -1,5606x^2 + 8,9253x + 13,73$ .

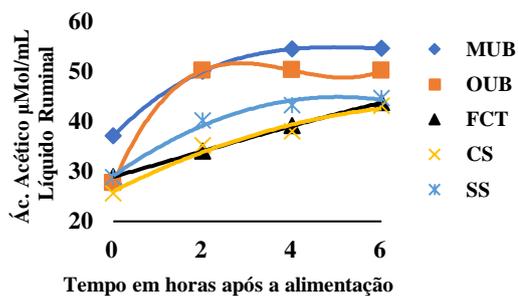
1453

1454

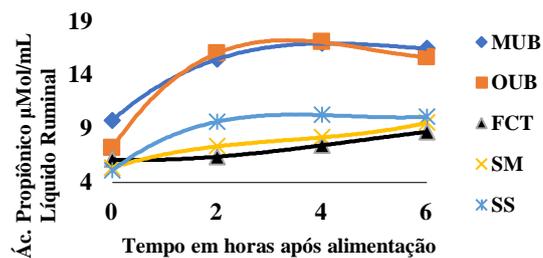
1455

1456

1457 A

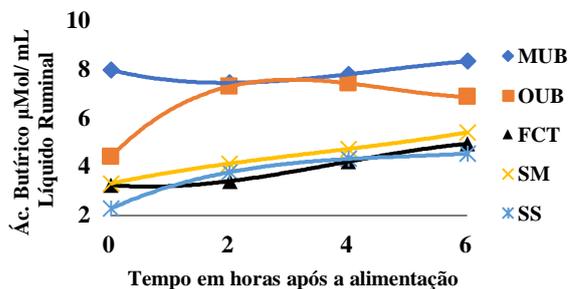


B

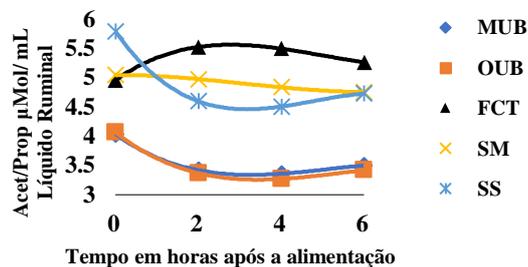


1458

1459 C



D



1460

1461

1462

1463 **Figura 2.** Concentração molar ruminal de acetato (A), propionato (B) e  
1464 butirato (C) e relação A:P (D) em ovinos alimentados com dietas contendo  
1465 diferentes volumosos, em função dos tempos de coleta.

1466

1467

1468

1469

1470

1471

1472

1473

1474

1475

1476

1477

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

1478  
1479  
1480

1481           As condições edafoclimáticas de regiões semiáridas, em especial do Nordeste  
1482 brasileiro, não permitem o cultivo racional de forrageiras tradicionalmente utilizados na  
1483 forma conservada. Porém, é comum encontrar na literatura autores recomendando o  
1484 cultivo de milho, em menor escala e, principalmente, o sorgo, para solucionar a escassez  
1485 de forragem nessas regiões. Também não são raros na literatura relatos sobre as causas  
1486 da não utilização de forrageiras conservadas, como falta de conhecimento do produtor,  
1487 falhas no processo de difusão de tecnologias, dentre outros. Porém, ao confrontarmos a  
1488 precipitação média da maioria dos municípios que compõem as principais bacias leiteiras  
1489 do Nordeste (na sua maioria localizadas no Semiárido) verifica-se que dificilmente  
1490 atenderão à exigência de água das culturas nos diferentes estágios de desenvolvimento,  
1491 inviabilizando a produção de forrageiras para conservação.

1492           A última estiagem vivenciada no Semiárido brasileiro provocou uma série de  
1493 mudanças no setor agropecuário, principalmente nos sistemas de produção de leite. A  
1494 principal delas, diante da grande demanda de alimentos volumosos, foi o surgimento de  
1495 um mercado visando à produção comercial de forragem. Esses volumosos passaram a ser  
1496 comercializados em feiras livres ou na forma de encomenda, principalmente no estado de  
1497 Pernambuco, o que parece ter sido um dos fatores que ajudou na recuperação da produção  
1498 de leite do estado, porém a preços exorbitantes, fora da realidade, aumentando  
1499 significativamente os custos de produção. Recentemente (2016) foi realizado um  
1500 levantamento dos principais componentes do custo de produção de leite na principal bacia  
1501 leiteira de Pernambuco, a região Agreste, e ficou constatada uma premente necessidade  
1502 no aumento de produção, principalmente do fator terra. Considerando o bioma em que  
1503 esses sistemas de produção estão inseridos, a Caatinga, com suas particularidades,

1504 principalmente o baixo potencial de produção de biomassa, quer seja por intermédio de  
1505 pasto, capins para corte ou forrageiras conservadas e o alto valor de mercado de  
1506 volumosos, a palma forrageira passa a ser um recurso estratégico e essencial para  
1507 viabilizar esse aumento na produtividade da terra e sustentabilidade dos sistemas.

1508 Os resultados do presente estudo mostraram que a utilização de palma associada  
1509 a uma fonte de fibra disponível e barata (bagaço de cana-de-açúcar) mais uma fonte de  
1510 nitrogênio (ureia e sulfato de amônio) de menor custo relativo (R\$/kg de PB), pode ser  
1511 considerado como um pacote tecnológico extremamente simples, de alta aplicabilidade,  
1512 que poderá resolver a médio e longo prazos a escassez de forragens nas regiões  
1513 semiáridas.

1514

1515

1516

1517

1518