



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

**MAXIMIZAÇÃO DE DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CANA-
DE-AÇÚCAR PARA OVINOS**

DARLAN SILVA DOS SANTOS

RECIFE - PE
FEVEREIRO - 2020

DARLAN SILVA DOS SANTOS

**MAXIMIZAÇÃO DE DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CANA-
DE-AÇÚCAR PARA OVINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição Animal

Comitê de orientação:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Orientador principal

Prof^a. Dr^a Antonia Sherlânea Chaves Vêras

Dr^a. Maria Gabriela da Conceição

**RECIFE - PE
FEVEREIRO – 2020**

DARLAN SILVA DOS SANTOS

**MAXIMIZAÇÃO DE DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CANA-
DE-AÇÚCAR PARA OVINOS**

Dissertação defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 21 de fevereiro de
2020

Orientador:

Prof. Dr Marcelo de Andrade Ferreira

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Departamento de Zootecnia

Examinadores:

Prof^ª. Dr^a Luciana Felizardo Pereira Soares

Universidade Federal Rural de Pernambuco

Departamento de Zootecnia

Prof^ª. Dr^a Maria Josilaine Matos dos Santos Silva

Universidade Federal de Alagoas - *Campus Arapiraca*

Departamento de Zootecnia

RECIFE - PE

FEVEREIRO – 2020

BIOGRAFIA

Darlan Silva dos Santos, Filho de Maria Elta Silva dos Santos e Claudení José dos Santos, nasceu em 17 de setembro de 1993, em Arapiraca, Alagoas. No ano de 2012 ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Alagoas (UFAL), *Campus* Arapiraca, foi bolsista do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/CNPq). Em julho de 2017 concluiu o curso, obtendo o título de Zootecnista em agosto de 2018. Em março de 2018, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), concentrando seus estudos na área de Nutrição Animal, tendo, em 21 de fevereiro de 2020, submetido à defesa da presente dissertação.

A DEUS, grande arquiteto do universo.

A meus pais, Maria Elta Silva dos Santos e Claudení José dos Santos, meus irmãos(as), Luan, Lucas, Darlene e Camilla, as minhas avós Genira Gomes de Lima e Antonia Bispo dos Santos (in memorian), a Cícera Gomes de Lima (in memorian), Cicero dos Santos (in memorian), Pastora Bispo da Silva (in memorian) Luzinete Alves (in memorian), por tudo que me ensinaram ao longo da minha jornada pela vida, pelo companheirismo, amor, carinho, confiança depositada e tudo que me foi acrescentado por estar ao lado dessas pessoas maravilhosas. A todos os meus amigos pela força e orações.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A meu orientador, Marcelo de Andrade Ferreira, por todas as experiências e conhecimentos passados, além dos conselhos valiosos de vida, por ser compreensível, amigo e pai nas horas certas.

As minhas coorientadoras, Maria Gabriela e Antonia Sherlânea, pelo fornecimento dos dados e por toda a ajuda para que eu pudesse encerrar mais uma etapa muito importante da minha vida.

Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelo incentivo na construção do conhecimento.

Ao “GRUPO DA FIRMA” pela parceria e compartilhamento de conhecimentos.

Aos meus colegas Robert e Gláucia, por todo conhecimento de nutrição de ruminantes passado, por ter me ajudado bastante com suas dicas de laboratório e estatística e conselhos dentro da Pós-Graduação. Minha eterna gratidão.

À professora Josilaine Matos e seu esposo Agnaldo, por terem me acolhido em sua casa ao iniciar a pós-graduação e por toda força que deram!

Aos amigos do Bloco E, Ap 301, Edneide, Paulo, Janiele e Emanuele, pelo companheirismo e convivência.

Ao “GRUPO DA PINGA”, nos amigos Robert, Ana, Michelle, Gláucia, Juliana, Diego, Joelson e Paulo, por terem proporcionado tantos momentos bons de descontração. Vocês são demais!

Aos colegas que o mestrado me proporcionou, que direta ou indiretamente incentivaram e contribuíram para o meu sucesso, em especial, Leandro, Nágila, Alessandra, Carol, Ivson, Elis, Claudineide, Seu Pedro e Alisson, por todos os momentos felizes e palavras amigas.

A UFRPE, não só pela oportunidade de cursar o mestrado, mas por tudo que tem me proporcionado.

A CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, por ser esse apoiador e incentivador da pesquisa no país.

Muito OBRIGADO a todos!

"Buscai, o Reino de Deus e a sua justiça, e todas suas necessidades vos serão dadas por acréscimo".
(Mateus 6, 24-34)

"A vida em todas as manifestações é uma sucessão de testes e exames a que são submetidos os aprendizes da evolução".
(Joanna de Ângelis)

"Tudo flui e nada permanece"
(Heráclito)

SUMÁRIO

CAPITULO I

LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE FIGURAS	x
RESUMO.....	16
ABSTRACT	17
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	11
REFERÊNCIAS	14
CAPITULO 1	15
MAXIMIZAÇÃO DE DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CANA-DE- AÇÚCAR PARA OVINOS	15
INTRODUÇÃO.....	18
MATERIAL E MÉTODOS.....	19
RESULTADOS	24
DISCUSSÃO	27
REFERÊNCIAS	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Teor nutricional nos ingredientes das dietas.....	20
Tabela 2. Proporções dos ingredientes e composição nutricional das dietas	21
Tabela 3. Consumo de matéria seca e nutrientes e equações de regressão.....	24
Tabela 4. Digestibilidade dos nutrientes.....	24
Tabela 5. Comportamento ingestivo	25
Tabela 6. Balanço de nitrogênio, nitrogênio ureico no plasma e na urina, síntese e eficiência de proteína microbiana e equações de regressão	26
Tabela 7. Consumo e concentração plasmática de minerais e equações de regressão	Erro! Indicador não definido.
Tabela 8. Consumo e excreção de água e equações de regressão	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Consumo de matéria seca (MS) e de nutrientes digestivos totais (NDT). **Erro! Indicador não definido.**

Figura 2. Proporção entre o consumo via palma miúda e água bebida em relação a água consumida..... **Erro! Indicador não definido.**

1 **CONSIDERAÇÕES INICIAIS**

2
3 A região semiárida está presente em quase todo Nordeste brasileiro e apresenta
4 condições edafoclimáticas e características próprias; tais como, irregularidade e má
5 distribuição da precipitação pluviométrica, temperaturas elevadas, déficit hídrico, solos
6 rasos e vegetação específica, denominada caatinga, resistente a longos períodos de
7 estiagem (Correia et al. 2011). Apesar das condições adversas citadas, a pecuária é uma
8 importante atividade socioeconômica nesta região.

9 A ovinocultura é uma atividade de extrema importância para o semiárido, pois além
10 de ser fonte de renda para os pequenos produtores, também agrega valor sociocultural,
11 estando a atividade sujeita a variação das estações chuvosa e seca. No período chuvoso a
12 alimentação está presente em quantidade e qualidade nutricional. Porém, no período de
13 estiagem, há um déficit na disponibilidade e qualidade das forragens, causando, muitas
14 vezes, baixos índices produtivos no setor pecuário devido à perda de peso, baixa
15 fertilidade, queda na produção de leite e morte dos animais. Em consequência disso, o
16 produtor tem buscado alternativas de alimentação para os animais no período de seca.

17 No estado de Pernambuco, após o longo período de seca que ocorreu entre 2012 a
18 2015 (Marengo et al. 2016) e uma alta infestação da cochonilha do carmim (*Dactylopius*
19 *coccus*) no mesmo período, levou a extinção de quase todos os palmais de palma gigante
20 (*Opuntia ficus indica*, Mill), cultivada em larga escala no estado. Com isso, produtores
21 da região aumentaram a compra de volumosos produzidos através da irrigação (silagem
22 de milho e sorgo, feno de tifton e cana-de-açúcar), criando-se um mercado comercial de
23 forragens, com preços elevados, onerando cada vez mais os sistemas de produção (Reis
24 Filho e Oliveira 2014).

25 Contudo, foram realizadas várias pesquisas com outros genótipos de palma
26 resistente a cochonilha do carmim, como as cultivares palma miúda, orelha de elefante
27 mexicana e IPA, caracterizada pela adaptação às condições de seca, maior aceitabilidade
28 pelos animais e menor quantidade de espinhos, na tentativa de reestabelecer os palmais
29 dizimados e proporcionar alimentos de baixo custo aos produtores.

30 A palma forrageira é caracterizada por possuir elevado teor de carboidratos não
31 fibrosos (CNF, $58,55 \pm 8,13\%$) (Ferreira et al. 2012), sendo excelente fonte de energia para
32 os microrganismos (Pinto et al. 2011). Por ser eficiente no uso da água, graças ao seu
33 metabolismo MAC (Metabolismo ácido das crassuláceas) (Almeida 2012), apresentando
34 em sua composição 90% de água e alta produtividade (25 toneladas de matéria
35 seca/ha/ano) (Santos et al. 2006).

36 A palma forrageira é uma cultura de custo alto para sua implantação. No entanto,
37 por ser uma cultura perene, esse custo vai se diluindo, retornando o investimento em
38 aproximadamente 2 a 3 anos de sua implantação (Donato et al. 2017).

39 A palma forrageira possui características bastante distintas, como baixos teores de
40 fibra em detergente neutro (FDN, $26,79 \pm 5,07$) e proteína bruta (PB, $4,81 \pm 1,16$), o que
41 sugere o seu fornecimento consorciado com uma fonte de fibra fisicamente efetiva e
42 proteica, para evitar problemas metabólicos (Ferreira et al. 2012). A cana-de-açúcar é
43 uma fonte volumosa rica em fibra fisicamente efetiva, além de apresentar composição
44 química favorável ao seu fornecimento aos animais nas épocas de baixa produção
45 forrageira.

46 A substituição parcial da cana-de-açúcar pela palma miúda pode ser utilizada como
47 estratégica para promover maior absorção de nutrientes, devido ao maior equilíbrio entre
48 os carboidratos fibrosos e não fibrosos, fornecimento de fibra fisicamente efetiva para

49 manter saúde ruminal, suprimento de água e minerais para o animal em ambiente
50 semiárido e ainda redução dos custos na alimentação animal.

51 Vale ressaltar, que a cana-de-açúcar apresenta seu ponto de colheita na época mais
52 seca do ano em que as demais forrageiras estão escassas em disponibilidade e qualidade.
53 É uma forrageira que possui alto teor de matéria seca que ajuda a atender a demanda de
54 alimentos da região do Semiárido. Possui alto teor de açúcares oriundos da sacarose,
55 capacidade de manter o seu valor nutritivo ao longo do tempo e já vem sendo utilizada
56 como volumoso por muitos produtores com o objetivo de diminuir os custos com
57 alimentação.

58 No entanto, a cana-de-açúcar apresenta baixo teor de proteína, precisando ser
59 corrigida com fontes desse nutriente, e fibra de baixa qualidade, o que limita seu consumo
60 pelos animais. Assim, faz-se necessário estudos que definam os limites para sua utilização
61 *in natura* na dieta de ruminantes, a fim de maximizar a produção animal.

62 Nesse sentido, o estudo teve como objetivo avaliar os efeitos da substituição parcial
63 da cana-de-açúcar pela palma miúda na alimentação de ovinos sobre o consumo e
64 digestibilidade, comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, consumo e excreção de
65 água, síntese de proteína microbiana, consumo e concentração de minerais no plasma.

66

67

68 **REFERÊNCIAS**

69

- 70 Almeida, R.F., 2012. Palma forrageira na Alimentação de ovinos e caprinos no
71 Semiárido. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, 7, 08–
72 14. INSS: 1981-8203. [https://www.gvaa.com.br/revista](https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1113/1334)
73 [/index.php/RVADS/article/view/1113/1334](https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1113/1334)
- 74 Correia, R.C., Kiill, L.H.P., Moura, M.S.B.D., Cunha, T.J.F., Jesus Junior, L.A.D., and
75 Araujo, J.L.P. 2011. A região semiárida brasileira Produção de caprinos e ovinos
76 no Semiárido. Embrapa Semiárido, 1, 21-48.
77 [http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf)
78 [semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf](http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/54762/1/01-A-regiao-semiarida-brasileira.pdf-18-12-2011.pdf).
- 79 Donato, P.R.D., Silva, J.A.D., Donato, S.L.R., Rodrigues, M.G. V and Peixoto, A.M.
80 2017. Índices técnicos, de produção e econômicos para a cultura de palma
81 forrageira. Informe Agropecuário, 38, 97– 106.
- 82 Ferreira, M.D.A., Valenca, S., Rocha, R.R.F., Antas, S. and Cost, C.T.F. 2012. The use
83 of cactus as forage for dairy cows in semi- arid regions of Brazil. Organic
84 Farming and Food Production.
- 85 Marengo, J.A., Torres, R.R. and Alves, L.M. 2016. Drought in Northeast Brazil—past,
86 present, and future Theoretical and Applied Climatology, 129, 1189–1200.
- 87 Pinto, T.F., Costa, R.G., de Medeiros, A.N., de Medeiros, G.R., de Azevedo, P.S.,
88 Oliveira, R.L. and Treviño, I.H. 2011. Use of cactus pear (*Opuntia ficus indica*
89 Mill) replacing corn on carcass characteristics and non-carcass components in
90 Santa Inês lambs. Revista Brasileira de Zootecnia, 40, 1333–1338.
- 91 Reis Filho, R.J.C. dos R. and Oliveira, F.Z. 2014. Opções de produção de alimentos
92 para a pecuária de Pernambuco - Uso das áreas irrigadas Fórum permante de
93 convivência produtiva com as secas. [http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/PortalSebrae/UFs/PE/Anexos/fórum%20permanente%20de%20conviv%C3%ancia%20produtiva%20com%20as%20secas.pdf)
94 [Sebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/PortalSebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas)
95 [2.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/PortalSebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas)
- 96 Santos, D.C., Iderval, F., Lira, M.A., Santos, M.V.F., Arruda, G.P., Coelho, R.S.B.,
97 Dias, F.M., Melo, J.N. 2006. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e*
98 *Nopalea*) em Pernambuco. In: Congresso nordestino de produção animal.
99 http://www.ipa.br/publicacoes_tecnicas/Pal01.pdf

100

101

102
103
104
105
106
107
108
109
110
111
112
113
114
115
116
117
118
119

CAPITULO 1

**MAXIMIZAÇÃO DE DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA E CANA-
DE-AÇÚCAR PARA OVINOS**

120 **RESUMO** Objetivou-se avaliar o efeito da substituição da cana-de-açúcar pela palma
121 miúda sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, comportamento ingestivo,
122 balanço de nitrogênio, consumo e excreção de água, síntese de proteína microbiana,
123 consumo e concentração de minerais no plasma de ovinos. Foram utilizados cinco ovinos,
124 distribuídos em quadrado latino, recebendo cinco níveis de substituição de cana-de-
125 açúcar pela palma miúda (0; 180; 360; 540 e 720g/kg). Houve efeito quadrático para os
126 consumos de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro,
127 carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro indigestível e nutrientes digestíveis
128 totais, com valores máximos de 1163; 1083; 179,8; 325,0; 586,3; 160,0 e 888,0 g/d⁻¹,
129 estimados com 433,4; 402,8; 434,2; 338,9, 397,1; 248,5 e 380,9g/kg de substituição,
130 respectivamente. A digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes não foi alterada. O
131 tempo de ruminação diminuiu, enquanto que o tempo em ócio e a eficiência de ruminação
132 aumentaram linearmente. O consumo de nitrogênio, excreção fecal e balanço de
133 nitrogênio apresentaram comportamento quadrático, com valores máximos de 28,79;
134 4,25; 13,2 g/dia, estimados com 425,9; 531,3 e 310,7g/kg de substituição,
135 respectivamente. A excreção de nitrogênio urinário e ureico no plasma aumentaram
136 linearmente. Já o nitrogênio ureico na urina não foi alterado. A eficiência e síntese de
137 proteína microbiana não foram alteradas. Os consumos de Mg, Ca, P, Na e K aumentaram
138 linearmente, assim como suas concentrações no plasma, exceto a concentração de Ca. O
139 consumo total de água e aquele via alimento e palma aumentaram linearmente, enquanto
140 que a ingestão voluntária de água apresentou efeito quadrático, com valor mínimo de
141 consumo de 0,505 L⁻¹, estimado com 508,7 % de substituição. A excreção de água via
142 fezes e urina aumentaram linearmente. Recomenda-se, para maximizar o consumo de
143 energia, a substituição de 380,9% da cana-de-açúcar por palma miúda na dieta de ovinos.

144 **Palavra-chave:** cactus, ovinocultura, ruminantes, volumoso

145 **ABSTRACT** The aim of this study was to evaluate the effects of the substitution of
146 sugarcane with *Opuntia ficus-indica* MILL on the intake, digestibility of nutrients,
147 ingestive behavior, nitrogen balance, water intake and excretion, microbial protein
148 synthesis, intake and concentration of minerals in the plasma of the sheep. Five sheep
149 were used, distributed in a latin square design, receiving five levels of substitution of
150 sugarcane with *N. cochenillifera* (0; 180; 360; 540 and 720g/kg). There was a quadratic
151 effect for dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber, non-fibrous
152 carbohydrates, indigestible neutral detergent fiber and total digestible nutrients, with
153 maximum values of 1163; 1083; 179.8; 325.0; 586.3; 160.0 and 888.0 g/d⁻¹, estimated
154 with 433.4; 402.8; 434.2; 338.9; 397.1; 248.5 and 380.9 g/kg of substitution levels,
155 respectively. The digestibility of dry matter and nutrients were not altered. Rumination
156 time decreased, while idle time and rumination efficiency increased linearly. Nitrogen
157 consumption, fecal excretion and nitrogen balance showed a quadratic behavior, with
158 maximum values of 28.79; 4.25; 13.2 g/day, estimated with 425.9; 531.3 and 310.7g/kg
159 of substitution levels, respectively. Urine nitrogen excretion and ureic nitrogen
160 concentration in the plasma increased linearly. However, the urea nitrogen in the urine
161 did not change. The efficiency and synthesis of microbial protein were not altered. The
162 intake of Mg, Ca, P, Na and K increased linearly, as well as their plasma concentrations,
163 except for the plasma Ca concentration. The total water consumption and that via food
164 and *N. cochenillifera* increased linearly, while the voluntary water intake showed a
165 quadratic effect, with a minimum consumption value of 0.505 L⁻¹, estimated at 508.7
166 g/kg substitution level. The excretion of water via faeces and urine increased linearly. In
167 order to maximize the energy intake, it is recommended to replace 380.9g/kg of sugarcane
168 with *N. cochenillifera* in sheep feed.

169 **Keywords:** cactus, sheep farming, ruminants, roughage

170

171 **INTRODUÇÃO**

172

173 As condições climáticas de regiões semiáridas, ocasionadas pelas secas periódicas
174 de maior ou menor intensidade, afetam diretamente a potencialidade pecuária, não
175 atendendo a quantidade e qualidade nutricional requerida pelo animal (Araújo 2015).

176 O uso de cactáceas (*Opuntia ficus-indica* MILL e *Nopalea cochenillifera* Salm
177 Dyck) adaptadas ao clima Semiárido, apresentam algumas particularidades como
178 eficiência no uso de água, elevada produção de matéria seca por hectare e rápida
179 disseminação (Ben Salem 2010). Porém, a alta infestação da cochonilha do carmim
180 (*Dactylopius coccus*) e a seca ocorrida de 2012 a 2015 no Nordeste, dizimaram quase
181 todos os palmais de palma gigante (*Opuntia*) da região, causando sérios prejuízos ao setor
182 agropecuário (Reis Filho e Oliveira 2014; Marengo et al. 2016).

183 Diante desse cenário, surgiu no Nordeste brasileiro um novo nicho de mercado: a
184 produção comercial de forragens. Produtores de regiões com capacidade de irrigação
185 passaram a produzir e comercializar alimentos forrageiros para pecuaristas, o que
186 minimizou os impactos da falta de volumosos (Reis Filho e Oliveira 2014). Todavia,
187 alimentos como cana-de-açúcar e silagem de milho têm sido vendidos a preços pouco
188 acessíveis ao pequeno produtor.

189 Além de ser uma estratégia de alto custo, a comercialização de forragem minimiza
190 o problema da escassez de alimento a curto prazo, o que confere susceptibilidade aos
191 sistemas de produção a médio e longo período. Dessa forma, o retorno dos palmais, com
192 cultivares resistentes à cochonilha do carmim na região do Semiárido pode ser uma
193 solução para redução de custos no sistema produtivo. Porém, a implantação da palma
194 forrageira tem um custo alto, cerca de R\$ 30.000,00/ha, mas sendo uma cultura perene,
195 esse custo se dilui durante sua vida útil de dez anos, apresentando já no segundo ano

196 lucros significativos, podendo se estabelecer a média de R\$ 0,35/kg/MS da palma
197 forrageira, sendo justificada sua implantação (Donato et al. 2017).

198 No entanto, a palma forrageira não deve ser fornecida aos ruminantes como fonte
199 volumosa exclusiva, por ser um alimento com baixo teor de fibra fisicamente efetiva
200 (Ferreira 2005). Logo, faz-se necessário a utilização de uma fonte de fibra, como a cana-
201 de-açúcar, por possuir alto teor de fibra fisicamente efetiva e apresentar seu ponto de
202 colheita na época mais seca do ano em que as demais forrageiras estão escassas em
203 disponibilidade e qualidade.

204 Hipotetizou-se que existe uma relação ideal entre a cana-de-açúcar com a palma
205 forrageira que maximiza o consumo e a digestão. Dessa maneira, objetivou-se avaliar o
206 efeito da substituição parcial da cana-de-açúcar pela palma miúda na alimentação de
207 ovinos sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes,
208 comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, consumo e excreção de água, síntese de
209 proteína microbiana, consumo e concentração de minerais no plasma.

210

211 **MATERIAL E MÉTODOS**

212

213 O experimento foi conduzido a latitude -8.05428, longitude -34.8813, 8° 3' 15" Sul,
214 34° 52' 53" Oeste e a uma altitude de 7m. De acordo com a classificação de Köppen o
215 clima do município é tropical úmido Aw (Köppen e Geiger 1928).

216 Cinco ovinos machos castrados, sem padrão racial definido, com peso corporal de
217 63,38 kg ($\pm 7,70$ kg.), foram distribuídos em quadrado latino 5x5 e alojados em baias
218 individuais, providas de comedouros e bebedouros. O estudo teve duração total de 105
219 dias, com cinco subperíodos de 21 dias, que foram divididos em 14 dias de adaptação e
220 07 de amostragem.

221 As cinco dietas foram compostas de cinco níveis de substituição parcial de Cana-
 222 de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) por Palma Miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm
 223 Dyck) (0; 180; 360; 540 e 720g/kg). A palma miúda e cana-de-açúcar foram oferecidas
 224 trituradas e misturadas diariamente ao concentrado, na proporção de 70:30
 225 (volumoso:concentrado). A alimentação foi oferecida às 08h00 e às 16h00, sendo pesada
 226 diariamente antes do fornecimento pela manhã, com o objetivo calcular a ingestão de
 227 alimentos dos animais, permitindo 5 a 10% de sobras.

228 Para manter o nível correto de cana-de-açúcar e palma miúda nas dietas,
 229 semanalmente era analisado o teor de matéria seca dos referidos ingredientes, realizando
 230 a correção dos níveis quando necessário.

231 **Tabela 1** Teor nutricional nos ingredientes das dietas

Nutrientes (g/kgMS)	Palma miúda	Cana-de-açúcar	Farelo soja	Milho moído	Farelo trigo
Matéria seca (g/kgMN)	119,0	311,2	918,0	897,6	897,1
Matéria orgânica	867,5	987,5	919,9	983,6	948,5
Proteína bruta	57,5	17,7	490,1	90,2	182,7
Fibra em detergente neutro ^a	268,5	394,0	167,4	111,3	344,8
FDNi ^b	125,0	264,9	29,4	43,8	134,2
Carboidratos não-fibrosos ^a	527,1	566,8	240,4	740,5	403,3
Potássio	28,4	6,8	20,2	3,5	10,3
Magnésio	81,0	1,8	2,9	1,1	4,1
Fósforo	22,0	0,8	5,9	2,6	10,2
Sódio	0,8	0,3	0,6	0,3	0,6
Cálcio	38,4	2,4	3,4	0,3	1,7

232 ^aCorrigido para cinzas e compostos nitrogenados, ^bFibra em detergente neutro
 233 indigestível

234 O consumo de matéria seca (MS) e dos nutrientes foi calculado pela diferença entre
 235 o total ofertado e total contido nas sobras. As amostras dos alimentos *in natura* e sobras
 236 foram obtidas diariamente durante o período de coleta, sendo congeladas a -20°C para
 237 posterior análise da composição nutricional das dietas.

238 A cada mistura dos concentrados foram tiradas amostras de aproximadamente 200
 239 g dos ingredientes para determinação da composição química.

240 **Tabela 2** Proporções dos ingredientes e composição nutricional das dietas

Itens	Substituição da cana-de-açúcar por palma miúda				
	0	180	360	540	720
Ingredientes (g/ kg na MS)					
Cana-de-açúcar	690,0	565,8	441,6	317,4	193,2
Palma miúda	0,0	124,2	248,4	372,6	496,8
Farelo de soja	207,5	208,9	210,3	211,7	213,1
Milho moído	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Farelo de trigo	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Mistura mineral	11,0	11,0	11,0	11,0	11,0
Sal comum	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5
Ureia+sulfato de amônia ^a	6,0	4,6	3,2	1,8	0,4
Composição química da dieta (g/ kg na MS)					
Matéria seca (g/kg na MN)	381,9	315,6	260,5	222,6	194,7
Matéria orgânica	949,8	936,5	921,6	907,8	894,0
Matéria mineral	28,0	42,8	57,9	72,8	87,7
Proteína bruta	140,7	142,6	144,6	146,5	148,4
FDN ^b	325,1	311,1	293,7	278,9	263,8
FDNi	196,2	180,3	161,0	144,2	127,2
Carboidratos não fibroso	486,9	484,2	476,9	473,1	468,8
Nutrientes digestíveis totais	794,0	755,0	775,0	759,0	705,0
Potássio	9,4	12,1	14,8	17,5	20,2
Magnésio	2,1	2,9	3,6	4,4	5,2
Fósforo	3,2	3,4	3,6	3,8	4,0
Sódio	4,1	4,1	4,3	4,3	4,4
Cálcio	3,8	8,3	12,7	17,2	21,7
Ca:P	1,2	2,5	3,5	4,5	5,5

241 ^aNove partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônio (AS), ^dFibra fisicamente efetiva

242

243 O comportamento ingestivo foi avaliado no 15º dia de cada período experimental.

244 Os ovinos foram observados a cada 10 minutos, durante 24 horas, registrando as

245 atividades de alimentação, ruminação e ócio (Martin e Bateson, 2007). Foram estimadas

246 as eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDN (g/h) (Bürger et al. 2000).

247 Do 16º ao 18º dia de cada período, foi realizada a coleta total de fezes com o auxílio

248 de bolsas coletoras, sendo pesada e quantificada a produção fecal após 24 horas e

249 amostrado 20% do total produzido e congeladas a -20°C para posterior análises química

250 e avaliação da digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes. Nos mesmos dias, foi

251 realizada a coleta total de urina utilizado funis coletores e mangueiras acoplados ao órgão

252 genital dos animais para conduzir a urina até um recipiente contendo 100 mL de ácido

253 sulfúrico a 10%, o pH foi aferido a cada 6 horas, para ajuste, quando necessário, da
254 quantidade de ácido utilizado afim de mantê-lo inferior a 3,0 (Chen et al. 1992). Ao final
255 de cada dia de coleta foram determinados o peso e o volume total de urina.

256 Ao final do experimento, foram feitas amostras compostas dos alimentos, sobras e
257 fezes por animal/período. Essas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada
258 a 55°C durante 72 horas, processadas em moinho com peneira de malha de 1 mm, para a
259 análise de composição química e peneira de malha de 2 mm para determinação do
260 indicador fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Foram determinados os teores
261 de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB)
262 e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) de acordo com AOAC (2000). A
263 determinação de fibra em detergente neutro (FDN) foi segundo Mertens (2002),
264 utilizando alfa-amilase estável ao calor corrigida para cinzas residuais, a FDN também
265 foi corrigida para compostos nitrogenados (Licitra et al. 1996).

266 O teor de FDNi nas amostras de alimentos e sobras foi obtido através do
267 procedimento de incubação ruminal *in situ* em bovino durante 288 horas (Krizsan e
268 Huhtanen 2013). Foram quantificados os carboidratos não fibrosos (CNF) (Detmann e
269 Valadares Filho 2010); determinado a digestibilidade aparente dos nutrientes e estimado
270 ainda o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) (Weiss 1999).

271 O balanço de compostos nitrogenados foi estimado pela diferença do nitrogênio
272 consumido e o nitrogênio excretado na urina e nas fezes. Para a determinação de
273 nitrogênio ureico plasmático e concentração de K, Mg, P, Ca e Na no plasma, foi realizada
274 coleta de sangue nos animais, no 18º dia de cada período experimental, 4 horas após a
275 alimentação das 8h00, por meio de venopunção da jugular com agulhas 21Gx1” (BD
276 Vacuteiner®, EUA), utilizando-se de tubos Vacuteiner® com anticoagulante (heparina).

277 As amostras foram centrifugadas (3000 rpm/15 minutos) e o plasma obtido foi
278 armazenado a -20°C.

279 Para determinação do nitrogênio ureico na urina, foi retirada uma alíquota da urina
280 coletada para o balanço de nitrogênio. O nitrogênio ureico plasmático e urinário foram
281 determinados por meio do método colorimétrico com kit comercial (LABTEST®).

282 Através do somatório das excreções urinárias de alantoína, xantina, hipoxantina e
283 ácido úrico foi obtida a excreção total dos derivados de purina, sendo a absorção das
284 purinas microbianas calculada a partir da excreção de derivados de purina (Chen et al.
285 1990). O fluxo intestinal de compostos nitrogenados microbianos foi calculado em função
286 das purinas absorvidas (Chen et al. 1992). A eficiência da síntese de proteína microbiana
287 foi obtida por meio da divisão da produção de proteína microbiana (g/dia) pela ingestão
288 diária de NDT.

289 Para determinação do Ca e Mg, as amostras de alimentos foram submetidas a
290 digestão nítrico-perclórica, e posteriormente determinados por meio de espectrômetro de
291 absorção atômica (ICP-OES), utilizando-se aparelho modelo SpectrAA-200G. O P foi
292 determinado pelo método colorimétrico do molibdato de amônia (Chen et al. 1956). Já o
293 Na e K foram determinados por fotometria de chama, utilizando-se aparelho Micronal®.

294 O consumo de água foi avaliado no período de três dias de coleta total de fezes. O
295 consumo de água via alimento, foi calculado em função do conteúdo de umidade dos
296 alimentos fornecidos e sobras. A água bebida voluntariamente foi determinada pesando a
297 água fornecida e a sobra, ajustando diariamente em função da evaporação diária de água,
298 em dois recipientes controle. Para excreção de água via urina e fezes, as fezes foram pré-
299 secas a 55°C e posteriormente foi determinada a MS da urina e das fezes em estufa a
300 105°C por 16h.

301 Os dados foram analisados pelo procedimento MIXED no SAS (versão 9.4), de
 302 acordo com o modelo: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \gamma_k + e_{ijk}$. Em que Y_{ijk} =Variável dependente; μ = média
 303 geral; α_i =efeito fixo do tratamento i ; β_j = efeito aleatório do animal j ; γ_k = efeito fixo do
 304 período k ; e_{ijk} = efeito aleatório do erro associado a cada observação. Para todas as análises
 305 foi adotado um nível de significância de 0,05 como valor crítico da probabilidade de erro
 306 tipo I.

307 RESULTADOS

309 Os consumos de MS, MO, PB, FDN, FDNi, CNF e NDT, apresentaram
 310 comportamento quadrático ($P < 0,05$) (Tabela 3).

311 **Tabela 3** Consumo de matéria seca e nutrientes e equações de regressão

Item	Substituição (g/kg)					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
MS ^a	905,4	1086	1194	1090	1078	36,5	0,011	<0,001
MO ^a	865,8	1018	1118	1009	970,1	36,0	0,103	<0,001
PB ^a	139,8	164,5	188,7	165,9	167,0	8,1	0,053	0,009
FDN ^a	267,6	270,0	305,2	283,1	251,0	16,1	0,616	0,016
FDNi ^a	148,9	163,3	156,2	146,3	128,0	60,0	0,016	0,018
CNF ^a	454,2	542,4	605,4	547,2	507,4	21,7	0,132	<0,001
NDT ^a	719,0	819,8	925,0	826,9	760,2	30,9	0,379	<0,001
Máximo	Consumo ^a		Nível (g/kg)		Equação			
MS ^a	1163		433,4		$y = 915,64 + 1,1415x - 0,0132x^2$			
MO ^a	1083		402,8		$y = 871,04 + 1,0514x - 0,0130x^2$			
PB ^a	179,8		434,2		$y = 140,58 + 0,1806x - 0,0021x^2$			
FDN ^a	325,0		338,9		$y = 261,74 + 0,1867x - 0,0028x^2$			
CNF ^a	586,3		397,1		$y = 455,15 + 0,6607x - 0,0083x^2$			
FDNi ^a	160,0		248,5		$y = 150,63 + 0,0736x - 0,0015x^2$			
NDT ^a	888,0		380,9		$y = 715,30 + 0,9074x - 0,0119x^2$			

312 ^ag d⁻¹, EPM erro padrão da média, L efeito linear, Q efeito quadrático

313

314 Não houve efeito dos níveis de substituição sobre a digestibilidade da MS e dos
 315 nutrientes ($P > 0,05$) (Tabela 4).

316

317

318 **Tabela 4** Digestibilidade dos nutrientes

Item	Substituição (g/kg)					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
MS ^a	789,3	763,4	789,1	763,4	755,8	1,365	0,146	0,775
MO ^a	805,3	780,4	814,6	791,9	786,8	1,151	0,496	0,700
PB ^a	871,9	851,0	867,6	849,0	845,1	0,837	0,058	0,969
FDN ^a	548,8	478,4	551,7	539,5	554,9	2,998	0,468	0,446
CNF ^a	940,8	927,2	931,28	915,6	903,2	1,148	0,340	0,696

319 ^ag/kg, EPM erro padrão da média, L efeito linear, Q efeito quadrático

320

321 O tempo de ruminação diminuiu, enquanto que o tempo despendido com ócio e as
 322 eficiências de ruminação aumentaram linearmente com a substituição da cana-de-açúcar
 323 pela palma miúda. Não houve efeito para o tempo e para as eficiências de alimentação
 324 em função da substituição (Tabela 5).

325 **Tabela 5** Comportamento ingestivo

Item	Substituição (g/kg)					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
Tempo gasto (h/d ⁻¹)								
Alimentação	3,23	3,30	3,10	3,03	3,33	0,32	0,946	0,624
Ruminação ^a	8,30	8,47	7,97	6,17	4,80	0,43	0,001	0,180
Ócio ^b	12,47	12,23	12,93	14,80	15,87	0,57	0,001	0,103
Eficiência alimentação (g/h)								
MS	302,57	336,58	402,87	390,96	368,99	30,97	0,180	0,127
FDN	93,35	96,65	106,35	107,05	98,44	11,81	0,592	0,472
Eficiência de ruminação (g/h)								
MS ^c	109,30	131,08	157,22	186,16	238,03	13,93	0,001	0,250
FDN ^d	33,42	38,29	42,76	50,35	58,37	4,80	0,001	0,603

326 ^a $\hat{Y}=9,002-0,00517x$, ^b $\hat{Y}=11,786+0,00521x$, ^c $\hat{Y}=101,85+0,17365x$, ^d $\hat{Y}=$
 327 $32,249+0,03441x$, EPM erro padrão da média, L efeito linear, Q efeito quadrático

328

329

330 O nitrogênio consumido, fecal e o balanço de nitrogênio apresentaram
 331 comportamento quadrático ($P<0,05$). O nitrogênio urinário e nitrogênio ureico no plasma
 332 (NUP) aumentaram linearmente ($P<0,05$). O nitrogênio ureico na urina (NUU) e a síntese
 333 (SPMIC) e eficiência de síntese (EPMIC) de proteína microbiana não foram alterados
 334 com a substituição ($P>0,05$) (Tabela 6).

335 **Tabela 6** Balanço de nitrogênio, nitrogênio ureico no plasma e na urina, síntese e
 336 eficiência de proteína microbiana e equações de regressão

Item	Substituição (g/kg)					EPM	<i>P</i> -valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
Nitrogênio consumido ^a	22,37	26,32	30,20	26,55	26,72	1,65	0,051	0,009
Nitrogênio fecal ^a	2,87	3,91	3,99	3,98	4,12	0,19	<0,001	0,025
Nitrogênio urinário ^{ad}	11,75	9,39	12,76	13,74	17,30	1,42	0,005	0,101
Balanço de nitrogênio ^a	7,75	13,02	13,44	8,82	5,29	2,05	0,073	<0,001
NUP ^{bc}	16,98	17,26	17,22	20,31	20,19	2,48	0,039	0,465
NUU ^b	21,43	20,66	22,63	27,47	24,29	1,83	0,051	0,779
SPMIC ^a	43,19	49,01	40,08	44,98	40,47	4,26	0,495	0,676
EPMIC ^c	59,91	58,19	43,93	56,82	53,55	5,12	0,402	0,234
Máximo	(g/d ⁻¹)		Nível (g/kg)		Equação			
Nitrogênio consumido	28,79		425,9		y=22,447+0,0298x-0,00035x ²			
Nitrogênio fecal	4,25		531,3		y=2,9873+0,0045x-0,00004x ²			
Balanço de nitrogênio	13,19		310,7		y=8,1696+0,0323x-0,00052x ²			

337 ^ag/d⁻¹, ^bmg/dL, ^cg/kg de NDT, ^d $\hat{Y}=9,918+0,00843x$, ^e $\hat{Y}=16,478+0,00526x$, EPM erro
 338 padrão da média, L efeito linear, Q efeito quadrático

339
 340

341 O consumo P e Na apresentaram comportamento quadrático (P<0,05). O consumo
 342 de Ca, Mg e K aumentaram linearmente. A concentração de minerais no plasma aumentou
 343 linearmente, com exceção da concentração de Ca que não alterou com a substituição da
 344 cana-de-açúcar pela palma miúda (Tabela 7).

345 Observou-se aumento linear para todos os parâmetros ligados aos consumos e
 346 excreções de água (P<0,05), exceto para o consumo de água voluntária, que apresentou
 347 comportamento quadrático com a substituição da cana-de-açúcar pela palma miúda
 348 (Tabela 8)

349
 350
 351
 352
 353

354 **Tabela 7** Consumo e concentração plasmática de minerais e equações de regressão

Item	Substituição (g/kg)					EPM	P-valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
Consumo (g d ⁻¹)								
Mg ^a	1,87	3,10	4,34	4,82	5,61	0,19	<0,001	0,137
Ca ^b	3,41	8,99	15,17	18,73	23,34	0,78	<0,001	0,144
P	2,94	3,66	4,34	4,14	4,28	0,14	<0,001	0,003
Na	3,73	4,45	5,15	4,47	4,75	0,16	<0,001	<0,001
K ^c	8,55	13,16	17,72	19,10	21,79	0,72	<0,001	0,223
Concentração plasmática (mg/dL)								
Mg ^d	2,60	2,86	2,92	2,97	3,03	0,11	0,019	0,354
Ca	9,60	9,39	9,21	9,77	9,60	0,25	0,646	0,392
P ^e	5,90	6,50	6,90	6,75	6,96	0,29	0,026	0,251
Na ^f	362	364	359	370	376	1,75	0,019	0,125
K ^g	10,9	14,7	13,8	20,9	20,5	0,54	0,002	0,949
Máximo	Consumo (gd-1)		Nível(g/kg)		Equação			
P	4,20		500,0		y=2,9512+0,005x-0,00005x ²			
Na	4,91		440,8		y=3,7403+0,00529x-0,00006x ²			

355 ^a Ld⁻¹, ^bŶ=1,7044+0,00424x, ^cŶ=0,11+0,00633x, ^dŶ=2,9976+0,00292x,
 356 ^eŶ=0,4551+0,00038x, ^fŶ=1,3832+0,00112x, L efeito linear, Q efeito quadrático, EPM
 357 erro padrão da média
 358

359 **Tabela 8** Consumo e excreção de água e equações de regressão

	Substituição (g/kg)					EPM	P-valor	
	0	180	360	540	720		L	Q
Consumo de água								
Via alimento ^{ab}	1,476	2,668	3,405	3,964	4,648	0,187	<0,001	0,106
Via palma miúda ^{ac}	0,000	1,387	2,405	3,529	4,629	0,185	<0,001	0,512
Voluntário ^a	1,605	0,768	0,670	0,487	0,557	0,152	<0,001	0,011
Total ^{ad}	3,081	3,437	4,076	4,450	5,205	0,242	<0,001	0,557
Excreção de água								
Via fezes ^{ae}	0,466	0,490	0,564	0,765	0,667	0,059	0,003	0,691
Via urina ^{af}	1,456	1,664	1,615	1,802	2,396	0,141	<0,001	0,584
Mínimo	Consumo		Nível(g/kg)		Equação			
Voluntário	0,5049		508,75		y=1,5402-0,0041x+0,00004x ²			

360 ^aŶ=2,1096+0,0051x, ^bŶ=4,007+0,02756x, ^cŶ=9,5804+0,01801x, ^dŶ=2,682+0,00054x,
 361 ^eŶ=6,128+0,00132x, ^fŶ=3,218+0,623x, ^gŶ=11,084+0,01412x, EPM Erro padrão da
 362 média, L efeito linear, Q efeito quadrático
 363

364

365

366

367

368 **DISCUSSÃO**

369

370 O aumento no consumo de MS observado até 433,4 g/kg de substituição da cana-
371 de-açúcar por palma miúda se deve principalmente à redução dos teores de FDN (325,1
372 para 263,8 kg na MS) na dieta total (Tabela 2). Outro fator que pode ter contribuído para
373 o aumento do consumo de MS é o menor teor de FDNi da palma miúda quando
374 comparado à cana-de-açúcar (Tabela 1). Normalmente, dietas com maiores teores de
375 FDNi estão relacionadas a um menor consumo de MS e o mesmo de forma contrária
376 (Gadeken e Casper 2017). Como também a boa aceitabilidade da palma miúda pode ter
377 favorecido o maior consumo de MS.

378 Os consumos de PB, MO, FDN e FDNi seguiram o mesmo comportamento
379 observado para o consumo de MS (Tabela 3). No entanto, após o consumo máximo de
380 FDN e FDNi, ocorreu uma diminuição desses nutrientes na dieta provavelmente em
381 virtude da baixa concentração de FDN ocasionado pelo aumento dos teores de palma
382 miúda nas dietas.

383 Foi verificado que o consumo máximo de NDT e CNF (380,9 e 397,1g/kg), foi
384 estimado em um ponto anterior ao consumo de MS (433,4 g/kg) (Tabela 3). Isso pode ter
385 ocorrido porque a palma miúda e a cana-de-açúcar tem alto teor de energia e a palma
386 miúda apresenta baixo teor de fibra, fazendo com que a ingestão seja controlada por efeito
387 fisiológico, sendo alcançado o requerimento energético antes mesmo do animal obter o
388 nível máximo de consumo MS.

389 A partir das equações de consumo, foram estimados os consumos de MS e NDT em
390 diferentes níveis de substituição, a intervalos menores (Figura 1). Observou-se que entre
391 o nível 300 e 500 g/kg de substituição, o consumo de MS e NDT foram praticamente
392 constantes, mostrando que o consumo MS foi influenciado no primeiro momento pelo
393 consumo de energia e logo depois, por outro fator, provavelmente físico.

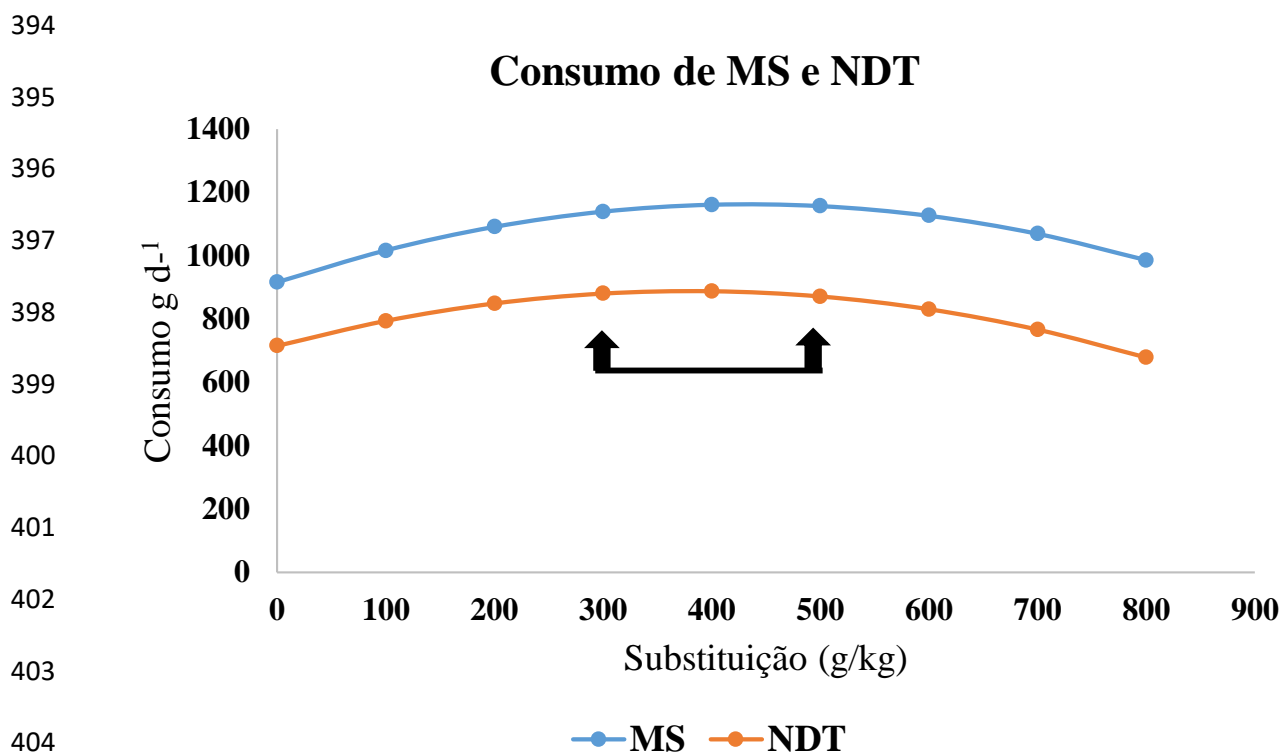


Fig. 1 Consumo de matéria seca (MS) e de nutrientes digestivos totais (NDT)

O consumo de MS pode ter declinado pelo fator físico devido ao alto teor de água da palma miúda, que provavelmente pode ter ocasionado o enchimento do rúmen. Quando o teor de água na dieta exerce 75 a 80%, o consumo de MS é reduzido (Arnold 1962). Estabelecendo-se uma relação entre a umidade das dietas e o consumo de matéria seca, verificou-se comportamento quadrático ($Y = 8736,8 + 268,78x - 1,8258y^2$, $P < 0,001$), com consumo máximo de 1155,12 g d⁻¹, observado com 73,6% de umidade. Esse valor ficou muito próximo daquele verificado em função dos níveis de substituição (1163 g d⁻¹).

A digestibilidade da MS e dos nutrientes não foi alterada (Tabela 4) certamente devido à similaridade do CNF das dietas (Tabela 2), componente altamente digestivo, associado a lenta digestibilidade da FDN da palma miúda (Monteiro et al. 2018) e da cana-de-açúcar (Siqueira et al. 2012).

A redução observada no tempo de ruminação (Tabela 5) pode ser explicada pela substituição de um alimento rico em fibra fisicamente efetiva como a cana-de-açúcar, por

420 outro com baixo teor de fibra (palma miúda), o que pode ter ocasionado a redução no
421 consumo de FDN após o nível de 338,9 g/kg (Tabela 3), afetando o tempo de ruminação.

422 O maior tempo em ócio foi influenciado pelo menor tempo de ruminação (Tabela
423 5) e o menor tempo de ruminação foi influenciado pela dieta e proporcional a quantidade
424 de fibra do alimento volumoso, logo, a redução da FDN nas dietas diminuiu o tempo de
425 ruminação (Tabela 2).

426 A medida que os níveis de palma miúda foram aumentando nas dietas, os animais
427 foram mais eficientes na ruminação de MS e FDN em consequência da diminuição da
428 FDN (tabela 2) na dieta.

429 Quando o nível de palma miúda se elevou, o nitrogênio consumido diminuiu após
430 o nível de 425,9 g/kg, o que é uma consequência do efeito quadrático da ingestão de MS
431 e PB (Tabela 3), causando influência sobre as excreções de nitrogênio fecal e urinário.
432 Esses fatores de consumo e excreção de nitrogênio possivelmente determinaram valor
433 máximo observado para o balanço de nitrogênio, estimado em 310,7g/kg de substituição.

434 O nitrogênio urinário e fecal estão diretamente relacionados ao consumo de
435 nitrogênio e a concentração de NUP do animal (Kume et al. 2008; Gregorini et al. 2016).
436 Sendo o nitrogênio urinário mais suscetível a perdas do que o nitrogênio fecal (Selbie et
437 al. 2015), justifica-se as maiores perdas via urina (Tabela 6). Ainda, a ingestão de K e a
438 concentração de NUP aumentam o volume urinário e em consequência, o nitrogênio via
439 urina (Kume et al. 2008).

440 Como houve aumento na ingestão de MS e de nutrientes, com a inclusão da palma
441 miúda na dieta, ocorreu conseqüentemente aumento do consumo e balanço de nitrogênio
442 até o nível de 425,9 e 310,7 g/kg de substituição respectivamente. A elevada quantidade
443 de energia que a palma miúda fornece, pode ter favorecido o maior balanço de nitrogênio,
444 devido a sincronização de energia e proteína.

445 O aumento de NUP pode estar relacionado ao aumento do consumo de PB até o
446 nível de 434,2 g/kg de substituição. A amônia em excesso no rúmen é absorvida e
447 transformada em ureia no fígado, sendo uma parte reciclada e outra excretada na urina
448 (Kozloski 2016).

449 A sincronização entre a disponibilidade de energia fermentável e o nitrogênio
450 degradável no rúmen favorecem o aumento do crescimento microbiano (Alves et al.
451 2010). A palma miúda e a cana-de-açúcar, por sua vez, são ricas em CNF (Tabela 1), o
452 que favorece a substituição de um alimento pelo outro compensando e mantendo o nível
453 de energia das dietas. E provavelmente foi devido à sincronização de energia e proteína
454 nas dietas (Tabela 2), que a eficiência e síntese de proteína microbiana não alteraram.

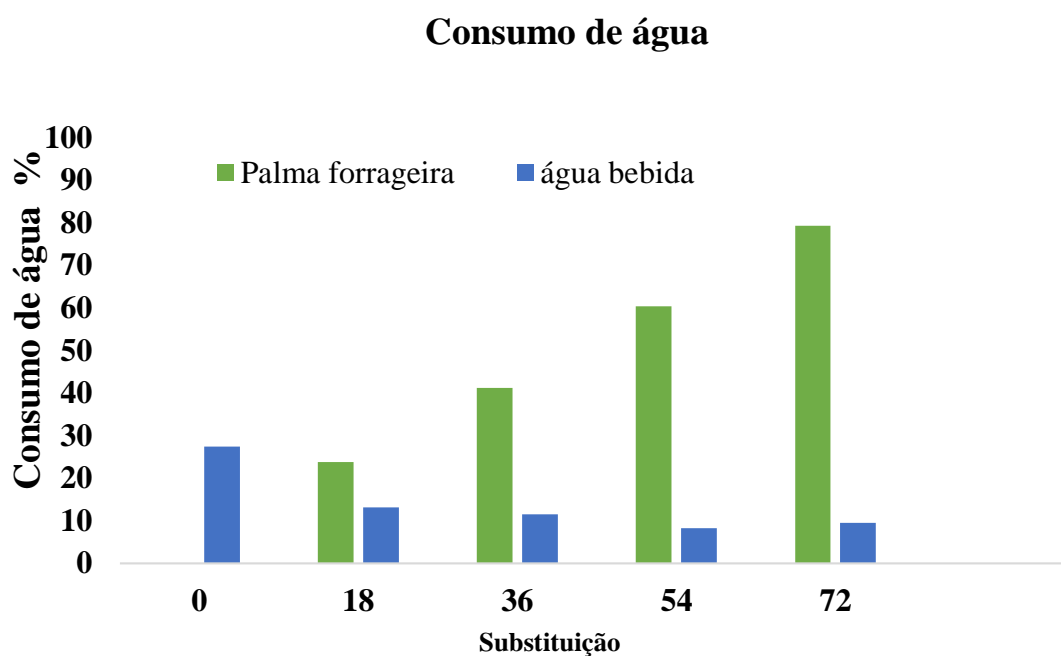
455 O aumento nas proporções de Mg, P, K e Na nas dietas (Tabela 2) e o consumo de
456 MS, contribuíram para o aumento do consumo desses minerais (Tabela 7), esses valores
457 foram superiores as exigências desses minerais para ovinos (NRC 2007). Não
458 ultrapassando os níveis tóxicos de 0,6; 0,6; 20 e 4% para Mg, P, K e Na respectivamente
459 (NRC 2005).

460 O aumento do consumo de Ca está relacionado as altas concentrações desse mineral
461 na palma miúda. Entretanto, a elevada concentração de oxalato nesta cactácea, pode
462 reduzir a disponibilidade do Ca (McDowell 1992) e reações hormonais podem ter
463 mantido os níveis no plasma dentro das variações esperadas de 9-12 mg/dL (Suttle 2010).
464 A relação Ca:P nas dietas (Tabela 2) variou entre 1,2:1 e 5,5:1. Estes resultados estão
465 próximos ao preconizado de 1:1 e 7:1 (Wise et al. 1963).

466 Os níveis plasmáticos de Mg, P, K e Na aumentaram com o aumento no consumo
467 de minerais (Tabela 7). O nível de Mg, K e P ficaram dentro dos limites considerados
468 normais, 1,8 a 3,2; 13,6 a 22,6 e 5,0 a 7,3 mg/dL no plasma, respectivamente (McDowell
469 2003; Kaneko et al. 2008). Porém, as dietas que continham somente cana-de-açúcar, o K

470 ficou abaixo de 13,6 mg/dL. Isso pode ter ocorrido devido à cana-de-açúcar apresentar
471 baixo nível de K (Tabela 1). O Na excedeu o limite descrito na literatura 319,5 a 349,4
472 mg/dL no plasma (NRC 2007). No entanto, quando há um estado de saturação de minerais
473 no organismo animal, o metabolismo desencadeia mecanismos para sua excreção.

474 O aumento no consumo de água via alimento foi proporcionado em sua maior parte
475 pelo alto teor de umidade da palma miúda(Figura 2), mostrando que essa forrageira é uma
476 fonte muito importante para o atendimento das exigências de água do animal,
477 principalmente em locais onde há pouca disponibilidade, como a região semiárida, onde
478 a palma miúda apresenta bom desenvolvimento.



479 **Fig. 2** Proporção entre o consumo via palma miúda e água bebida em relação a água
480 consumida

481

482 O consumo de água bebida mínima foi de 0,500L, estimado em 508,8g/kg de
483 substituição da cana-de-açúcar por palma forrageira. Dessa forma, a quantidade de água
484 que a palma forrageira fornece, reduz a ingestão de água bebida pelos animais (Figura 2).

485 A redução no consumo de MS implica em menor necessidade de ingestão de água
486 (NRC 2007). No entanto, destaca-se que, mesmo os animais chegando ao limite de
487 consumo de MS em 433,4 g/kg de substituição (Tabela 3) e a palma miúda e a cana-de-
488 açúcar terem fornecido água suficiente para atender as exigências dos animais, ainda
489 assim, os animais continuaram ingerindo água bebida, constatando que não é somente o
490 consumo de MS ou energia que determinam a ingestão de água, mais outros fatores, como
491 os minerais presente na dieta e o clima da região.

492 O excesso de água fornecido pela palma forrageira é comumente correlacionado
493 com o aumento da excreção de água via fezes e urina (Tabela 8), necessária para que se
494 mantenha a homeostase no organismo do animal (Reece 2004).

495 Recomenda-se para maximizar o consumo de energia, a substituição em até 380,9
496 g/kg da cana-de-açúcar por palma forrageira na alimentação de ovinos.

497

498 **CONFORMIDADE COM PADRÕES ÉTICOS:**

499 Este estudo foi conduzido em estrita conformidade com a legislação brasileira de pesquisa
500 e experimentação com animais e foi aprovado pelo Comissão de Ética no Uso de Animais
501 da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada em Recife, PE, Brasil (nº 069
502 / 2016).

503 **REFERÊNCIAS**

504

505 Association of Official Analytical Chemists - AOAC,. 2000. Official Methods of
506 Analysis of AOAC, 15th ed. Arlington, VA, USA.
507 Alves, E.M., Pedreira, M.S., Carlos Alberto Santana de Oliveira,C.A.S., Diego Nobre

508 Ferreira, D.N., Moreira, B.S., Freire, L.D.R., 2010. Importância da sincronização
509 do complexo proteína/energia na alimentação de ruminantes. Publicações em
510 Medicina Veterinária e Zootecnia, Londrina, V. 4, N. 20, Ed. 125, Art. 845.

511 Araújo, G.G.L. 2015. The impacts of climate change on water resources and livestock
512 production in semi-arid regions. Revista Brasileira de Geografia Física, 08, 598–
513 609.

514 Arnold, G.W. 1962. Effects of pasture maturity on the diet of sheep. Australian Journal
515 of Agricultural Research, 13, 701.

516 Bürger, P.J., Pereira, J.C., Queiroz, A.C., Silva, J.F.C., Valadares Filho, S.C., Cecon,
517 P.R. and Casali, A.D.P., 2000. Ingestive behavior in Holstein calves fed diets with
518 different concentrate levels, Brazilian Journal Animal Science, 29, 236–242.

519 Chen, P.S., Toribara, T.Y. and Warner, H. 1956. Microdetermination of Phosphorus
520 Analytical Chemistry, 28, 1756–1758.

521 Chen, X.B., Chen, Y.K., Franklin, M.F., Orskov, E.R. and Shand, W.J. 1992. The effect
522 of feed intake and body weight on purine derivative excretion and microbial
523 protein supply in sheep. Journal of animal science, 70, 1534–1542.

524 Chen, X.B., Ørskov, E.R. and Hovell, F.D.D. 1990. Excretion of purine derivatives by
525 ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep British
526 Journal of Nutrition, 63, 121–129.

527 Detmann, E., Souza, M.A., Valadares Filho, S.C., Queiroz, A.C., Berchielli, T.T.,
528 Saliba, E.O.S., Cabral, L.S., Pina, D.S., Ladeira, M.M., and Azevedo, J.A.G.
529 2012. Methods for food analysis. (Eds). National Institute of Science and
530 Technology of Animal Science. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 214.

531 Detmann, E. and Valadares Filho, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous
532 carbohydrates in feeds and diets Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e
533 Zootecnia, 62, 980–984.

534 Donato, P.R.D., Silva, J.A.D., Donato, S.L.R., Rodrigues, M.G. V and Peixoto, A.M.
535 2017. Technical, production and economic indices for fodder palm cultivation.
536 Agriculture and Livestock Report, 38, 97– 106.

537 Ferreira, M. de A. 2005. Forage Palm in Dairy Cattle Feeding In:, I. U. UFRPE (ed),
538 (Recife), 68

539 Gaden, D. and Casper, D. 2017. Evaluation of a high forage total mixed ration on the
540 lactational performance of late lactation dairy cows. Translational Animal
541 Science, 1, 108–115.

542 Gregorini, P., Beukes, P.C., Dalley, D. and Romera, A.J. 2016. Screening for diets that
543 reduce urinary nitrogen excretion and methane emissions while maintaining or
544 increasing production by dairy cows. Science of the Total Environment, 551–552,
545 32–41.

546 Kaneko, J., Harvey, J.J. and Bruss, M.L. 2008. Clinical Biochemistry of Domestic
547 Animals Clinical Biochemistry of Domestic Animals.

548 Kozloski, G. V., 2016. Bioquímica dos ruminantes, 3rd ed. ufsm (ed), (Santa Maria).

549 Köppen, W. and Geiger, R. 1928. Klimate der Erde. Gotha:Verlag Justus Perthes.

550 Krizsan, S. J. and Huhtanen, P. 2013. Effect of diet composition and incubation time on
551 feed indigestible neutral detergent fiber concentration in dairy cows. American
552 Dairy Science Association, 96, 1715-1726.

553 Kume, S., Nonaka, K., Oshita, T., Kozakai, T. and Hirooka, H. 2008. Effects of urinary
554 excretion of nitrogen, potassium and sodium on urine volume in dairy cows
555 Livestock Science, 115, 28–33.

556 Licitra, G., Hernandez, T.M., and Van Soest, P.J., 1996. Standardization of procedures
557 for nitrogen fractionation of ruminant feeds, Animal Feed Science and

558 Technology, 57, 347–358.

559 Marengo, J.A., Torres, R.R. and Alves, L.M. 2016. Drought in Northeast Brazil-past,
560 present, and future. *Theoretical and Applied Climatology*, 129, 1189–1200.

561 Martin, P. and Bateson, P. 2007. *Measuring Behaviour: An Introductory Guide*, 3rd ed.
562 (Cambridge).

563 McDowell, L.R. 1992. *Minerals in Animal and Human Nutrition*, Academic Press (ed),
564 (New York)

565 McDowell, L.R. and McDowell, L.R. 2003. Chapter 5 – Magnesium Minerals in
566 *Animal and Human Nutrition*, 151–178.

567 Mertens, D.R., 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent
568 fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles:
569 collaborativestudy. *Journal of AOAC International*, 85, 1217–1240.

570 Monteiro, C.C.F., Ferreira, M.A., Veras, A.S.C., Guido, S.I., Almeida, M.P., Silva, R.C.
571 and Inacio, J.G. 2018. A new cactus variety for dairy cows in areas infested with
572 *dactylopius opuntiae*. *Animal Production Science*, 59, 479–485.

573 *Mineral Tolerance of Animals-NRC: Second Revised Edition*, 2005. Washington, DC:
574 The National Academies Press.

575 National Research Council-NRC. 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants:*
576 *Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids*. Washington, DC: The National
577 Academies Press.

578 Reece, W.O. 2004. *Dukes' physiology of domestic animals*, 12th ed. Cornell
579 University Press (ed), (Ithaca).

580 Reis Filho, R.J.C. dos R. and Oliveira, F.Z. 2014. Opções de produção de alimentos
581 para a pecuária de Pernambuco - Use of irrigated areas Permanent forum of
582 productive coexistence with droughts. <http://www.sebrae.com.br/Sebrae/Portal>
583 [Sebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas)
584 [2.pdf](http://www.sebrae.com.br/Sebrae/UFs/PE/Anexos/fórum permanente de convivência produtiva com as secas)

585 Salem, H. B. 2010. Nutritional management to improve sheep and goat performances in
586 semiarid regions. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 39, 337–347.

587 Selbie, D.R., Buckthought, L.E. and Shepherd, M.A. 2015. The Challenge of the Urine
588 Patch for Managing Nitrogen in Grazed Pasture Systems, 129, 229-292.

589 Siqueira, G.R., Roth, M. de T.P., Moretti, M.H., Benatti, J.M.B. and Rwsende, F.D.
590 2012. Use of sugar cane in ruminant feed. *Brasileira de Saúde e Produção Animal*,
591 13, 991–1008.

592 Suttle, N.F. 2010. *Mineral Nutrition of Livestock*, 4th Edition.

593 Valente, T.N.P. Detmann, E. Queiroz, A.C. Valadares Filho, S. de C. Gomes, D.I.,
594 Figueiras, J.F. 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using
595 bags made from different textiles. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 40, 666–675.

596 Weiss, W.P., Conrad, H.R., and St. Pierre, N.R. 1992. A theoretically based model for
597 predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal*
598 *Feed Science and Technology*, 39, 95– 110.

599 Wise, M.B., Ordoveza, A.L., Barrick, E.R. 1963. Influence of variations in dietary
600 calcium:phosphorus ratio on performance and blood constituents of calves.
601 *Journal of Nutrition*, 79, 79-84.