

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

**PALMA COM UREIA E FARELO DE TRIGO EM DIETAS PARA BOVINOS**

**MARIA GABRIELA DA CONCEIÇÃO**

**RECIFE – PE**  
**JUNHO – 2015**

**MARIA GABRIELA DA CONCEIÇÃO**

**PALMA COM UREIA E FARELO DE TRIGO EM DIETAS PARA BOVINOS**

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

Área de Concentração: Produção Animal

**Comitê de orientação:**

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira – Orientador principal

Prof. Dr.<sup>a</sup> Adriana Guim

Dr.<sup>a</sup> Janaína Lima da Silva

**RECIFE – PE**

**JUNHO – 2015**

C744p Conceição, Maria Gabriela da  
Palma com ureia e farelo de trigo em dietas para bovinos  
/ Maria Gabriela da Conceição. – Recife, 2015.  
89 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.  
Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco / Universidade Federal da Paraíba /  
Universidade Federal do Ceará. Departamento de Zootecnia da  
UFRPE, Recife, 2015.  
Inclui referências e anexos.

1. Consumo 2. Digestibilidade 3. Eficiência microbiana  
4. Fermentação ruminal 5. Taxa de passagem I. Ferreira, Marcelo de  
Andrade, orientador II. Título

CDD 636

**MARIA GABRIELA DA CONCEIÇÃO**

**PALMA COM UREIA E FARELO DE TRIGO EM DIETAS PARA BOVINOS.**

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em 11 de junho de 2015

Comissão Examinadora:

---

**Prof.ºDrº Luciano Patto Novaes**  
Universidade Federal do Rio Grande do Norte

---

**Dr.º Luiz Gustavo Ribeiro Pereira**  
EMBRAPA Gado de Leite

---

**Profa. Dra. Safira Valença Bispo**  
Universidade Federal da Paraíba

---

**Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Vêras**  
Universidade Federal Rural de Pernambuco

---

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

**RECIFE – PE**

**JUNHO – 2015**

*A Deus, pai todo poderoso, que me ajudou a enfrentar desafios e superar  
limitações e dificuldades.*

**DEDICO**

*À minha mãe,*

*Elza Maria da Conceição (Zélia)*

*Ao meu amigo e companheiro,*

*Rodrigo Barbosa de Andrade*

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

*A Deus, pela dádiva da vida, sem o qual nada seria possível.*

*À minha mãe, que sempre me apoiou nos estudos, sem questionar minhas escolhas.*

*À minha família, Roberto, Rejane, Fernando, Isadora, Rafaella, Rosana, Betinho, Deda, Renata, Marcos, Marcos Vinícius, Nathália, Matheus, Lívia, Leonardo, Maria das Graças, Maria Helena (Nena) e Sueli, pelo apoio na educação, incentivo, motivação e confiança depositada em mim.*

*À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso de pós-graduação.*

*À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos.*

*Aos professores do Departamento de Zootecnia, pelos ensinamentos e oportunidade de realização da minha tese. Aos professores José Maurício e Ednio Detmann pela ajuda no desenvolvimento do experimento e artigos. A Joélcio pela ajuda imprescindível. Em especial, ao meu orientador, Prof. Marcelo de Andrade Ferreira, pela oportunidade, apoio, incentivo, ensinamento e, principalmente, paciência.*

*Aos amigos Lucélia, José Neto, Agenor, Catarina, Diogo, Wellington, Robélia, Jéssica, Tamiris, Allan, Sr. Antonio Andrade, Marina Almeida, Dorgival, Alenice, Stela, Cleber, Rafael, Ana Maria, Leonardo, Tobias, Juliana, Wando, Elaine, Carol, Viviany, Thamires, Jonas e Amélia, pelo companheirismo e amizade. Em especial a Michelle Siqueira, pela imensa ajuda na condução do experimento, e a Janaína Lima, pela orientação e ajuda na construção dos artigos.*

*Ao Sr. Jonas, pela ajuda imprescindível.*

*Aos funcionários do Departamento de Zootecnia, pelo apoio.*

*A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização desse trabalho.*

*Em especial, ao meu noivo, Rodrigo Barbosa de Andrade, grande amigo e companheiro, que sempre me ajudou nas horas mais difíceis, me incentivando e apoiando a continuar minha trajetória.*

*...a todos, meu sincero “muito obrigada”...*

## **BIOGRAFIA DA AUTORA**

Maria Gabriela da Conceição, filha de Elza Maria da Conceição, nasceu em 20 de maio de 1983, na cidade de Recife – PE. Em 2004 iniciou sua vida acadêmica na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE); graduou-se Zootecnia em 2008; no ano de 2011 obteve o título de Mestre em Zootecnia na UFRPE; neste mesmo ano ingressou no Programa Integrado de Doutorado em Zootecnia (UFRPE), na área de Produção Animal, defendendo tese em junho de 2015.



*“Quanto mais aumenta nosso conhecimento, mais evidente fica nossa ignorância”.*

**John F. Kennedy**

## SUMÁRIO

	Página
Lista de tabelas .....	xi
Resumo geral .....	xii
Abstract.....	xiv
Considerações iniciais .....	16
Capítulo 1 – Referencial teórico.....	18
Referências bibliográficas .....	26
Capítulo 2 – Substituição do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base de cana de açúcar para bovinos: consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade e dinâmica ruminal da fibra.....	31
Resumo .....	32
Abstract.....	33
Introdução.....	34
Material e Métodos.....	35
Resultados.....	40
Discussão.....	41
Conclusões.....	45
Referências .....	45
Capítulo 3 – Substituição do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base de cana de açúcar para bovinos: balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e fermentação ruminal .....	55
Resumo .....	56
Abstract.....	57
Introdução.....	58
Material e Métodos.....	59
Resultados.....	63
Discussão.....	64
Conclusões.....	67
Referências .....	67
Considerações finais.....	79

Anexos .....	80
--------------	----

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo 2

	Página
1. Composição química dos ingredientes das dietas.....	49
2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais .....	50
3. Médias obtidas para os consumos de matéria seca, fibra e demais nutrientes por novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	51
4. Médias obtidas para comportamento ingestivo de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	52
5. Médias obtidas para digestibilidade aparente total, ruminal e intestinal em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira .....	53
6. Médias obtidas para os pools (volumes) ruminais e taxas de ingestão, passagem e degradação em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	54

### Capítulo 3

1. Composição química dos ingredientes das dietas.....	72
2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.....	73
3. Consumo e balanço de nitrogênio em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	74
4. Concentração plasmática, excreção de ureia e N-ureico em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	75
5. Derivados de purina e síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira .....	76
6. Fermentação ruminal em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira.....	77
7. pH ruminal em novilhos de acordo com o efeito da substituição do farelo de trigo por palma forrageira x tempo de coleta do fluido ruminal após a alimentação. ....	78

## RESUMO GERAL

2  
3 Avaliou-se o efeito da substituição do farelo de trigo pela palma forrageira (0; 25; 50; 75 e  
4 100%) em dietas à base de cana de açúcar para bovinos, sobre o consumo, comportamento  
5 ingestivo, dinâmica da fibra, digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal (obtidas a  
6 partir de amostras de digesta coletadas no omaso), balanço de nitrogênio, síntese de  
7 proteína microbiana e fermentação ruminal. Cinco novilhos mestiços (½ Holandês-Zebu  
8 com peso inicial de  $160 \pm 5,3$  kg) dotados com cânulas no rúmen, foram distribuídos em  
9 um quadrado latino 5 x 5. Seis amostras de digesta omasal foram coletadas durante três  
10 dias em intervalos de 12 horas. O esvaziamento ruminal foi realizado manualmente por  
11 meio da cânula ruminal para determinar o pool ruminal da MS, FDN e FDNi, as taxas de  
12 ingestão (ki), passagem (kp), degradação da FDN (kd) e passagem da FNDi (kpi). O  
13 consumo de nutrientes apresentou efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com consumo máximo de  
14 matéria seca (MS; 5,73 kg/dia), carboidratos não fibrosos (CNF; 4,63 kg/dia) e matéria  
15 orgânica digestível (MOD; 3,45 kg/dia) estimados com 54,63; 60,00 e 43,17% de  
16 substituição, respectivamente. Não houve efeito para os tempos de alimentação, ruminação  
17 e ócio ( $P > 0,05$ ). Houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) nas digestibilidade aparente total e  
18 ruminal da PB com o aumento da palma forrageira na dieta. Não houve efeito ( $P > 0,05$ )  
19 sobre as digestibilidades total e parcial da MO e FDN e sobre a digestibilidade intestinal da  
20 PB. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para o pool ruminal de MS, FDN e FDNi. As taxas de  
21 ingestão, passagem e degradação da FDN e de passagem da FDNi apresentaram efeito  
22 quadrático ( $P < 0,05$ ) com maiores concentrações estimadas com 56,07; 56,12; 59,0 e  
23 55,2%, respectivamente. O balanço de nitrogênio máximo (103,06 g/dia) foi estimado com  
24 70,83% de substituição. Com 49,71% de substituição do farelo de trigo obteve-se produção  
25 máxima de proteína microbiana (44,15 g/dia), sem, contudo, haver efeito para a eficiência  
26 de síntese microbiana (125,17 g PB mic/kg de NDT consumido). O pH ruminal aumentou

27 linearmente com a presença de palma, enquanto as concentrações máximas de N amoniacal  
28 (31,95 mg/dL) e de ácido acético (63,97 mmol/L) foram estimadas às 3,82 e 4,01 h após a  
29 alimentação. Recomenda-se a substituição do farelo de trigo por palma forrageira até 50%  
30 em dietas para novilhos mestiços, por promover maior consumo voluntário. Além disso,  
31 também beneficia a dinâmica da fibra, a síntese de proteína microbiana e a fermentação  
32 ruminal.

33 **Palavras-chave:** eficiência microbiana, fibra, nitrogênio amoniacal, pH ruminal, taxa de  
34 degradação, taxa de passagem.

35

**ABSTRACT**

37 The effect of replacing wheat bran with spineless cactus (0, 25, 50, 75, and 100%) in sugar  
38 cane-based diets on the intake, ingestive behavior, fiber dynamics, total apparent  
39 digestibility, ruminal and intestinal (was assessed using digested samples collected from  
40 the omasum), nitrogen balance, microbial protein synthesis and rumen fermentation was  
41 assessed in steers. Five crossbred steers (½ Holstein-Zebu; average initial weight of 160  
42 kg) were fitted with cannulas in the rumen and then assigned to a 5 × 5 Latin square  
43 design. Six samples of omasal digesta were collected for three days at 12-h intervals.  
44 Rumen evacuation was performed manually via the rumen cannula to determine the rumen  
45 pool of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF and NDFi), ingestion (ki), passage  
46 (kp) and degradation (NDF) rates, and the passage of NDFi (kpi). The nutrient intake  
47 displayed quadratic effect ( $P < 0.05$ ), with a maximum intake of DM ( $5.73 \text{ kg d}^{-1}$ ), non-fiber  
48 carbohydrates (NFC,  $4.63 \text{ kg d}^{-1}$ ), and digestible organic matter (DOM,  $3.45 \text{ kg d}^{-1}$ )  
49 estimated at replacement levels of 54.63, 60.00, and 43.17%, respectively. The  
50 replacement levels showed no effect on feeding, rumination, and idle time ( $P > 0.05$ ). There  
51 was a linear increase ( $P < 0.05$ ) in the apparent total and ruminal digestibility of CP as the  
52 spinelles cactus content in the increased (Table 5). There was no effect ( $P > 0.05$ ) on total  
53 and partial digestibilities of OM and NDF and on intestinal digestibility of CP. No effect  
54 ( $P > 0.05$ ) was observed on the rumen pool of DM, NDF, and NDFi. Furthermore, ki, kp,  
55 NDF degradation, and NDFi passage rates displayed quadratic effect ( $P < 0.05$ ) with higher  
56 concentrations estimated for replacement levels of 56.07, 56.12, 59.00, and 55.20%,  
57 respectively. The maximum microbial protein production ( $44.15 \text{ g/day}$ ) was obtained at a  
58 replacement level of 49.71% wheat bran, without having an effect on microbial efficiency  
59 ( $125.17 \text{ g PB mic/kg TDN}$ ). The rumen pH increased linearly when diets contained cactus,

60 while the maximum ammonia nitrogen (31.95 mg/dL) and acetic acid (63.97 mmol/L)  
61 concentrations were reached at 3.82 and 4.01 h after intake, respectively. On the basis of  
62 these results, replacement of 50% wheat bran with spineless cactus in the diet of crossbred  
63 steers is recommended, for promote increased voluntary intake. In addition also benefits  
64 the dynamics of fiber, the synthesis of microbial protein and ruminal fermentation.

65 **Keywords:** ammonia nitrogen, degradation rate, fiber, microbial efficiency, passage rate,  
66 rumen pH



## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

67

68 A pecuária leiteira em Pernambuco apresenta potencial para crescimento,  
69 levando em consideração que, na cidade de Garanhuns, situada no Agreste  
70 Pernambucano, estão instaladas três grandes indústrias de laticínios do país: Dairy  
71 Partners Americas Manufacturing Brasil Ltda – DPA, Leite Brasil - LBR e Brasil Foods  
72 – BRF. Entretanto, esse crescimento depende de alguns fatores, como investimentos em  
73 instalações e equipamentos. Atenção especial deve ser dada à alimentação, pois, muitas  
74 vezes, os animais não atendem suas necessidades nutricionais, limitando, dessa forma,  
75 sua produção.

76 A produção de volumosos nessa região às vezes é prejudicada, devido à falta de  
77 formação e recuperação de pastagens, manejo com o pasto e falta de informação para  
78 produção de alimentos conservados (feno e silagem) para pequenos produtores. Além  
79 desses fatores, a região semiárida apresenta períodos de estiagem severa, prejudicando o  
80 desenvolvimento de pastos e capineiras, reduzindo, dessa forma, o potencial forrageiro.

81 Para suprir essa carência é bastante comum a suplementação alimentar (com  
82 concentrados); entretanto, essa estratégia eleva os custos de produção dos sistemas,  
83 diminuindo a margem de lucro do produtor, tornando-se uma atividade de risco,  
84 principalmente quando o preço do produto final (leite) não cobre os custos com  
85 alimentação. Esse aumento no custo se deve ao fato de que, os grãos além de serem  
86 utilizados na alimentação humana, também são usados na ração de animais não-  
87 ruminantes, tornando sua oferta limitada, elevando, assim, seu valor.

88 A busca por alimentos alternativos é incessante, além de ser uma realidade para  
89 as pesquisas na área de nutrição animal. Porém, para substituir um alimento tradicional  
90 por um alternativo é necessário o conhecimento aprofundado de ambos os alimentos,  
91 além de conhecimento sobre fisiologia e nutrição animal, conhecimento esse que

92 abrange a composição bromatológica do alimento, a exigência nutricional do animal, o  
93 comportamento alimentar, a microbiologia e fermentação ruminal e metabolismo  
94 (carboidratos, proteínas, lipídios e energia).

95 A utilização de forrageiras adaptadas à região semiárida também é uma  
96 alternativa viável aos produtores. A palma se enquadra nessa situação, e sua utilização  
97 como substituto de um alimento concentrado pode reduzir os custos de produção.

98 Esta tese é composta por três capítulos, sendo o primeiro deles correspondente  
99 ao referencial teórico, em que se descrevem brevemente as principais características dos  
100 alimentos utilizados no ensaio experimental (cana de açúcar, farelo de trigo e palma  
101 forrageira).

102 Nos capítulos 2 e 3, redigidos conforme as normas dos periódicos “Livestock  
103 Science” e “Animal Production Science”, respectivamente, encontram-se descritos e  
104 discutidos os resultados relacionados à substituição do farelo de trigo por palma  
105 forrageira na dieta de novilhos mestiços.

106 No capítulo 2 são abordadas a influência da substituição sobre a ingestão de  
107 matéria seca, nutrientes e fibra, comportamento ingestivo, digestibilidades aparente total  
108 e parcial (ruminal e intestinal) e dinâmica da fibra no trato gastrointestinal; enquanto  
109 que no capítulo 3 são relatados os efeitos da substituição sobre o balanço de nitrogênio,  
110 síntese de proteína microbiana e fermentação ruminal.

111

112

## **CAPÍTULO 1**

113

### **REFERENCIAL TEÓRICO**

114

---

115

#### **Palma com ureia e farelo de trigo em dietas para bovinos**

116

117

118

119 O semiárido nordestino é caracterizado como uma área que apresenta frequentes  
120 estiagens. É uma região com características bastante peculiares, como precipitações  
121 médias anuais inferiores a 800 mm, o ecossistema dominante é a caatinga, os solos são  
122 areno-argilosos pobres em matéria orgânica, temperaturas elevadas (média 27°C) e  
123 presença de águas subterrâneas (SUDENE, 2011).

124 A região prolonga-se por uma área de cerca de 982 km<sup>2</sup>, abrangendo os estados de  
125 Piauí (127 municípios), Ceará (150 municípios), Rio Grande do Norte (147 municípios),  
126 Paraíba (170 municípios), Pernambuco (122 municípios), Alagoas (38 municípios),  
127 Sergipe (29 municípios), Bahia (265 municípios) e Minas Gerais (85 municípios)  
128 (SUDENE, 2008).

129 É uma região onde predominam atividades econômicas como a pecuária e a  
130 agricultura, realizadas de maneira a aproveitar o melhor possível as condições naturais  
131 que se encontram na região (Ferreira et al., 2009), utilizando tecnologias tradicionais.  
132 Nela se encontra grande número de pequenos produtores, que vivem basicamente da  
133 produção familiar com grande presença de pobreza e baixo nível educacional,  
134 sociocultural e político (SUDENE, 2011).

135 A pecuária leiteira apresenta expressão econômica e social, por ser uma das poucas  
136 opções de produção na região. A atividade apresentou em quatro anos (2008 a 2011)  
137 crescimento no quantitativo de leite produzido, com média de 3843,5 milhões de litros  
138 (IBGE, 2012). Em 2012 ocorreu uma queda nesse quantitativo devido à falta de  
139 precipitações pluviométricas, que ocasionou redução do recurso forrageiro e elevação  
140 nos preços de alimentos tradicionais (ex. milho e soja). Esse fator resultou em queda na  
141 produção, encarecimento e dificuldade de obtenção de grãos, menor produção do  
142 potencial forrageiro e elevação dos custos de produção da atividade leiteira.

143 No Nordeste, o estado que se destacou na redução da produção de leite foi  
144 Pernambuco, apresentando uma perda de 36% da produção leiteira, sendo a região do  
145 Agreste a principal bacia leiteira do Estado (IBGE, 2012). Devido a problemas  
146 ocasionados pela estiagem, a produção de leite se torna atividade de risco, pois, com a  
147 redução na disponibilidade de forragem o produtor tende a aumentar o fornecimento de  
148 alimento concentrado. Entretanto, os grãos utilizados em rações apresentam grandes  
149 variações no preço ao longo do ano, devido às exportações e uso na alimentação  
150 humana e dos animais não ruminantes (Costa et al. 2012). A importação de grãos nas  
151 áreas onde longos períodos de estiagem são observados se torna necessária, o que eleva  
152 os custos finais de produção (Lima et al., 2011, Wanderley et al., 2012).

153 Alimentos alternativos utilizados na formulação de rações são uma alternativa para  
154 diminuir os custos de produção (Friedt e McKinnon, 2012) devido ao seu menor valor  
155 quando comparados aos alimentos tradicionais, como soja e milho. Entre os alimentos  
156 alternativos utilizados na alimentação animal, os subprodutos oriundos do  
157 processamento do trigo são uma boa opção, sendo o farelo de trigo o mais utilizado  
158 (Wesendonck et al., 2013).

159 O trigo é um cereal composto basicamente de três partes: endosperma, casca e  
160 germe. Após processamento do grão surgem os subprodutos, dentre eles o farelo de  
161 trigo, que é composto por tecidos que são encontrados no exterior do grão, como o  
162 pericarpo (película que recobre o grão), a testa (película que recobre a semente) e o  
163 aleurona, representando parcelas de 4 – 5%; 6 – 9% e 1%, respectivamente. Diante  
164 desta informação, constata-se que o farelo de trigo é formado basicamente por tecidos  
165 ricos em parede celular, ou seja, fração que apresenta baixa degradação. Segundo  
166 Esposito et al. (2005), o trigo constitui um alimento rico em fibras insolúveis (celulose,  
167 parte da hemicelulose e lignina), cerca de 35%. Sua utilização em altas concentrações

168 na alimentação de ruminantes poderia interferir no consumo voluntário (Mariz et al.,  
169 2013) devido aos altos valores de fração fibrosa não disponível à degradação ruminal e,  
170 conseqüentemente, menor taxa de passagem desse alimento no trato gastrointestinal.

171 Entretanto, maiores estudos devem ser realizados para determinar até que nível pode  
172 ser utilizado, em dietas para ruminantes, sem que ocorra comprometimento no consumo  
173 voluntário.

174 Outra alternativa, para tornar a produção mais sustentável é a utilização de espécies  
175 forrageiras adaptados ao ambiente, garantindo, dessa forma, maior resistência às  
176 irregularidades climáticas (Ferreira e Urbano, 2013).

177 A palma é uma alternativa bastante utilizada em regiões semiáridas (Leite et al.,  
178 2014) devido às características morfofisiológicas da espécie a que pertence (Cactaceae).  
179 Ferreira (2005) e Ferreira et al. (2007), em uma compilação de dados da literatura,  
180 mostraram a importância dessa forrageira para os sistemas de produção no semiárido. É  
181 uma forrageira plenamente adaptada, que pode ser fornecida aos ruminantes em grandes  
182 quantidades, atendendo grande parte das exigências de energia, quando associada a  
183 fontes de fibra fisicamente efetiva, e que se torna uma importante estratégia na  
184 sustentabilidade dos sistemas de produção nessas regiões. Pesquisas mostram bom  
185 desenvolvimento em áreas com baixa precipitação pluviométrica (200 mm/ano) e altas  
186 temperaturas.

187 As principais cultivares utilizadas na alimentação animal pertencem aos gêneros  
188 *Opuntia* (cultivares gigante e redonda) e *Nopalea* (cultivar doce). Em trabalhos  
189 encontrados na literatura são reportados a substituição de concentrados energéticos pela  
190 palma forrageira (Santos et al., 2011, Monteiro et al., 2014) devido ao alto teor de  
191 carboidratos não fibrosos (CNF) e alta palatabilidade, fatores importantes na dieta de

192 ruminantes. Outra característica favorável a sua utilização em regiões semiáridas é o  
193 alto teor de umidade; dietas com grandes quantidades dessa forrageira podem reduzir  
194 (Costa et al., 2009 e 2012; Vieira et al., 2008), ou até mesmo suprir a necessidade de  
195 água dos animais.

196 Entretanto, apresenta outras características como baixos teores fibra e proteína bruta  
197 (PB) que, em quantidades inferiores às exigências animais podem afetar no  
198 desenvolvimento e produção animal (Ferreira et al., 2009), ocasionando baixo  
199 desempenho, diarreias e diminuição no teor de gordura do leite (Araújo et al., 2008).

200 Em dietas formuladas com elevados níveis de palma forrageira é necessário o  
201 fornecimento de fonte proteica e de fibra fisicamente efetiva (Salem e Smith, 2008). A  
202 utilização de fontes de fibras associadas à palma forrageira em dietas para bovinos  
203 leiteiros evita diarreia, perda de peso, queda no teor de gordura do leite (Ferreira et al.,  
204 2009), além de permitir ruminação e salivação adequadas para manutenção dos  
205 parâmetros ruminais, pH e ácidos graxos de cadeia curta (Mertens, 1997).

206 A escolha do volumoso que será associado à palma forrageira deverá proporcionar  
207 adequado equilíbrio entre carboidratos não-fibrosos e fibrosos à dieta, além de  
208 apresentar ao produtor retorno financeiro compensatório.

209 Entre os volumosos disponíveis, a cana de açúcar merece atenção especial, pois  
210 apresenta alto potencial de produção de matéria seca por unidade de área com alto  
211 conteúdo energético por unidade de matéria seca (Teixeira et al., 2014). Millen et al.  
212 (2009) destacam ainda que o fornecimento da cana na bovinocultura é interessante, pois  
213 seria uma ótima opção de fonte de energia (oriunda da sacarose) na estação seca do ano,  
214 quando ocorre escassez de pastagens. Algumas formas de utilização da cana de açúcar  
215 são: *in natura*, ensilada ou como bagaço (Vázquez et al., 2011; Jesus et al., 2012;  
216 Pedreira et al., 2012; Mariz et al., 2013; Pessoa et al., 2013).

217 No entanto, assim como o farelo de trigo, a cana de açúcar apresenta fibra de baixa  
218 degradação ruminal (FDN), podendo induzir ao baixo consumo diário (Freitas et al.,  
219 2008). Segundo Sobreiras (2006), a FDN tem correlação negativa com a ingestão de  
220 alimentos. O menor consumo é decorrente de maior tempo de retenção desse material  
221 fibroso no rúmen.

222 Três fatores podem estar ligados à baixa degradação da cana: teor de FDA (maior  
223 participação da lignina quando comparada a FDN), comprimento dos colmos (cana de  
224 alta digestibilidade apresenta colmos mais curtos) e relação colmo/folha+palha, quanto  
225 maior a quantidade de colmo maior será a digestibilidade, pois no colmo encontra-se a  
226 sacarose que possui alta digestibilidade, enquanto que a parte vegetativa é rica em fibra  
227 de baixa digestibilidade (Teixeira et al., 2014).

228 Resultados favoráveis à utilização de cana na alimentação de bovinos com maior  
229 potencial de produção foram encontrados por Magalhães et. al. (2001), Corrêa et. al.  
230 (2003), Mendonça et. al. (2004), Costa et. al. (2005), Oliveira et. al (2007), Souza et. al.  
231 (2009), com vacas em lactação; e Andrade & Pereira (1999), Gallo et. al. (2000) e  
232 Rangel et. al. (2010) com novilhas.

233 Siécola Junior et al. (2014) forneceram a novilhas de origem leiteira  
234 aproximadamente 78% de cana despalhada e integral e observaram que o fato de retirar  
235 a palha da forrageira reduziu em 6,8 unidades percentuais o teor de FDN da cana. Nessa  
236 pesquisa, as novilhas alimentadas com cana sem palha tiveram um ganho de peso em  
237 torno de 1,4 kg/dia, enquanto que a dieta com cana integral o ganho foi de 1,125 kg/dia.  
238 O maior ganho de peso, segundo os autores, foi devido ao maior consumo diário de  
239 açúcares digestíveis encontradas nos colmos, evidenciando o alto valor energético da



240 forrageira para ruminantes já que não ocorreu suplementação com concentrados  
241 energéticos.

242 Estes resultados evidenciam o grande potencial que a cana apresenta em dietas  
243 adequadamente formuladas para ruminantes, quebrando dessa forma, um antigo  
244 paradigma quanto à utilização dessa forrageira para animais de alto desempenho.  
245 Porém, assim como a palma forrageira, a cana de açúcar apresenta como fator limitante,  
246 o baixo teor proteico, havendo a necessidade de suplementação proteica. A proteína se  
247 faz necessária na nutrição animal para que ocorra adequado crescimento e  
248 desenvolvimento, sendo 7% o teor mínimo de proteína bruta na dieta para ruminantes,  
249 necessário para manter condições adequadas no rúmen (Van Soest, 1994).

250 A ureia nesses casos é bastante utilizada como fonte de nitrogênio não-proteico  
251 (Ferreira et al., 2009; Castañeda et al., 2009), possibilitando redução dos custos com  
252 suplementação proteica para ruminantes, por ser mais viável economicamente quando  
253 comparada a fontes de proteína verdadeira (Santiago et al., 2013). Constitui um  
254 composto altamente solúvel no rúmen, produzindo amoníaco, o que torna necessário o  
255 fornecimento de uma fonte de energia prontamente disponível, de modo que os  
256 microrganismos possam utilizar eficientemente esse amoníaco (Barbosa et al., 2012).

257 Talvez, a alta concentração de carboidratos não fibrosos de rápida degradação  
258 presentes na palma (Batista et al., 2009) e da sacarose na cana de açúcar permitam a  
259 utilização de níveis mais altos de ureia na alimentação de ruminantes. Segundo Paixão  
260 et al. (2006), o nível máximo de utilização de ureia em rações e seus efeitos sobre a  
261 síntese microbiana, consumo e degradabilidade da dieta ainda não estão totalmente  
262 definidos.

263 Entretanto, trabalhos avaliando os benefícios da associação da palma forrageira e  
264 cana de açúcar ainda são escassos. Dessa forma, objetivou-se avaliar o efeito da  
265 substituição do farelo de trigo por palma forrageira mais ureia em dietas à base de cana  
266 de açúcar para novilho de origem leiteira.

267

- 269 ANDRADE, M.A.F.; PEREIRA, M.N. Performance of Holstein heifers on fresh  
270 sugarcane as the only dietary forage. **Journal of Dairy Science**, v. 82, p. 91, 1999.  
271 (Suppl. 1).
- 272 ARAÚJO, L.F.; SILVA, F. L. H.; BRITO, E. A.; et al. Enriquecimento protéico da  
273 palma forrageira com *Saccharomyces cerevisiae* para alimentação de ruminantes.  
274 **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.2, p.401-407,  
275 2008.
- 276 BARBOSA, J.G.; COSTA, R.G.; MEDEIROS, A.N.; QUEIROGA, R.C.R.E.;  
277 BATISTA, A.M.V.; MEDEIROS, G.R.; BELTRÃO FILHO, E.M. Use of different urea  
278 levels in the feeding of Alpine goats. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7,  
279 p.1713-1719, 2012.
- 280 BATISTA, A.M.V.; RIBEIRO NETO, A.C.; LUCENA, R.B.; SANTOS, D.C.;  
281 DUBEUX JUNIOR, J.B.; MUSTAFA, A.F. Chemical composition and ruminal  
282 degradability of spineless cactus grown in Northeastern Brazil. **Rangeland Ecology &**  
283 **Management**, v.62, n.3, p.297-301, 2009.
- 284 CASTAÑEDA, R.D.; BRANCO, E.F.; CONEGLIAN, S.M. et al. Substituição de ureia  
285 por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína  
286 microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos. **Acta Scientiarum, Animal Sciences**,  
287 v.31, n.3, p.271-277, 2009
- 288 CORREA, C.E.S.; PEREIRA, M.N.; OLIVEIRA, S.G. et al. Performance of Holstein  
289 cows fed sugar cane or corn silages of different grain textures. **Scientia Agricola**, v.60,  
290 p. 529-621, 2003.
- 291 COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.F. et al. Desempenho  
292 produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar  
293 ou concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**.v.24,  
294 p.2437-2445, 2005.
- 295 COSTA, R.G.; BELTRÃO FILHO, E.M.; MEDEIROS, A.N.; GIVISIEZ, P.E.N.;  
296 QUEIROGA, R.C.R.E.; MELO, A.A.S. Effects of increasing levels of cactus pear  
297 (*Opuntia ficus-indica* L. Miller) in the diet of dairy goats and its contribution as a source  
298 of water. **Small Ruminant Research**, v.82, p.62-65, 2009.
- 299 COSTA, R.G.; TREVIÑO, I.H.; MEDEIROS, G.R.; MEDEIROS, A.N.; OLIVEIRA,  
300 R.L. Effects of replacing corn with cactus pear (*Opuntia ficus indica* Mill) on the  
301 performance of Santa Inês lambs. **Small Ruminant Research**, v.102, p. 13-17, 2012.
- 302 ESPOSITO, F.; ARLOTTI, G.; BONIFATI, A.M.; NAPOLITANO, A.; VITALE, D.;  
303 FOGLIANO, V. Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-  
304 products. **Food Research International**, v.38, p.1167-1173, 2005.

- 305 FERREIRA, M.A. **Palma Forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife:  
306 Universidade Federal de Recife, 2005. 68p.
- 307 FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; AZEVEDO, M.; BISPO, S.V. et al. **Palma**  
308 **forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras**. Recife: Universidade Federal  
309 de Recife, 2007. 30p.
- 310 FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; AZEVEDO, M. Estratégias na  
311 suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. **Revista Brasileira de**  
312 **Zootecnia**, v.38, p.322-329, 2009 (supl. Especial).
- 313 FERREIRA, M.A.; URBANO, S.A. Novas tecnologias para alimentação de bovinos  
314 leiteiros na seca. **Revista Científica de Produção Animal**, v.15, n.1, p.42-52, 2013.
- 315 FREITAS, A.W.P.; ROCHA, F.C.; ZONTA, A.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.;  
316 ZONTA, M.C.M.; MACEDO, F.L. Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos  
317 alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. **Pesquisa Agropecuária**  
318 **Brasileira**, v.43, n.11, p.1569-1574, 2008.
- 319 FRIEDT, A.D. and McKINNON, J.J. Effects of feeding wheat bran and condensed  
320 liquid whey in diets of growing cattle. **Canadian Journal of Animal Science**, v.92,  
321 p.501-504, 2012 (Short Communication).
- 322 GALLO, V.B.; NUSSIO, L.G. Novos custos para cana-de-açúcar. In: **Boletim do leite**.  
323 Piracicaba, CEPEA/FEALQ, n. 74, 2000.
- 324 INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE – **Produção**  
325 **da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v.40, 2012, 71p.
- 326 JESUS, E.F.; CONTI, L.H.A.; TOMAZI, T.; DINIZ, M.E.; MIGLIANO, A.; SILVA,  
327 L.F.P.; RENNÓ, F.P.; SANTOS, M.V. Intake, nutrient digestibility and milk yield of  
328 dairy cows fed urea and two levels of crude protein in diets with sugar cane. **Journal of**  
329 **Animal and Veterinary Advances**, v.11, n.22, p.4135-4142, 2012.
- 330 LEITE, M.L.M.V.; SILVA, D.S.; ANDRADE, A.P.; PEREIRA, W.E.; RAMOS, J.P.F.  
331 Caracterização da produção de palma forrageira no Cariri Paraibano. **Revista Caatinga**,  
332 v.2, n.2, p.192-200, 2014.
- 333 LIMA, G.F.C.; SILVA, J.G.M.; AGUIAR, E.M.; FERREIRA, M.A.; RANGEL,  
334 A.H.N.; TORRES, J.F. Frutos-refugo de melão em substituição ao farelo de trigo na  
335 alimentação de vacas leiteiras. **Revista Caatinga**, v.24, n.3, p.190-197, 2011.
- 336 MAGALHÃES, A.L.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) em**  
337 **substituição à silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação**.  
338 Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado em  
339 Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2001.

340 MARIZ, L.D.S.; VALADARES FILHO, S.C; DETMANN, E.; PEREIRA, O.G.;  
341 PEREIRA, L.G.R.; MARCONDES, M.I.; SANTOS, S.A.; VILLADIEGO, D.;  
342 ZANETTI, D.; PRADOS, L.F.; NUNES, A.N. Intake and ruminal digestion determined  
343 using omasal and reticular digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane *in*  
344 *natura* or ensiled sugar cane compared with maize silage. **Livestock Science**, v.155,  
345 p.71-76, 2013.

346 MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Consumo,  
347 digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas  
348 leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de**  
349 **Zootecnia.**, v. 33, p.481-492, 2004.

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

352 MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B. et al. A snapshot of  
353 management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in  
354 Brazil. **Journal Animal Science**, v.87, p.3427-3439, 2009.

355 MONTEIRO, C.C.F.; MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; CAMPOS, J.M.S.; SOUZA,  
356 J.S.R.; SILVA, E.T.S.; ANDRADE, R.P.X.; SILVA, E.C. Replacement of wheat bran  
357 with spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of  
358 Holstein x Gyr heifers. **Tropical Animal Health Production**, v.46, p.1149-1154, 2014.

359 OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, S.C. *et.al.* Substituição do milho  
360 pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo,  
361 concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos  
362 nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia.**  
363 v.36, p.205-215,2007.

364 PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Ureia em dietas para  
365 bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de  
366 carcaça e produção microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2451-  
367 2460, 2006.

368 PEDREIRA, M.S.; BERCELLI, T.T.; PRIMAVERSI, O.; OLIVEIRA, S.G.;  
369 FRIGHETTO, R. LIMA, M.A. Influence of different supplements and sugarcane  
370 (*Saccharum officinarum* L.) cultivars on intake, digestible variables and methane  
371 production of dairy heifers under tropical conditions. **Tropical Animal Health**  
372 **Production**, v.44, p.1773-1778, 2012.

373 PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; WANDERLEY,  
374 W.L.; VASCONCELOS, P.C. Diferentes suplementos associados à palma forrageira em  
375 dietas para ovinos: consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais. **Revista**  
376 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.14, n.3, p.508-517, 2013.

- 377 RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S.; et al. Desempenho e  
378 Parâmetros Nutricionais de Fêmeas Leiteiras em Crescimento Alimentadas com  
379 Silagem de Milho ou Cana-de-açúcar com Concentrado. **Revista Brasileira de**  
380 **Zootecnia**, v.39, p.2518 - 2526, 2010.
- 381 SALEM, H.B.; SMITH, T. Feeding strategies to increase small ruminant production in  
382 dry environments. **Small Ruminant Research**, v.77, n.2, p.174-194, 2008.
- 383 SANTIAGO, A.M.F.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S.; VALADARES FILHO,  
384 S.C.; SANTOS, S.A; SOUZA, S.M.; SANTIAGO, I.F. Urea in sugarcane-based diets  
385 for dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.6, p.456-462, 2013.
- 386 SANTOS, J.R.S.; CEZAR, M.F.; SOUSA, W.H.; CUNHA, M.G.G.; PEREIRA FILHO,  
387 J.M.; SOUSA, D.O. Carcass characteristics and body components of Santa Inês lambs  
388 in feedlot fed on different levels of forage cactus meal. **Revista Brasileira de**  
389 **Zootecnia**, v.40, n.10, p.2273-2279, 2011.
- 390 SIÉCOLA JÚNIOR, S.; BITENCOURT, LL.; MELO, LQ.; SILVEIRA, V.A.; LOPES,  
391 N.M.; SILVA, J.R.M.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, N.M. Despalha da cana-de-  
392 açúcar e desempenho de novilhas e vacas leiteiras. **Arquivos Brasileiro de Medicina**  
393 **Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.1, p.219-228, 2014.
- 394 SOBREIRAS, G.F. Uso de cana-de-açúcar hidrolisada: alternativa para alimentação de  
395 ruminantes. **Revista Eletrônica Nutritime**, v.3, n.2, p.327-330, 2006.
- 396 SOUZA, D.P.; CAMPOS, J. M. S., VALADARES FILHO, S.C.; et al. Comportamento  
397 Ingestivo, Consumo e Digestibilidade de Nutrientes, Produção e Composição do Leite  
398 de Vacas Alimentadas Com Silagem de Milho ou Cana-de-açúcar com Caroço de  
399 Algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2053 - 2062, 2009.
- 400 SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Área de atuação da**  
401 **SUDENE – O Semiárido Nordestino**, 2011. URL:  
402 <[HTTP://www.sudene.gov.br/site/extra.php](http://www.sudene.gov.br/site/extra.php)>. Acesso em: 30 de abril de 2012.
- 403 SUDENE – Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste. **Nova Delimitação da**  
404 **Região Semiárida do Brasil**, 2008. URL:  
405 <[HTTP://www.sudene.gov.br/site/extra.php](http://www.sudene.gov.br/site/extra.php)>. Acesso em: 30 de abril de 2012.
- 406 TEIXEIRA, C.B.; RAMOS, M.H.; SANTOS, J.F.; CHAVES, M.L.; BITENCOURT,  
407 L.L.; PEREIRA, R.A.N.; RAMALHO, M.A.P.; PEREIRA, M.N. Variáveis  
408 agronômicas e químicas e degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. **Arquivos**  
409 **Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.66, n.3, p.870-878, 2014.
- 410 VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Cornell University  
411 Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.
- 412 VAZQUEZ, A.G.; RODRIGUES, J.M.P.; LÓPEZ, J.C.G.; LÁZARO, E. de la C.;  
413 PALOMERA, C.L.; HERNÁNDEZ, R.S. Nutritional value of sugarcane silage enriched

- 414 with corn grain, urea, and minerals as feed supplement on growth performance of steers  
415 grazing stargrass. **Tropical Animal Health Production**, v.43, p.215-220, 2011.
- 416 VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; CARVALHO, F.F.R.; NASCIMENTO,  
417 A.C.; ARAÚJO, R.F.S.; MUSTAFÁ, A.F. Effects of hay inclusion on intake, in vivo  
418 nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia*  
419 *ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.141, p.199-  
420 208, 2008.
- 421 WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C.;  
422 SANTOS, D.C.; URBANO, S.A.; BISPO, S.V. Silagens e fenos em associação à palma  
423 forrageira para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista**  
424 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.13, n.3, p.745-754, 2012.
- 425 WESENDONCK, W.R.; KESSLER, S.M.; RIBEIRO, A.M.L.; SOMENSI, M.L.;  
426 BOCKOR, L.; DADALT, J.C.; MONTEIRO, A.N.T.R.; MARX, F.R. Valor nutricional  
427 e energia metabolizável de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos  
428 em crescimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.48, n.2, p.203-210, 2013.

429

430

## **CAPÍTULO 2**

431

---

432

**Substituição do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base de cana de**

433

**açúcar para bovinos: consumo, comportamento ingestivo, digestibilidade e**

434

**dinâmica ruminal da fibra**

435

436



437 **Resumo**

438 Avaliou-se o efeito da substituição do farelo de trigo pela palma forrageira (0,  
439 25, 50, 75 e 100%) em dietas à base de cana de açúcar para bovinos, sobre ingestão de  
440 matéria seca (MS), fibra e nutrientes, comportamento ingestivo, digestibilidade aparente  
441 total e parcial (ruminal e intestinal) obtida a partir de amostras de digesta coletada no  
442 omaso. Cinco novilhos mestiços (½ Holandês-Zebu com peso médio inicial de  $160 \pm$   
443 5,3 kg) com cânulas no rúmen foram distribuídos em quadrado latino 5 x 5. Seis  
444 amostras de digesta omasal foram coletadas em intervalos de 12 horas. O esvaziamento  
445 ruminal foi realizado manualmente através da cânula ruminal para determinar o pool  
446 ruminal da MS, FDN e FDNi, além das taxas de: ingestão (ki), passagem (kp),  
447 degradação FDN (kd) e passagem da FNDi (kpi). O consumo de nutrientes apresentou  
448 efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com consumo máximo de matéria seca (MS; 5,73 kg/dia),  
449 carboidratos não fibrosos (CNF; 4,63 kg/dia) e matéria orgânica digestível (3,45 kg/dia)  
450 estimados com 54,63; 60,00 e 43,17% de substituição, respectivamente. Não houve  
451 efeito para os tempos de alimentação, ruminação e ócio ( $P > 0,05$ ). Houve aumento linear  
452 ( $P < 0,05$ ) na digestibilidade aparente total e ruminal da PB com o aumento da palma  
453 forrageira na dieta. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) sobre as digestibilidades total e parcial da  
454 MO e FDN e sobre a digestibilidade intestinal da PB. Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) para o  
455 pool ruminal de MS, FDN e FDNi. As taxas de ingestão, passagem e degradação da  
456 FDN e de passagem da FDNi apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) com maiores  
457 concentrações estimadas com 56,07; 56,12; 59,0 e 55,2%, respectivamente.  
458 Recomenda-se substituir 55% do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base  
459 de cana de açúcar.

460 Palavras-chave: digestibilidade, fibra, ruminação, taxa de degradação, taxa de passagem

461

462 **Abstract**

463           The effect of replacing wheat bran with spineless cactus (0, 25, 50, 75, and  
464 100%) in sugar cane-based diets on the intake of nutrients, ingestive behavior, and  
465 rumen digestibility of the steers was assessed using digested samples collected from the  
466 omasum. Five crossbred steers (½ Holstein-Zebu; average initial weight of 160 kg)  
467 were fitted with cannulas in the rumen and then assigned to a 5 × 5 Latin square design.  
468 Six samples of omasal digesta were collected for three days at 12-h intervals. Rumen  
469 evacuation was performed manually via the rumen cannula to determine the rumen pool  
470 of dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF and NDFi), ingestion (ki), passage  
471 (kp) and degradation (NDF) rates, and the passage of NDFi (kpi). The nutrient intake  
472 displayed quadratic effect ( $P<0.05$ ), with a maximum intake of DM ( $5.73 \text{ kg d}^{-1}$ ), non-  
473 fiber carbohydrates (NFC,  $4.63 \text{ kg d}^{-1}$ ), and digestible organic matter (DOM,  $3.45 \text{ kg d}^{-1}$ )  
474 estimated at replacement levels of 54.63, 60.00, and 43.17%, respectively. The  
475 replacement levels showed no effect on feeding, rumination, and idle time ( $P>0.05$ ).  
476 There was a linear increase ( $P<0.05$ ) in the apparent total and ruminal digestibility of  
477 CP as the spineless cactus content in the increased (Table 5). There was no effect  
478 ( $P>0.05$ ) on total and partial digestibilities of OM and NDF and on intestinal  
479 digestibility of CP. No effect ( $P>0.05$ ) was observed on the rumen pool of DM, NDF,  
480 and NDFi. Furthermore, ki, kp, NDF degradation, and NDFi passage rates displayed  
481 quadratic effect ( $P<0.05$ ) with higher concentrations estimated for replacement levels of  
482 56.07, 56.12, 59.00, and 55.20%, respectively. On the basis of these results, replacing  
483 55% wheat bran in the diet with spineless cactus in sugar cane-based diets is  
484 recommended.

485 **Keywords:** digestibility, degradation rate, fiber, passage rate, rumination

486

## 487 **Introdução**

488 A região semiárida do Nordeste brasileiro se caracteriza por frequentes secas,  
489 precipitações médias anuais inferiores a 800 mm, elevadas temperaturas (média 27°C) e  
490 pela presença do bioma caatinga (SUDENE, 2011). A pecuária leiteira, uma das poucas  
491 opções de produção na região, apresenta importância econômica e social. No entanto,  
492 essa atividade apresenta grande risco durante as épocas de estiagens quando ocorre  
493 redução nos recursos alimentares, e os produtores são obrigados a aumentar o  
494 fornecimento de alimentos concentrados, o que aumenta o custo do sistema de  
495 produção.

496 A utilização de alimentos em opção ao uso do milho e farelo de soja é uma  
497 estratégia potencial na formulação de rações para bovinos durante épocas de escassez  
498 forrageira, além de auxiliar na redução dos custos com alimentação. O farelo de trigo,  
499 subproduto do processamento do trigo, apresenta-se como opção viável na alimentação  
500 de ruminantes (Wesendonck et al., 2013) devido à elevada produção e disponibilidade  
501 do produto. Contudo, por ser um alimento rico em fibras insolúveis (Esposito et al.,  
502 2005), sua utilização em altas concentrações na dieta de ruminantes pode interferir no  
503 consumo voluntário (Mariz et al., 2013), como consequência da maior retenção no  
504 rúmen e menor taxa de passagem. Além disso, a utilização exclusiva do farelo de trigo  
505 no Nordeste tende a elevar os custos com alimentação, já que o mesmo é importado de  
506 grandes centros comerciais distantes do Nordeste.

507 A substituição do farelo de trigo por um alimento local como a palma forrageira  
508 apresenta-se como potencial solução para tornar o sistema de produção mais sustentável  
509 e menos dependente dos grãos. Os principais atributos que justificam a importância da  
510 palma forrageira são o elevado teor de carboidratos não fibrosos (640-710 g/kg MS) e  
511 de água (850-900 kg/kg) (Nefzaoui & Ben Salem, 2002), essencial em regiões atingidas

512 por secas severas. Entretanto, a palma forrageira contém reduzido teor de proteína bruta  
513 (40-50 g/kg MS) e de fibra em detergente neutro (200-300 g/kg MS) (Ferreira et al.,  
514 2009). Para superar tais limitações, sugere-se a utilização de cana de açúcar como fonte  
515 de fibra efetiva, por ser um volumoso bastante utilizado no Brasil devido ao alto  
516 potencial de produção de matéria seca por unidade de área e alta concentração de  
517 sacarose como fonte de energia (Millen et al., 2009); e ainda permite utilizar fonte de  
518 nitrogênio não proteico (ureia) para correção da proteína das dietas.

519 Ao substituir um alimento tradicionalmente utilizado na alimentação animal por um  
520 alimento alternativo, é importante analisar os efeitos sobre o desempenho. De acordo  
521 com Mariz et al. (2013), as diferenças no desempenho animal podem ser explicadas por  
522 meio de estudos onde avaliam-se diferentes sítios de digestão dos nutrientes e as taxas  
523 de digestão da fibra.

524 Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a digestibilidade ruminal da matéria seca  
525 e de outros constituintes da dieta utilizando amostras obtidas no omaso e avaliar o  
526 consumo e digestibilidade de dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo  
527 de trigo pela palma forrageira para novilhos.

## 528 **1. Material e Métodos**

529 Todos os procedimentos envolvendo animais foram aprovados pela CEUA  
530 (protocolo N° 23082006199/2012), conforme Comitê Brasileiro de Experimentação e  
531 Cuidados com Animais (Brasil, 2000).

532 O estudo foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal  
533 Rural de Pernambuco, localizado em Recife, Pernambuco, Brasil. Foram utilizados  
534 cinco novilhos mestiços (Holandes × Zebu) fistulados (rúmen) com peso médio corporal  
535 (PC) de  $160 \pm 5,3$  kg, distribuídos em quadrado latino 5 x 5.

536 O experimento teve duração de 80 dias, correspondendo a cinco períodos de 16  
537 dias cada, onde os sete primeiros dias foram atribuídos à adaptação dos animais às  
538 dietas experimentais, e os nove restantes às coletas de amostras. Os animais foram  
539 pesados, identificados e vermifugados antes do início do período experimental e  
540 alojados em baias individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

541 A composição química e proporções dos ingredientes, assim como a composição  
542 química das dietas estão representadas nas Tabelas 1 e 2. Os tratamentos foram  
543 compostos por cinco dietas contendo palma forrageira miúda (*Nopalea cochenillifera*  
544 Salm Dyck) e cana de açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) variedade RB 92579, grãos  
545 de milho, farelo de trigo e ureia. Os tratamentos consistiram na substituição parcial e  
546 total do farelo de trigo por palma forrageira nas seguintes proporções: 0% para a dieta  
547 basal, 25, 50, 75 e 100%. A ureia foi adicionada às dietas com o objetivo de ajustar o  
548 teor de proteína bruta (PB) para 130 g/kg de MS. A cana de açúcar *in natura* e palma  
549 forrageira, ambas com idade de aproximadamente dois anos, foram picadas diariamente  
550 e, em seguida, fornecidas aos animais. A análise quanto ao teor de material seco (MS)  
551 da cana e palma foram realizadas semanalmente.

#### 552 1.1.1. Procedimentos experimentais e amostragem

553 As dietas foram fornecidas *ad libitum*, permitindo sobras de cerca de 120 g/kg  
554 de MS. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 06h00 (60%) e 18h00  
555 (40%). Amostras dos alimentos frescos e sobras foram coletados diariamente durante o  
556 período de coleta e pré-secas em estufa de ventilação forçada (60°C). No preparo dos  
557 concentrados a amostragem dos ingredientes foi realizada. Todas as amostras foram  
558 processadas em moinho de facas utilizando peneiras de crivo de 2mm. Após cada

559 amostra ser homogeneizada foi dividida em duas porções, sendo uma das porções moída  
560 a 1 mm e a outra a 2mm.

561 Foi realizada a coleta total de fezes do 8º ao 10º dia de cada período  
562 experimental. As amostras de defecação espontânea foram congeladas (-20°C) para  
563 posteriores análises.

564 Seis amostras de digesta omasal foram coletadas em intervalos de 12 horas entre  
565 o 11º e 13º dias do período de coleta. No 11º dia, as amostras foram coletadas às 10h00  
566 e 22h00, no 12º às 08h00 e 20h00 horas e no 13º às 06h00 e 18h00 horas. Para a coleta  
567 foi utilizada a técnica descrita por Huhtanen et al. (1997) adaptada: para a coleta, usou-  
568 se uma sonda onde uma das suas extremidades foi introduzida, através da fístula  
569 ruminal, no orifício retículo-omaso; a outra extremidade foi acoplada a uma das  
570 aberturas de um balão Kitassato, sendo uma bomba de vácuo acoplada a outra abertura  
571 do balão. Cerca de 800 ml de digesta era retirada e congelada (-20°C).

572 Para determinação do fluxo omasal, foi utilizada. à fibra em detergente neutro  
573 indigestível (FDNi) como marcador. Após as coletas, as amostras foram congeladas (-  
574 20°C) para posterior análise. No final de cada período experimental, as amostras foram  
575 descongeladas à temperatura ambiente e filtradas em filtro de nylon de 100 microns  
576 Posteriormente, essas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C).

577 No 14º dia foi realizado o esvaziamento ruminal 4 horas após à alimentação  
578 matinal e no 16º dia o procedimento foi realizado imediatamente antes do fornecimento  
579 da alimentação. O esvaziamento teve como objetivo determinar as taxas de indigestão e  
580 os “pools” ruminais (volume) para cada tratamento, utilizando a técnica descrita por  
581 Allen e Linton (2007). Após o esvaziamento do rúmen, o peso total da digesta foi  
582 contabilizado, seguido por filtração através de tecido de algodão para separação das

583 fases sólida e líquida. Uma amostra representativa de ambas as fases foi coletada e  
584 congelada (-20°C) para posterior análise de MS, fibra em detergente neutro (FDN) e  
585 fração indigestível (FDNi). Após amostragem, as fases foram novamente misturadas, e  
586 a digesta remanescente foi devolvida ao rúmen.

587 As amostras de digesta omasal, fezes e conteúdo ruminal, ao final do período de  
588 amostragem, foram pré-secas em estufa (60°C). Amostras compostas de sobras, fezes e  
589 digesta omasal foram feitas com base no peso seco ao ar para cada animal/período,  
590 sendo devidamente identificadas e armazenadas em recipientes de plástico para  
591 posteriores análises.

592 O comportamento alimentar dos animais foi avaliado cinco vezes durante o  
593 experimento, no 7º dia de cada período experimental. Os novilhos foram observados a  
594 cada 5 minutos durante 24 horas consecutivas, começando imediatamente após o  
595 fornecimento da alimentação matinal. As atividades registradas foram: alimentação,  
596 ruminação e ócio. Foram calculadas as eficiências de alimentação e ruminação kg (h<sup>-1</sup>)  
597 da MS e FDN. As eficiências de ruminação foram calculadas dividindo-se à ingestão de  
598 MS e FDN pelo tempo total de ruminação.

#### 599 *1.1.2. Análises químicas e cálculos*

600 As amostras de alimentos, sobras, fezes, conteúdo ruminal e digesta omasal  
601 foram analisadas quanto ao teor de MS por secagem em estufa a 105°C por 12 horas. As  
602 amostras também foram analisadas quanto aos teores de cinzas, extrato etéreo (EE) e PB  
603 de acordo com métodos da AOAC (2000). Também foi calculada a matéria orgânica  
604 digestível (MOD). Análises de FDN seguindo o método descrito por Mertens (2002),  
605 utilizando alfa-amilase estável ao calor, sem o uso de sulfito de sódio, e corrigida para  
606 cinza residual. A FDN também foi corrigida para conteúdos de compostos nitrogenados,

607 utilizando o método descrito por Licitra et al. (1996). Todas essas análises foram  
608 realizadas em amostras processadas em moinhos com peneira de crivo 1mm.

609 Para quantificação do conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi utilizada  
610 a equação de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010) da seguinte forma:  $CNF =$   
611  $1000 - [(PB - PBu + U) + FDNcp + EE + MM]$ ; onde PB = teor de proteína bruta; PBu =  
612 proteína bruta oriunda da ureia; U = teor de ureia; FDNcp = teor de fibra em detergente  
613 neutro corrigida para cinzas e compostos nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM  
614 = teor de material mineral. Todos os termos foram expressos como  $g\ kg^{-1}\ MS$ .

615 O teor de FDNi foi calculado nas amostras de fezes, digesta omasal e alimentos,  
616 todos moídos e processados em peneira de crivo 2mm. As amostras foram incubadas no  
617 rúmen de dois bovinos adultos por 288 horas, de acordo com metodologia descrita por  
618 Valente et al. (2011). O fluxo omasal foi calculado de acordo com metodologia descrita  
619 por France e Siddons (1986).

620 As taxas de ingestão (ki), passagem (kp), degradação da FDN (kd) e FDNi (kpi)  
621 foram calculadas dividindo-se a ingestão diária e o fluxo no omaso pelos respectivos  
622 pools ruminais (Allen e Linton, 2007).

### 623 1.1.3. Análise estatística

624 O dados obtidos foram analisados utilizando o delineamento experimental  
625 quadrado latino 5 x 5, usando o procedimento MIXED do SAS 9.4 de acordo com o  
626 modelo:

$$627 Y_{ijk} = \mu + D_i + a_j + p_k + \varepsilon_{ijk},$$

628 onde,  $\mu$  é uma constante;  $D_i$  o efeito fixo da dieta I;  $a_j$  é o efeito aleatório dos animais;  
629  $p_k$  é o efeito aleatório do período experimental k; e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório não observável.



630 Após análise de variância, foi avaliada à importância dos efeitos lineares e  
631 quadráticos obtidos com a substituição do farelo de trigo por palma forrageira. Foi  
632 adotado valor de significância de 0,05 como valor crítico da probabilidade de erro tipo  
633 1.

## 634 **2. Resultados**

635 Comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) foi observado para o consumo da MS e dos  
636 demais nutrientes (Tabela 3). Os consumos máximos de MS, MS (%PC), MO, PB,  
637 FDN<sub>cp</sub>, CNF<sub>cp</sub> e MOD foram estimados em 5,73; 3,15 ( $\text{kg/d}^{-1}\text{PC}$ ); 5,12; 0,83; 1,69;  
638 2,76 e 3,45  $\text{kg/d}^{-1}$  com 54,63; 52,08; 50,46; 56,73; 51,21; 60,0 e 43,17% de substituição,  
639 respectivamente.

640 Os tempos despendidos para atividades de alimentação, ruminação e ócio não  
641 foram alterados ( $P > 0,05$ ) pelos níveis de substituição, com valores médios registrados  
642 de 310,9; 443,9 e 684,6  $\text{min d}^{-1}$  (Tabela 4). No entanto, efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) foi  
643 verificado para as eficiências de alimentação ( $1490 \text{ g MS h}^{-1}$ ) e eficiência de ruminação  
644 da MS ( $890 \text{ g MS h}^{-1}$ ), cujos valores máximos e mínimos, respectivamente, foram  
645 verificados para 50 e 25% de substituição do farelo de trigo por palma forrageira,  
646 respectivamente. A eficiência de ruminação de FDN não foi alterada ( $P > 0,05$ ),  
647 apresentando valor médio de  $243,6 \text{ g FDN h}^{-1}$ .

648 Houve aumento linear ( $P < 0,05$ ) nas digestibilidades aparente total e ruminal da  
649 PB com o aumento da palma forrageira na dieta (Tabela 5). Não houve efeito ( $P > 0,05$ )  
650 sobre a digestibilidade total e parcial da MO e sobre a digestibilidade intestinal da PB.  
651 A digestibilidade total da FDN<sub>cp</sub> aumentou linearmente, enquanto que a intestinal  
652 diminuiu.

653 Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos níveis de substituição sobre o pool ruminal de MS,

654 FDN e FDNi. As taxas de ingestão ( $0,0543 \text{ h}^{-1}$ ), passagem ( $0,0313 \text{ h}^{-1}$ ), degradação  
655 ( $0,0233 \text{ h}^{-1}$ ) e de passagem da FDNi ( $0,0388 \text{ h}^{-1}$ ) apresentaram comportamento  
656 quadrático ( $P < 0,05$ ), com valores máximos observados em 56,07; 56,12; 59,0 e 55,2%  
657 de substituição, respectivamente, mesmo padrão observado para o consumo voluntário.

### 658 **3. Discussão**

659 O aumento no consumo de MS ( $\text{kg d}^{-1}$ ) observado até 54,63% de substituição  
660 (Tabela 3) se deve a inclusão da palma forrageira, que apresenta melhor padrão de  
661 degradação ruminal da fibra em comparação ao farelo de trigo e a cana de açúcar (Lins,  
662 2014). A degradação mais rápida auxilia o aumento no fluxo de digesta no trato  
663 gastrointestinal, e, conseqüentemente, aumenta a ingestão de alimentos. Esse padrão  
664 pode ser confirmado pelo aumento na taxa de degradação da fibra até 54,63% de  
665 substituição (Tabela 6).

666 Apesar disso, a digestibilidade no rúmen não foi modificada pela inclusão da  
667 palma nas dietas (Tabela 5). No entanto, deve ser levado em conta que tanto a  
668 degradação da fibra e a passagem tenham sido modificadas de forma semelhante. A  
669 partir disto, pode-se afirmar que a digestibilidade ruminal da FDNcp não foi alterada  
670 porque o tempo de permanência no rúmen foi diminuído.

671 Tal aumento simultâneo em ambas as taxas é capaz de deixar a digestibilidade  
672 FDN inalterada (Detmann et al. 2009). No entanto, aumento da degradação e taxa de  
673 passagem até o nível de substituição de 56,12 e 59,0, respectivamente, evidenciam  
674 melhorias na dinâmica ruminal da fibra com a inclusão da palma forrageira na dieta. Por  
675 outro lado, a qualidade da fibra dos alimentos utilizados na alimentação dos animais  
676 influencia diretamente no consumo voluntário. O farelo de trigo e a cana de açúcar são  
677 alimentos que apresentam baixa degradação da fibra, e o uso desses componentes em  
678 altas concentrações pode reduzir o consumo voluntário (Freitas et al., 2008; Mariz et al.,

679 2013). O tratamento sem palma forrageira proporcionou o menor consumo de alimentos  
680 (Tabela 3), provavelmente devido à maior quantidade de farelo de trigo presente nessa  
681 dieta.

682 Outro possível fator seria a forma de processamento dos alimentos. Segundo  
683 Ferreira et al. (2011), a palma processada em máquina forrageira pode estimular o  
684 consumo, uma vez que exposta a mucilagem, outros alimentos como a ureia e o farelo  
685 de trigo, podem aderir a suas partículas, evitando a seleção pelos animais.

686 A diminuição na ingestão de alimentos apresentou mesmo comportamento da taxa  
687 de passagem para os níveis acima de 54,63%. É importante notar que, em condições  
688 normais de alimentação (sem desequilíbrio nutricional), pode-se perceber que a taxa de  
689 passagem é regulada pela ingestão (Pittroff e Kothmann, 1999), o que pode explicar o  
690 comportamento quadrático semelhante para o consumo voluntário (Tabela 3) e a taxa de  
691 passagem da fibra (Tabela 6). Portanto, o efeito de preenchimento do rúmen pela fibra  
692 será determinado principalmente pela taxa de degradação e pela proporção de FDN,  
693 potencialmente a FDN<sub>i</sub> (Detmann et al., 2014).

694 A causa provável para o efeito negativo dos altos níveis de palma forrageira na  
695 dieta sobre o consumo voluntário (a partir de 54,63% de substituição) foi o alto teor de  
696 umidade presente nesse alimento, o que aumenta a sua capacidade de ocupar espaço no  
697 ambiente ruminal (Gebremarian et al., 2006). Deve notar-se que nenhum efeito no que  
698 diz respeito a MS e o pool de FDN no rúmen foi aqui detectado (Tabela 6). O teor de  
699 MS da palma forrageira foi 105,5 g kg<sup>-1</sup> (Tabela 1). De acordo com Minson (1990),  
700 teores de água nas forragens superiores a 780 g kg<sup>-1</sup> podem comprometer a ingestão  
701 voluntária, que concorda com a declaração anterior. Outra causa provável para a  
702 redução do consumo foi possivelmente devido ao excesso de nitrogênio rapidamente  
703 degradável no rúmen (ureia).

704 As variáveis comportamentais analisadas não foram influenciadas pela  
705 substituição do farelo de trigo por palma mais ureia (Tabela 4). A atividade de  
706 ruminação é estimulada pela presença de fibra fisicamente efetiva (Colenbranden et al.,  
707 1991). Portanto, a falta de efeito para esse parâmetro pode ter ocorrido devido ao fato  
708 dos níveis de cana de açúcar serem semelhante para todos os tratamentos, evidenciando  
709 a efetividade próxima da palma ao farelo de trigo. Por outro lado, o comportamento  
710 quadrático verificado para a eficiência de alimentação e ruminação (massa por unidade  
711 de tempo) da MS parece refletir os padrões observados no consumo voluntário e na taxa  
712 de ingestão (Tabela 6). Considerando-se as diferenças observadas entre os tratamentos  
713 para tempo gasto para alimentação e ruminação (Tabela 4), as eficiências de  
714 alimentação e ruminação devem ser proporcionais à ingestão.

715 A cana de açúcar provoca aumento no tempo de retenção do alimento no rúmen, e  
716 isso influencia o aumento na digestibilidade, pois o alimento terá uma exposição mais  
717 longa à ação dos microrganismos, aumentando a degradação desse material. O nível de  
718 cana de açúcar utilizado nos tratamentos foi semelhante, o que pode ter contribuído para  
719 a ausência de efeito observado para a digestibilidade total da MS (Tabela 5).

720 A digestibilidade total da proteína aumentou à medida que a palma mais ureia  
721 foram incluídas na dieta (Tabela 5). A degradação da PB pode ser influenciada pela  
722 relação entre nitrogênio não-proteico (NNP - ureia) e proteína verdadeira (farelo de  
723 trigo). O NNP é de fácil degradação e absorção, enquanto que a proteína verdadeira  
724 possui ligações peptídicas que dificultam o acesso microbiano à molécula de proteína se  
725 tornando mais resistente à degradação microbiana (Barbosa et al., 2012).

726 O aumento na digestibilidade da FDNcp foi, provavelmente, devido à substituição  
727 de alimento com altos níveis de fibra não digestível (farelo de trigo) por um alimento

728 rico em hidratos de carbono não-fibrosos (palma forrageira). Conforme resultados deste  
729 estudo, a substituição do farelo de trigo por palma forrageira aumentou as taxas de  
730 degradação e passagem, o que contribuiu para o aumento da digestibilidade.

731 Ao fornecer forragens de baixa qualidade, a maior parte da fibra é digerida no  
732 rúmen (Koster et al., 1996), mas, quando a dieta consiste de forragens de alta qualidade  
733 e sub-produtos com elevado teor de fibra, uma porção da fibra, que é potencialmente  
734 digestível, pode escapar do rúmen e ser digerida pós-rumen (Pantoja et al., 1994). Em  
735 relação ao comportamento observado para a digestibilidade aparente intestinal da FDN  
736 foi a passagem de partículas de palma forrageira do rúmen para o intestino sem ser  
737 degradada.

738 O aumento observado para a digestibilidade ruminal da PB se deve,  
739 principalmente, pela substituição da proteína verdadeira do farelo de trigo pela ureia  
740 (NNP). A ureia é uma fonte de nitrogênio não-proteico de rápida e total degradação no  
741 rúmen (Eustáquio Filho et al., 2008), que pode ter contribuído para o aumento da  
742 digestibilidade ruminal da PB. Portanto, a quantidade de ureia ingerida foi aumentando  
743 à medida que foi substituindo o farelo de trigo por palma forrageira.

744 Apesar de não haver diferenças para o “pool” de MS, FDN e FDNi encontrados  
745 no rúmen (Tabela 6), observa-se uma tendência de aumento nos tratamentos sem palma  
746 forrageira e o tratamento com 100% de substituição, o que é provavelmente devido à  
747 maior quantidade de fibra não digerível proveniente do farelo de trigo. Este  
748 comportamento refletiu nas variáveis de dinâmica ruminal. Para estes tratamentos (0 e  
749 100% de substituição), menores taxas de ingestão, passagem, degradação da FDN e  
750 FDNi foram observados. A utilização da cana de açúcar resulta em altas concentrações  
751 de fibra de baixa digestibilidade no rúmen (Pinto et al., 2009), o que resulta em redução

752 da taxa de passagem e conseqüentemente menor taxa de ingestão de alimento. A falta de  
753 efetividade da fibra da palma pode ter causado o aumento observado para o ki, kp, kd e  
754 kpi até os níveis de substituição de 56,07; 56,12; 59,0 e 55,2%, respectivamente.

#### 755 **4. Conclusões**

756 O farelo de trigo pode ser substituído por palma forrageira até 55% em dietas para  
757 bovinos mestiços, por promover maior consumo voluntário e beneficiar a dinâmica da  
758 fibra no rúmen.

#### 759 **Referências**

760 Allen, M.S., Linton, J.A.V., 2007. In vivo methods to measure digestibility and  
761 digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: Rennó, F.P., Silva, L.F.P. (Eds.),  
762 Proceedings of the Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em  
763 Nutrição de Ruminantes, 2007. Pirassununga, São Paulo, Brasil. pp. 72–89.

764 AOAC, O., 2000. Cial Methods of Analysis. Association of Official Analytical  
765 Chemists, Arlington, VA. 937.

766 Barbosa, J.G., Costa, R.G., Medeiros, A.N., Queiroga, R.C.R.E., Batista, Â.M.V.,  
767 Medeiros, G.R., Beltrão Filho, E.M., 2012. Use of different urea levels in the feeding  
768 of Alpine goats. Rev. Bras. de Zootec., 41, 1713-1719.

769 Brasil, 2000. Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA).  
770 Instrução Normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. Lex: Diário Oficial da União de  
771 24 de janeiro de 2000, Seção 1, 14–16.

772 Colenbrande, V.F., Noller, C.H. and Grant. R.J., 1991. Effect of fiber content and  
773 particle size of alfafa silage on performance and chewing behavior. J. Dairy Sci., 74,  
774 2681-2690.

775 Detmann, E., Gionbelli, M.P., Huhtanen, P. 2014. A meta-analytical evaluation of the  
776 regulation of voluntary intake in cattle fed tropical forage-based diets. *J. Anim. Sci.*,  
777 92, 4632-4641.

778 Detmann, E., Valadares Filho. S.C., 2010. On the estimation of non-fibrous  
779 carbohydrates in feeds and diets. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoo.*, 62, 980-984.

780 Esposito, F., Arlotti, G., Bonifati, G.M., Napolitano, A., Vitale, D., Fogliano, V., 2005.  
781 Antioxidant activity and dietary fibre in durum wheat bran by-products. *Food*  
782 *Research International*, 38, 1167-1173

783 Eustáquio Filho, A., Santos, P.E.F., Yamamoto, S.M., 2008. Utilização de ureia como  
784 fonte de nitrogênio não proteico (NNP) para ruminantes. *Pubvet*, 2, 32.

785 Ferreira, M. A., Pessoa, R.A.S., Silva, F.M., Bispo, S.V., 2011. Palma forrageira e ureia  
786 na alimentação de vacas leiteiras. (EDUFRPE, Recife).

787 Ferreira, M.A., Silva, F.M., Bispo, S.V., Azevedo, M., 2009. Estratégias na  
788 suplementação de vacas leiteiras no semi-árido do Brasil. *Rev. Bras. Zootec.*, 38,  
789 322-329.

790 France, J., Siddons, R.C., 1986. Determination of digesta flow by continuous marker  
791 infusion. *J. Theor. Biol.* 121, 105–119.

792 Freitas, A.W.P., Rocha, F.C., Zonta, A., Fagundes, J.L., Fonseca, R., Zonta, M.C.M.,  
793 Macedo, F.L., 2008. Consumo de nutrientes e desempenho de ovinos alimentados  
794 com dietas à base de cana-de-açúcar hidrolisada. *Pesq. Agropec. Brasil.*, 43, 1569-  
795 1574.

796 Huhtanen, P., Brotz, P.G., Satter, L.D., 1997. Omasal sampling technique for assessing  
797 fermentative digestion in the forestomach of dairy cows. *J. Anim. Sci.*, 75,1380-1392

798 Koster, H.H., Cochran, R.C., Titgemeyer, E.C., Vanzan, E.S., Abdelgadir, I., St-Jean,  
799 G., 1996. Effect of increasing degradation intake protein on intake and digestion of  
800 low-quality, tall-grass-prairie forage by beef cows. *J. Anim. Sci.*, 74: 2473-2481

801 Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for  
802 nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, 57, 347-358.

803 Lins, S.E.B., 2014. Palma com ureia em dietas à base de cana-de-açúcar corrigida para  
804 ovinos fistulados no rúmen. (Universidade Federal Rural de Recife).

805 Mariz, L.D.S., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Pereira, O.G., Pereira, L.G.R.,  
806 Marcondes, M.I., Santos, S.A., Villadiego, F.A.C., Zanetti, D., Prados, L.F., Nunes,  
807 A.N., 2013. Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular  
808 digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane in natura or ensiled sugar  
809 cane compared with maize silage. *Livestock Sci.*, 155, 71-76.

810 Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent  
811 fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *J. AOAC*  
812 *Intern.*, 85, 1217-1240.

813 Millen, D.D., Pacheco, R.D.L., Arrigoni, M.D.B., Galyean, M.L., Vasconcelos, J.T.,  
814 2009. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by  
815 feedlot nutritionists in Brazil. *J. Anim. Sc.*,87, 3427-3439.

816 Nefzaoui, A., Ben Salem, H., 2002. Forage, fodder, and animal nutrition. In: Nobel,  
817 Park S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, Berkeley and  
818 Los Angeles, CA, pp. 199–210.



819 Pantoja, J., Firkins, J.L., Eastridge, M.L., Hull, B.L. 1994. Effects of fat satyraton and  
820 source of fiber on site of nutrient digestion and Milk production by lactating dairy  
821 cows. J. Dairy Sci., 77, 2314-2356.

822 Pinto, A.P., Nascimento, W.G., Abrahão, J.J.S., Perotto, D., Moletta, J.L., Lugão,  
823 S.M.B. 2009. Digestibilidade, consumo, desempenho e características de carcaças de  
824 tourinhos mestiços confinados com cana-de-açúcar ou silagem de sorgo. R. Bras.  
825 Zootec., 38, 2258-2263.

826 Pittroff, W., and M. M. Kothmann. 1999. Regulation of intake and diet selection by  
827 herbivores. In: H. J. Jung and G. C. Fahey Jr., editors, Nutritional ecology of  
828 herbivores. American Society of Animal Science, Savoy, IL. p. 366–422.

829 Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste – SUDENE, 2011. O semiárido  
830 nordestino. <<http://www.sudene.gov.br/site/extra.php>>. Access in: 30 April 2012.

831 Valente, T.N.P., Detmann, E., Valadares Filho, S.C., Cunha, M., Queiroz, A.C.,  
832 Sampaio, C.B. 2011. *In situ* estimation of indigestible compounds contents in cattle  
833 feed and feces using bags made from different textiles. Rev. Bras. Zootec., 40, 666-  
834 675.

835 Wesendonck, W.R., Kessler, S.M., Ribeiro, A.M.L., Somensi, M.L., Bockor, L., Dadalt,  
836 J.C., Monteiro, A.N.T.R., Marx, F.R. 2013. Valor nutricional e energia metabolizável  
837 de subprodutos do trigo utilizados para alimentação de suínos em crescimento. Pesq.  
838 Agrop. Bras., 48, 2, 203-210.

839

840 **Tabela 1**

841 Composição química dos ingredientes das dietas

Parâmetro	Ingredientes (g kg <sup>-1</sup> MS)			
	Palma forrageira	Cana de açúcar	Farelo de trigo	Milho
Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> de alimento)	105,5	282,5	867,3	864,8
Matéria orgânica <sup>a</sup>	802,5	980,2	949,0	986,2
Proteína bruta <sup>a</sup>	55,5	18,7	152,4	77,0
Extrato etéreo <sup>a</sup>	12,1	11,2	29,8	39,3
Fibra em detergente neutro cp <sup>a,b</sup>	291,6	410,1	326,6	107,9
Fibra em detergente neutro indigestível <sup>a</sup>	118,3	239,3	101,7	12,7
Carboidratos não-fibrosos <sup>a</sup>	406,7	488,4	399,7	748,4

842 <sup>a</sup> g kg<sup>-1</sup> MS; <sup>b</sup>Corrigido para cinzas e proteína.

843

**Tabela 2**

Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Parâmetro	Níveis de Substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Ingredientes (g kg <sup>-1</sup> MS)					
Cana de açúcar	376,3	369,9	367,6	362,1	371,4
Palma forrageira	0,0	129,6	259,2	388,8	505,1
Farelo de trigo	518,4	388,8	259,2	129,6	0,0
Grão de milho	77,0	78,5	75,9	76,6	75,6
Ureia : Sulfato de amônio (9:1)	14,3	19,2	24,1	28,9	33,9
Minerais	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Composição química (g kg <sup>-1</sup> MS)					
Matéria seca (g kg <sup>-1</sup> de alimento)	488,4	320,9	238,4	189,9	159,7
Matéria orgânica <sup>a</sup>	937,0	913,3	889,5	865,9	844,4
Proteína bruta <sup>a</sup>	129,9	130,3	130,5	130,6	130,6
Extrato etéreo <sup>a</sup>	22,9	20,4	17,9	15,6	13,2
Fibra em detergente neutro cp <sup>a,b</sup>	331,9	324,9	319,2	312,5	307,7
Fibra em detergente neutro indigestível <sup>a</sup>	143,7	144,4	145,9	146,8	149,6
Carboidratos não-fibrosos <sup>a</sup>	448,6	447,5	445,4	444,1	443,4

<sup>a</sup> g kg<sup>-1</sup> MS; <sup>b</sup>Corrigido para cinzas e proteína.

**Tabela 3**

Médias dos consumos de matéria seca, fibra e demais nutrientes por novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Parâmetro <sup>a</sup>	Níveis de substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quadrático
Consumo (kg d <sup>-1</sup> )								
MS	4,08	5,47	5,88	5,12	4,84	0,39	0,145	<0,001
MS (g kg <sup>-1</sup> PC)	23,7	30,1	32,9	27,6	26,3	1,5	0,563	0,001
MO	4,03	4,96	5,30	4,55	4,28	0,18	0,905	0,002
PB	0,51	0,74	0,82	0,77	0,73	0,05	0,001	<0,001
FDNcp <sup>b</sup>	1,27	1,63	1,73	1,53	1,44	0,08	0,355	0,001
CNFcp <sup>b</sup>	1,98	2,60	2,73	2,30	2,12	0,15	0,966	<0,001
MOD	2,79	3,56	3,58	3,07	2,94	0,16	0,783	<0,001

<sup>a</sup>MS, matéria seca; PC, peso corporal; MO, matéria orgânica; PB, proteína bruta; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNF, carboidratos não-fibrosos; MOD, matéria orgânica digestível; EPM, erro padrão da média; P, probabilidade; <sup>b</sup> Corrigido para cinzas e proteína.

847  $CMS = 4,19796 + 0,05620 \text{ TRAT} - 0,00051439 \text{ TRAT}^2;$

848  $CMSPV = 2,42377 + 0,02778 \text{ TRAT} - 0,00026669 \text{ TRAT}^2;$

849  $CMO = 4,10992 + 0,03997 \text{ TRAT} - 0,00039602 \text{ TRAT}^2;$

850  $CPB = 0,52843 + 0,00932 \text{ TRAT} - 0,00007495 \text{ TRAT}^2;$

851  $CFDNcp = 1,29813 + 0,01469 \text{ TRAT} - 0,00013721 \text{ TRAT}^2;$

852  $CCNF = 1,96503 + 0,04609 \text{ TRAT} - 0,00084151 \text{ TRAT}^2;$

853  $CMOD = 2,77337 + 0,03823 \text{ TRAT} - 0,00038976 \text{ TRAT}^2.$

854

**Tabela 4**

Médias do comportamento ingestivo de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Parâmetro	Níveis de substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quadrático
Tempo alimentação <sup>a</sup>	313,8	315,6	289,8	315,6	319,8	2,70	0,822	0,388
Tempo ócio <sup>a</sup>	709,8	715,8	661,8	667,8	667,8	5,19	0,225	0,703
Tempo ruminação <sup>a</sup>	415,8	408,0	487,8	456,0	451,8	6,49	0,190	0,331
Eficiência								
alimentação <sup>b</sup>	790	1040	1250	940	940	33,92	0,380	0,003
Eficiência ruminação <sup>b</sup>	600	800	740	680	650	15,59	0,787	0,012
Eficiência ruminação <sup>c</sup>	226	278	254	236	224	12,38	0,390	0,069

EPM, erro padrão da média; P, probabilidade; <sup>a</sup> min d<sup>-1</sup>; <sup>b</sup> g MS h<sup>-1</sup>; <sup>c</sup> g FDN h<sup>-1</sup>.

855  $EALIM = 806,2 + 12,45 \text{ TRAT} - 0,116 \text{ TRAT}^2;$

856  $ERUM_{MS} = 632,2 + 5,177 \text{ TRAT} - 0,052 \text{ TRAT}^2;$

857  $ERUM_{fdn} = 234,1 + 1,299 \text{ TRAT} - 0,014 \text{ TRAT}^2.$

858

**Tabela 5**

Médias das digestibilidades aparente total, ruminal e intestinal em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Parâmetro <sup>a</sup>	Níveis de substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quadrático
Digestibilidade total (g kg <sup>-1</sup> )								
MO	693	718	676	675	687	10,0	0,457	0,864
FDNcp	479	559	459	458	510	21,8	0,015	0,854
PB	712	786	758	814	839	10,7	<0,001	0,742
Digestibilidade ruminal <sup>b</sup>								
MO	562	497	532	472	513	12,6	0,180	0,278
FDNcp	428	501	427	429	481	22,8	0,770	0,790
PB	174	217	376	374	470	31,3	<0,001	0,695
Digestibilidade intestinal <sup>b</sup>								
MO	300	439	303	387	352	19,5	0,427	0,115
FDNcp	83	108	61	50	37	9,8	<0,001	0,866
PB	649	724	592	692	695	16,4	0,253	0,223

<sup>a</sup> MO, matéria orgânica; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB, proteína bruta; EPM, erro padrão da média; P, probabilidade

<sup>b</sup> Expresso em g kg<sup>-1</sup>

859 DTfdn = 500,8 - 0,156TRAT;

860 DTpb = 725,4 + 1,128TRAT;

861 DRpb = 172,4 + 2,996TRAT;

862 DIfdn = 97,8 - 0,6TRAT

863

**Tabela 6**

Médias obtidas para os “pools” ruminais e taxas de ingestão, passagem e degradação em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Parâmetro <sup>a</sup>	Níveis de substituição (%)					EPM	P-valor	
	0	25	50	75	100		Linear	Quadrático
Pool Ruminal (kg)								
MS	2,45	1,97	1,95	1,97	2,12	0,087	0,309	0,096
FDN	1,77	1,35	1,33	1,38	1,44	0,066	0,199	0,075
FDNi	0,98	0,81	0,81	0,89	0,95	0,038	0,938	0,123
(h <sup>-1</sup> )								
Ki	0,0305	0,0505	0,0543	0,0493	0,0431	0,002	0,058	0,001
Kp	0,0184	0,0286	0,0294	0,0288	0,0214	0,001	0,332	<0,001
Kd	0,0121	0,0219	0,0248	0,0205	0,0216	0,001	0,035	0,023
Kpi	0,0245	0,0390	0,0403	0,0359	0,0311	0,002	0,037	0,001

<sup>a</sup> MS, matéria seca; FDNcp, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDNi, fibra em detergente neutro indigestível; ki, taxa de ingestão da FDNcp; kp, taxa de passagem da FDNcp; kd, taxa de degradação da FDNcp; kpi, taxa de passagem da FDNi; EPM, erro padrão da média; P, probabilidade

$$Ki = 0,032 + 0,000TRAT - 0,0000007TRAT^2;$$

$$Kp = 0,018 + 0,000TRAT + 0,0000004TRAT^2;$$

$$kd = 0,013 + 0,000TRAT - 0,0000003TRAT^2;$$

$$Kpi = 0,025 + 0,000TRAT + 0,0000004TRAT^2$$

864

865

### **CAPÍTULO 3**

866

867

---

**Substituição do farelo de trigo por palma forrageira em dietas à base de cana de**

868

**açúcar para bovinos: balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e**

869

**fermentação ruminal**

870



871 **Resumo**

872 Avaliou-se o efeito da substituição do farelo de trigo pela palma forrageira (0, 25,  
873 50, 75 e 100%) sobre o consumo de nutrientes, balanço de nitrogênio, síntese de proteína  
874 microbiana e fermentação ruminal. Foram utilizados cinco novilhos mestiços (Holandes ×  
875 Zebu) fistulados (rúmen) com peso médio corporal (PC) de  $160 \pm 5,3$  kg, distribuídos em  
876 quadrado latino 5 x 5. O consumo máximo de matéria seca (5.730 g/dia) e o máximo  
877 balanço de nitrogênio (103,06 g/dia) foram estimados com a substituição de 54,63 e  
878 70,83% do farelo de trigo. Com 49,71% de substituição do farelo de trigo obteve-se  
879 produção máxima de proteína microbiana (44,15 g/dia) ( $P < 0,5$ ), sem, contudo, haver efeito  
880 para a eficiência de síntese microbiana (125,17 g PB mic/kg de NDT consumido)  
881 ( $P > 0,005$ ). O pH ruminal aumentou linearmente com a presença de palma ( $P < 0,05$ ),  
882 enquanto as concentrações máximas de N amoniacal (31,95 mg/dL) e de ácido acético  
883 (63,97 mmol/L) foram estimadas às 3,82 e 4,01 h após a alimentação ( $P < 0,05$ ).  
884 Recomenda-se a substituição de 55% do farelo de trigo pela palma forrageira na dieta de  
885 bovinos mestiços.

886 **Palavras-chave:** acetato, eficiência microbiana, nitrogênio amoniacal, pH ruminal, ureia  
887 plasmática

888

889 **Abstract**

890 The effect of replacing wheat bran with spineless cactus (0, 25, 50, 75, and 100%) on the  
891 intake of nutrients, nitrogen balance, microbial protein synthesis, and rumen fermentation  
892 was assessed in steers. Five crossbred steers (½ Holstein-Zebu), with rumen cannula and  
893 an average initial weight of  $160 \pm 5.3$  kg, were assigned to a 5×5 Latin square design.  
894 Maximum dry matter intake (5.73 kg/day) and maximum nitrogen balance (103 g/day)  
895 were estimated for 54.6 and 70.8% replacement levels of wheat bran. The maximum  
896 microbial protein production (44.6 g/day) ( $P < 0.05$ ) was obtained at a replacement level of  
897 49.7% wheat bran, without having an effect on microbial efficiency (125 g CP mic/kg  
898 TDN) ( $P < 0.05$ ). The rumen pH increased linearly when diets contained spineless cactus  
899 ( $P < 0.05$ ), while the maximum ammonia nitrogen (31.9 mg/dL) and acetic acid (63.9  
900 mmol/L) concentrations were reached at 3.82 and 4.01 h after intake, respectively  
901 ( $P < 0.05$ ). On the basis of these results, replacement of 55% wheat bran with spineless  
902 cactus in the diet of crossbred steers is recommended.

903 **Keywords:** acetate, ammonia nitrogen, microbial efficiency, plasma urea, ruminal pH

904

## 905 1. INTRODUÇÃO

906 Em regiões semiáridas, os períodos de secas frequentes influenciam a pecuária e  
907 agricultura, devido à estacionalidade da produção forrageira. Para contornar estes  
908 problemas, os produtores têm importado alimentos de outras regiões para suprir as  
909 exigências proteicas e energéticas dos animais.

910 Como alternativa aos concentrados tradicionalmente utilizados, os subprodutos  
911 oriundos do processamento do trigo tornam-se boa opção, sendo o farelo o mais  
912 amplamente utilizado na formulação de rações (Monteiro *et al.*, 2014; Kim *et al.*, 2009)  
913 pelo seu preço relativamente atrativo. A aquisição do farelo de trigo a preços elevados de  
914 grandes centros produtores distintos no Nordeste onera o custo com alimentação, assim é  
915 importante a busca por alimentos oriundos de culturas agrícolas adaptadas ao semiárido  
916 (Ferreira & Urbano, 2013).

917 Diante desse contexto, a substituição do farelo de trigo pela palma forrageira (*Nopalea*  
918 *cochenillifera* L. Salm-Dyck, cv. Miúda ou Doce) em regiões semiáridas pode contribuir  
919 para a sustentabilidade do setor agropecuário. A principal vantagem dessa cactácea é a  
920 tolerância ao estresse hídrico, a capacidade de armazenar água nos cladódios (850-900  
921 g/kg) e os elevados teores de carboidratos facilmente fermentáveis no rúmen (640-710 g/kg  
922 MS) (Nefzaoui & Ben Salem, 2002). Investigações com a finalidade de substituir  
923 concentrados energéticos pela palma forrageira (Santos *et al.*, 2011, Monteiro *et al.*, 2014)  
924 foram promissoras, uma vez que os elevados teores de CNF garantem elevados consumos e  
925 bom desempenho animal. Outro fato importante é o alto teor de umidade da palma que  
926 contribui fortemente na dessedentação dos animais via alimento (Costa *et al.*, 2009).

927 A palma forrageira, contudo, apresenta reduzido teor de fibra em detergente neutro  
928 (170-280 g/kg MS) (Nefzaoui & Ben Salem, 2002), sendo necessária a sua associação a

929 volumosos que contenham fibra fisicamente efetiva, para permitir ruminação e salivação  
930 adequada ao equilíbrio do pH ruminal (Mertens, 1997).

931 Dentre os volumosos disponíveis, a cana-de-açúcar é tradicionalmente utilizada no  
932 Brasil pela elevada produção de matéria seca por unidade de área e conteúdo energético  
933 por unidade de matéria seca (Teixeira *et al.*, 2014). Além disso, sua produção coincide com  
934 o período de escassez de forragem (Mariz *et al.*, 2013). Para melhor utilização da fibra  
935 potencialmente digestível, a associação da cana-de-açúcar com palma forrageira possibilita  
936 o uso de maior quantidade de ureia para correção proteica (Ferreira *et al.*, 2011).

937 Com a suplementação de nitrogênio não proteico (ureia) na dieta de ruminantes faz-se  
938 necessário verificar o balanço de compostos nitrogenados e as concentrações de ureia no  
939 plasma e urina, já que os mesmos afetam a síntese de proteína microbiana. Segundo Clark  
940 *et al.* (1992), cerca de 60% da proteína que chega ao abomaso e intestino é de origem  
941 microbiana, a qual atende de 40 a 80% das exigências de aminoácidos (Sniffen &  
942 Robinson, 1987).

943 Assim, objetivou-se avaliar o efeito da substituição do farelo de trigo pela palma  
944 forrageira em dietas à base de cana-de-açúcar, sobre o balanço de compostos nitrogenados,  
945 síntese de proteína microbiana e fermentação ruminal em bovinos mestiços.

## 946 **1. MATERIAL E MÉTODOS**

947 Todos os procedimentos envolvendo os animais foram aprovados pelo CEUA  
948 (protocolo N° 23082006199/2012) conforme Comitê Brasileiro de Experimentação e  
949 Cuidados com Animais (Brasil, 2000).

950 O estudo foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural  
951 de Pernambuco, localizado em Recife, Pernambuco, Brasil.

952 Foram utilizados cinco novilhos mestiços (Holandes × Zebu) fistulados (rúmen) com  
953 peso médio corporal (PC) de  $160 \pm 5,3$  kg, distribuídos em quadrado latino 5 x 5.

954 O experimento teve duração de 80 dias, correspondendo a cinco períodos de 16 dias  
955 cada, no qual os sete primeiros dias foram destinados à adaptação dos animais às dietas  
956 experimentais, e os nove restantes às coletas de amostras. Os animais foram pesados,  
957 identificados e vermifugados antes do início do período experimental e alojados em baias  
958 individuais equipadas com comedouros e bebedouros.

959 Os ingredientes utilizados nas dietas experimentais foram a palma miúda (*Nopalea*  
960 *cochenillifera* Salm Dyck), cana de açúcar (*Saccharum officinarum*, L.), farelo de trigo,  
961 fubá de milho e ureia/sulfato de amônia (Tabela 1). A ureia foi fornecida com o objetivo de  
962 ajustar o teor de proteína bruta (PB) para 130 g kg de MS. As dietas experimentais  
963 consistiram da substituição do farelo de trigo pela palma forrageira nas proporções 0, 25,  
964 50, 75 e 100% (Tabela 2), fornecidas *ad libitum* na forma de ração completa, duas vezes ao  
965 dia, às 6:00 (60%) e às 18:00 horas (40%), ajustadas diariamente, permitindo 120 g/kg de  
966 MS de sobras. A água foi fornecida *ad libitum* em todo período experimental. A cana de  
967 açúcar *in natura* e palma forrageira foram picadas diariamente e, em seguida, fornecidas  
968 aos animais.

### 969 **Procedimentos experimentais e análises químicas**

970 O consumo de MS e dos nutrientes das dietas foi calculado pela diferença entre o total  
971 do nutriente nos alimentos ofertados e o total contido nas sobras.

972 Amostras dos alimentos e sobras foram coletadas diariamente durante o período de  
973 coleta. A cada confecção dos concentrados foram coletadas amostras dos ingredientes.

974 Durante três dias consecutivos de cada período experimental e após o fornecimento da  
975 dieta matinal foi realizada a coleta total de urina (24 horas), aferindo-se o pH a cada 6  
976 horas para mantê-lo inferior a 3,0. Para tal, foram acoplados funis coletores, dotados de  
977 mangueiras, ao órgão genital dos animais para condução da urina até recipiente contendo  
978 500 ml de ácido sulfúrico a 20%. Ao final de cada período de coleta determinou-se o peso

979 e volume total de urina, e o teor de nitrogênio total foi determinado pelo método descrito  
980 pela AOAC (2000). Os derivados de purinas urinários (DP) foram quantificados  
981 separadamente utilizando-se método colorimétrico de Chen & Gomes (1995). A ureia e  
982 creatinina foram mensuradas a partir de kits comerciais, utilizando-se sistema  
983 colorimétrico em analisador bioquímico semiautomático D-250 Doles®.

984 A coleta sanguínea nos animais foi realizada no 11º dia de cada período experimental,  
985 quatro horas após a alimentação matinal, por meio de punção da veia jugular, utilizando-se  
986 tubos *vacutainer* com anticoagulante (heparina). As amostras foram imediatamente  
987 centrifugadas (5000 rpm/20 minutos) para retirada de amostras do plasma e análise do teor  
988 de ureia.

989 As amostras de alimentos e sobras foram pré-secas em estufa de circulação forçada  
990 (60°C) por 72 horas e moídas em moinho tipo Willey com peneira de crivo 1 mm. O  
991 material moído foi submetido à secagem em estufa a 105°C por 12 horas, para  
992 determinação da MS. As amostras também foram analisadas quanto aos teores de cinzas,  
993 extrato etéreo (EE) e PB de acordo com métodos da AOAC (2000). A matéria orgânica  
994 (MO) foi determinada após a realização da análise dos teores de cinza. Análises de FDN  
995 seguindo o método descrito por Mertens (2002), utilizando alfa-amilase estável ao calor,  
996 sem o uso de sulfito de sódio, e corrigida para cinza residual, também foi realizada. A FDN  
997 também foi corrigida para conteúdos de compostos nitrogenados, utilizando o método  
998 descrito por Licitra *et al.* (1996).

#### 999 **Cálculos e análise estatística**

1000 Para quantificação do teor de carboidratos não-fibrosos (CNF) foi utilizada a equação  
1001 de Detmann & Valadares Filho (2010):  $CNF = 1000 - [(PB - PBu + U) + FDN_{cp} + EE +$   
1002  $MM]$ ; em que PB = teor de proteína bruta; PBu = proteína bruta oriunda da ureia; U = teor  
1003 de ureia; FDN<sub>cp</sub> = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e compostos

1004 nitrogenados; EE = teor de extrato etéreo; MM = teor de material mineral. Todas as  
1005 variáveis foram expressas como g kg<sup>-1</sup> MS. O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT)  
1006 foi determinado pela equação de Weiss (1999):  $NDT = PBD + FDND + CNFD +$   
1007  $(EED*2,25)$ , em que: : PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente  
1008 neutro digestível; CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis; e EED = extrato etéreo  
1009 digestível.

1010 A estimativa do balanço de compostos nitrogenados foi obtida pela subtração dos  
1011 teores de N nas excreções fecais e urinárias do consumo de nitrogênio. Para determinação  
1012 da eficiência de utilização dos compostos nitrogenados dietéticos foram utilizados os  
1013 seguintes indicadores: N-ureico no plasma, excreção urinária de N-ureico e o balanço de  
1014 nitrogênio. Para estimar o N-ureico do plasma e da urina foi utilizado o fator 0,466.

1015 A excreção total de derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades  
1016 de alantoína e ácido úrico excretadas na urina. As purinas absorvidas (X, mmol/dia) foram  
1017 calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia), por meio da equação  $Y = 0,85X$   
1018  $+ 0,385 PV^{0,75}$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de  
1019 purinas e  $0,385 PV^{0,75}$  é a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic *et al.*,  
1020 1990).

1021 A síntese ruminal de compostos nitrogenados (Nmic, gN/dia) foi calculada em função  
1022 das purinas microbianas absorvidas (PA, mmol/dia), utilizando-se a equação  $Nmic = (70 \times$   
1023  $PA) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$ , em que 70 representa o conteúdo de nitrogênio (N) nas purinas  
1024 (mg N/mmol), 0,83 a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 a relação  
1025 N-purina:N-total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992).

1026 O dados obtidos foram analisados utilizando o delineamento experimental quadrado  
1027 latino 5 x 5, usando o procedimento MIXED do SAS 9.4, de acordo com o seguinte  
1028 modelo:

1029 
$$Y_{ijk} = \mu + D_i + a_j + p_k + \varepsilon_{ijk},$$

1030 onde,  $\mu$  é a constante;  $D_i$  o efeito fixo da dieta I;  $a_j$  é o efeito aleatório dos animais;  $p_k$  é o  
1031 efeito aleatório do período experimental k; e  $\varepsilon_{ijk}$  é o erro aleatório não observável.

1032 Após a análise de variância, foi avaliada a importância dos efeitos lineares e  
1033 quadráticos obtidos pela substituição do farelo de trigo na dieta basal por palma forrageira.  
1034 Foi adotado um valor de significância de 0,05 como valor crítico da probabilidade de erro  
1035 tipo 1.

## 1036 2. RESULTADOS

1037 Os consumos máximos de matéria seca (5.730 g/dia), proteína bruta (830 g/dia),  
1038 nitrogênio (132,21 g/dia) e balanço máximo de nitrogênio (103,06 g/dia) foram estimados  
1039 com a substituição de 54,63; 56,73; 56,80 e 70,83% do farelo de trigo pela palma  
1040 forrageira, respectivamente (Tabela 3). Foi observada redução linear para as perdas de N  
1041 pelas fezes (Tabela 3). Entretanto, a perda mínima de nitrogênio pela urina (11,55 g/dia)  
1042 foi estimada com 76,5% de substituição do farelo de trigo (Tabela 3).

1043 Níveis máximos de ureia plasmática (41,94 mg/dL) e N-ureico plasmático (19,52  
1044 mg/dL) foram estimados com 55,14 e 54,86% de substituição do farelo de trigo,  
1045 respectivamente (Tabela 4). A excreção de ureia na urina aumentou 3,05 mg/kg PV para  
1046 cada 1% de aumento nos níveis de substituição (Tabela 4).

1047 As excreções máximas de alantoína (92,16 mmol/dia), derivados de purina (107,39  
1048 mmol/dia) e purinas absorvidas (120,78 g/dia), bem como a produção máxima microbiana  
1049 (44,15 g/dia) foram obtidas com a substituição de 50,26; 57,25; 54,86 e 49,71% do farelo  
1050 de trigo, respectivamente (Tabela 5). A excreção de ácido úrico aumentou 0,036 mmol/dia  
1051 com os níveis de substituição. Entretanto, a eficiência de síntese microbiana não foi afetada



1052 pela substituição do farelo de trigo, com valor médio de 125,17 g PB microbiana/kg de  
1053 NDT (Tabela 5).

1054 O pH ruminal aumentou linearmente (0,0068) com os níveis de substituição, e a  
1055 interação tratamento x tempo registrou valores de 5,88 e 6,27 nos níveis 0 e 25% de  
1056 substituição, às 4,06 e 5,08 horas após a alimentação matinal (Tabela 6). As concentrações  
1057 máximas de N amoniacal (31,95 mg/dL), ácido acético (63,97 mmol/L) e ácido propiônico  
1058 (32,11 mmol/L) foram estimadas às 3,82; 4,01 e 3,37 horas após a alimentação,  
1059 respectivamente (Tabela 6). A maior concentração de butirato (36,67 mmol/L) foi estimada  
1060 com a substituição de 12,9% do farelo de trigo; enquanto que 4,05 horas após a  
1061 alimentação registrou-se produção de 13,25 mmol/L.

### 1062 **3. DISCUSSÃO**

#### 1063 **Balço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana**

1064 A substituição de 55% do farelo de trigo pela palma forrageira permitiu maior consumo  
1065 de nutrientes (Tabela 3), podendo se inferir que a palma forrageira, por suas características  
1066 químicas (Tabela 1), melhorou o fluxo da digesta através do trato gastrointestinal, com  
1067 consequente aumento na ingestão. Acima deste nível a redução no consumo provavelmente  
1068 foi ocasionada pela limitação física do rúmen, já que a participação da cana de açúcar e  
1069 farelo de trigo aumenta os teores de FDN indigestível nas dietas (Oliveira *et al.*, 2011),  
1070 com maior retenção no trato digestivo (Voltolini *et al.*, 2008), promovendo saciedade.  
1071 Outra possível causa foi o alto nível de palma utilizado, por ser uma forrageira com  
1072 alevador teor de umidade pode interferir no consumo, uma vez que essa umidade irá  
1073 aumentar a capacidade de ocupar espaço no ambiente ruminal (Gebremarian *et al.*, 2006).

1074 O aumento no consumo de nitrogênio deveu-se à maior presença de ureia nas dietas,  
1075 para correção do teor proteico da palma forrageira (Tabela 2). Acima de 54,63% de  
1076 substituição, o consumo possivelmente foi afetado pelo excesso de nitrogênio rapidamente

1077 degradável no rúmen (ureia), comprovado pelo aumento de nitrogênio ureico plasmático  
1078 (Tabela 4). Segundo Valadares *et al.* (1997), concentrações entre 14 e 16 mg/dL de N-  
1079 ureico plasmático em novilhos zebuínos permitem máxima eficiência microbiana, e acima  
1080 destes níveis, como verificado neste estudo (19,52 mg/dL com 54,86% de substituição;  
1081 Tabela 4), iniciam-se as perdas de proteína dietética.

1082 Os teores de ureia no plasma e urina (Tabela 4) indicam possível excesso de ureia,  
1083 evidenciando que a energia liberada através da fermentação dos CNF não foi suficiente  
1084 para assimilação de elevada quantidade de nitrogênio prontamente disponível (NNP) pelos  
1085 microrganismos ruminais.

1086 A redução na perda de nitrogênio pelas fezes dos animais (Tabela 4) provavelmente  
1087 seja explicado pelo maior aproveitamento do N amoniacal ruminal por parte dos  
1088 microrganismos (Tabela 6). Além disso, a menor perda de nitrogênio pela urina, estimada  
1089 com 76,5% de substituição do farelo de trigo, sugere a maior conversão de nitrogênio em  
1090 ureia, como verificado pelo aumento da excreção de ureia na urina (Tabela 4). De acordo  
1091 com Nocek & Russell (1988), quando a taxa de degradação ruminal da proteína excede a  
1092 velocidade de degradação dos carboidratos ocorre aumento da excreção de compostos  
1093 nitrogenados e produção de ureia.

1094 De acordo com Yu *et al.* (2002), as excreções de alantoína e ácido úrico podem ser  
1095 afetadas pelas fontes de proteína dietética e energia nas dietas. Sendo assim, apesar das  
1096 dietas serem isoproteicas, os derivados de purinas e, conseqüentemente, a síntese de  
1097 produção microbiana podem ter sido afetados neste estudo pela substituição da fonte de  
1098 proteína verdadeira pelo nitrogênio não proteico.

1099 O máximo balanço de nitrogênio (BN) estimado com a substituição de 70,83% do  
1100 farelo de trigo pela palma forrageira (Tabela 3) acompanha os resultados obtidos para as  
1101 excreções de nitrogênio na urina e nas fezes, visto que a menor excreção deste nutriente

1102 indica maior retenção no organismo animal. O aproveitamento da proteína no metabolismo  
1103 animal em substituições próximas a 75% da matéria seca das dietas justifica a ausência de  
1104 efeito sobre a eficiência de síntese microbiana, com valor médio de 125,17 g PB  
1105 microbiana/kg de NDT (Tabela 5). Este resultado é inferior ao proposto pelo NRC (2001)  
1106 de 130 g de PB microbiana/kg de NDT consumido, porém, está de acordo com o proposto  
1107 por Valadares Filho *et al.* (2006) para animais mestiços *bos taurus* x zebuíno, de 120 g de  
1108 PB microbiana/kg de NDT, como referência para eficiência de síntese microbiana em  
1109 condições tropicais.

### 1110 **Fermentação ruminal**

1111 Os teores de CNF nas dietas experimentais estiveram acima de 30% (Tabela 2), o que  
1112 segundo Hoover (1986) é suficiente para reduzir o consumo devido à redução no pH  
1113 ruminal. No entanto, neste estudo houve aumento linear no pH ruminal dos novilhos,  
1114 comprovando a melhoria do equilíbrio do ambiente ruminal mediante inclusão de palma  
1115 forrageira. O pH ruminal médio de 6,6 (Tabela 6) manteve-se em níveis considerados  
1116 adequados (6,2 a 7,0) por Hoover (1986), o que se justifica pela presença de fibra efetiva  
1117 (cana de açúcar), e também pela mucilagem presente nas partículas da palma, que segundo  
1118 Abidi *et al.* (2009) juntos estimulam a salivação, evitando, assim, a diminuição do pH.  
1119 Outra hipótese é que a presença de ureia nas dietas pode promover elevação do pH ruminal  
1120 em função do poder alcalinizante da amônia produzida.

1121 A concentração de N amoniacal no ambiente ruminal é importante para o crescimento  
1122 microbiano e altamente dependente da quantidade de substrato e da fermentação da matéria  
1123 orgânica presente no rúmen. No presente estudo, o incremento no consumo de NNP,  
1124 oriundo da ureia, provavelmente resultou em maior concentração de N amoniacal, a qual  
1125 (24,53 mg/dL) está próxima do intervalo (10 a 20 mg/dL) sugerido por Leng (1990),  
1126 considerado como aquele que proporciona máximo crescimento microbiano.

1127 De acordo com Valadares Filho & Pina (2011), quando a ureia é fornecida nas dietas  
1128 de ruminantes, o pico de amônia ruminal ocorre normalmente uma a duas horas após  
1129 alimentação. Nesse estudo, a concentração máxima de N amoniacal (31,95 mg/dL) ocorreu  
1130 apenas 3,82 horas após a alimentação. Este resultado possivelmente está relacionado à  
1131 qualidade da fibra utilizada nas dietas, oriunda da cana de açúcar e farelo de trigo, que  
1132 juntos tornam a fermentação microbiana mais lenta, promovendo maior retenção do  
1133 alimento e atrasando com isso o pico de N amoniacal.

1134 Para a produção individual de ácidos graxos voláteis, verificou-se efeito do tempo de  
1135 coleta para o ácido acético, com maior concentração (63,97 mg/dL) às 4,01 horas após a  
1136 alimentação, provavelmente devido à presença de carboidratos fibrosos, o que faz com que  
1137 os microrganismos ruminais direcionem a produção de ácidos graxos no sentido do  
1138 acetato. Apesar do alto teor de CNF nas dietas não houve efeito dos níveis de substituição  
1139 no sentido de reduzir a produção de acetato. Isso acontece porque os carboidratos solúveis  
1140 e a pectina presentes na palma são preferencialmente fermentados pelos microrganismos e,  
1141 com isso, as bactérias produzem tanto acetato como formato e etanol, e se o substrato  
1142 prontamente fermentável é reduzido, os produtos finais são acetato e propionato (Valadares  
1143 Filho e Pina, 2011).

#### 1144 **4. CONCLUSÕES**

1145 Recomenda-se a substituição de 55% do farelo de trigo pela palma forrageira na dieta  
1146 de bovinos mestiços, por promover melhor consumo de matéria seca e síntese de proteína  
1147 microbiana.

1148 Em regiões semiáridas, a palma forrageira pode ser considerada como alternativa ao  
1149 farelo de trigo, sem alterar a eficiência de síntese microbiana, podendo contribuir para o  
1150 desempenho animal em épocas de restrição ou falta de forragem.

1151

1152       **REFERÊNCIAS**

- 1153    Abidi, S., Ben Salem, H., Vasta, V., Priolo, A., 2009. Supplementation with barley or  
1154    spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) cladodes on digestion, growth and  
1155    intramuscular fatty acid composition in sheep and goats receiving oaten hay. *Small*  
1156    *Ruminant Research* **87**, 9-16.
- 1157    AOAC, O., 2000. *Cial Methods of Analysis. Association of Official Analytical Chemists,*  
1158        Arlington, VA.
- 1159    Brasil., 2000. *Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (MAPA).* Instrução  
1160        Normativa n. 3, de 17 de Janeiro de 2000. Seção 1, 14–16.
- 1161    Chen, X.B., Gomes, M.J. 1992. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle*  
1162        *based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details.*  
1163        Aberdeen: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit.
- 1164    Chen, X.B., Mejia, A.T., Kyle, D.J., Orskov, E.R. 1995. Evaluation of the use of purine  
1165        derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial  
1166        protein supply in ruminants: studies in sheep. *Journal of Agricultural Science*, 125-  
1167        137-143.
- 1168    Clark, J.H., Klusmeyer, T.H., Cameron, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows  
1169        of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *Journal of Dairy Sciences* **75**,  
1170        2304-2323.
- 1171    Costa, R.G.; Beltrão Filho, E.M.; Medeiros, A.N.; Givisiez, P.E.N.; Queiroga, R.C.R.E.;  
1172        Melo, A.A.S. 2009. Effects of increasing levels of cactus pear (*Opuntia ficus-indica* L.  
1173        Miller) in the diet of dairy goats and it contribution as a source of water. *Small*  
1174        *Ruminant Research* **82**, 62-65.

- 1175 Detmann, E., Valadares Filho, S.C. 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates  
1176 in feeds and diets. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, **62**, 980-  
1177 984.
- 1178 Ferreira, M. A., Pessoa, R.A.S., Silva, F.M., Bispo, S.V. 2011. *Palma forrageira e ureia*  
1179 *na alimentação de vacas leiteira*. (EDUFRPE, Recife).
- 1180 Ferreira, M.A., Urbano, S.A. 2013. Novas tecnologias para alimentação de bovinos  
1181 leiteiros na seca. *Revista Científica de Produção Animal* **15**, 42-52.
- 1182 Hoover, W.H., 1986. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of*  
1183 *Dairy Science* **69**, 2755–2766.
- 1184 Kim, J.H., Oh, Y.K., Kim, K.H., Choi, C.W., Hong, S.K., Seol, Y.J., Kim, D.H., Ahn, G.C,  
1185 Song, M.K., Park, K.K. 2009. Ruminal metabolism, nutriente digestion and ruminal  
1186 and omasal concentrations of soluble non-ammonia nitrogen of steers. *Asian-*  
1187 *Australasian Journal of Animal Science* **22**, 1267-1278.
- 1188 Leng, R.A. 1990. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants  
1189 particularly under tropical conditions. *Nutrition Research Reviews* **3**, 277-303.
- 1190 Licitra, G., Hernandez, T.M., Van Soest, P.J. 1996. Standardization of procedures for  
1191 nitrogen fractionation of ruminant feed. *Animal Feed Science and Technology*, **57**,347-  
1192 358.
- 1193 Mariz, L.D.S., Valadares Filho, S.C., Detmann, E., Pereira, O.G., Pereira, L.G.R.,  
1194 Marcondes, M.I., Santos, S.A., Villadiego, F.A.C., Zanetti, D., Prados, L.F., Nunes,  
1195 A.N., 2013. Intake and ruminal digestion determined using omasal and reticular  
1196 digesta samples in cattle fed diets containing sugar cane in natura or ensiled sugar cane  
1197 compared with maize silage. *Livestock Science* **155**, 71-76.
- 1198 Mertens, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows.  
1199 *Journal of Dairy Science* **80**, 1463-1481.

- 1200 Mertens, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber  
1201 in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of AOAC*  
1202 *International*, **85**, 1217-1240.
- 1203 Monteiro, C.C.F., Melo, A.A.S., Ferreira, M.A., Campos, J.M.S., Souza, J.S.R., Silva,  
1204 E.T.S., Andrade, R.P.X., Silva, E.C., 2014. Replacement of wheat bran with spineless  
1205 cactus (*Opuntia ficus indica* Mill cv Gigante) and urea in the diets of Holstein x Gyr  
1206 heifers. *Tropical Animal Health and Production* **46**, 1149-1154.
- 1207 National Research Council – NRC. 2001. *Nutrient requirements of dairy cattle* 7.ed.  
1208 National Academic Press. Washinton, D.C. 381p.
- 1209 Nefzaoui, A., Ben Salem, H., 2002. Forage, fodder, and animal nutrition. In: Nobel, Park  
1210 S. (Ed.), *Cacti: Biology and Uses*. University of California Press, Berkeley and Los  
1211 Angeles, CA, pp. 199–210.
- 1212 Nocek, J.E., Russel, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of  
1213 ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk  
1214 production. *Journal of Dairy Science*, **71**, 2070-2107.
- 1215 Oliveira, A.S., E. Detmann, J.M.S. Campos, D.S. Pina, S.M. Souza and M.G. Costa. 2011.  
1216 Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo,  
1217 digestibilidade e desempenho de vacas leiteiras em lactação. *Revista Brasileira de*  
1218 *Zootecnia* **40**: 1587-1595.
- 1219 Santos, J.R.S., Cezar, M.F., Sousa, W.H., Cunha, M.G.G., Pereira Filho, J.M., Sousa, D.O.  
1220 2011. Carcass characteristics and body components of Santa Inês lambs in feedlot fed  
1221 on different levels of forage cactus meal. *Revista Brasileira de Zootecnia* **40**, 2273-  
1222 2279.
- 1223 Sniffen, C.J., Robinson, P. H. 1987. Symposium: protein and fiber digestion, passage, and  
1224 utilization in lactating cows. *Journal of Dairy Science* **70**, 425-441.

- 1225 Teixeira, C.B., Ramos, M.H., Santos, J.F., Chaves, M.L., Bitencourt, L.L., Pereira, R.A.N.,  
1226 Ramalho, M.A.P., Pereira, M.N. 2014. Variáveis agronômicas e químicas e  
1227 degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar. *Arquivos Brasileiros de Medicina*  
1228 *Veterinária e Zootecnia* **66**, 870-878.
- 1229 Valadares Filho SC, Pina DS (2011) Fermentação Ruminal. In ‘*Nutrição de Ruminantes*’  
1230 (Eds 2 ed) pp. 151-182 (Jaboticabal: Funep)
- 1231 Valadares Filho, S.C., Paulino, P.V.R., Magalhães, K.A. (Eds.) 2006. *Exigências*  
1232 *nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos – BR Corte* 1. ed.  
1233 Viçosa, MG: Gráfica Suprema. 142p.
- 1234 Valadares, R.F.D., Gonçalves, L.Ç., Rodriguez, N.M., Valadares Filho, S.C., Sampaio, I.B.  
1235 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de ureia plasmática e  
1236 excreções de ureia e creatinina. *Revista Brasileira de Zootecnia* **26**, 1270-1278.
- 1237 Verbic, J., Chen, X.B., Macleod, N.A., Orskov, E.R. 1990. Excretion of purine derivatives  
1238 by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion  
1239 by steers. *Journal Agriculture Science* **114**, 243-248.
- 1240 Voltolini, T.V., F.A.P. Santos, J.C. Martinez, C.M.M. Bittar, H. Imaizumi and C.S.  
1241 Cortinhas. 2008. Different metabolizable protein levels in sugar cane diets to lactating  
1242 dairy cows. *Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science* **9**, 309-318.
- 1243 Weiss, W.P. 1999. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: *Cornell Nutrition*  
1244 *Conference for Feed Manufacturers*, Ithaca: Cornell University. pp.176-185.
- 1245 Yu, P., Egan, A.R., Boon-Ek, L., Leury, B.J. 2002. Purine derivative excretion and ruminal  
1246 microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein  
1247 supplements. *Animal Feed Science and Technology* **95**, 33-48.



1248

1249 **Tabela 1** – Composição química dos ingredientes

Parâmetro	Ingredientes (g/kg <sup>-1</sup> MS)			
	Palma forrageira	Cana de açúcar	Farelo de trigo	Milho
Matéria seca (g/kg de alimento)	105,5	282,5	867,3	864,8
Matéria orgânica	802,5	980,2	949,0	986,2
Proteína bruta	55,5	18,7	152,4	77,0
Extrato etéreo	12,1	11,2	29,8	39,3
Fibra em detergente neutro ap†	291,6	410,1	326,6	107,9
Fibra em detergente neutro indigestível	118,3	239,3	101,7	12,7
Carboidratos não fibrosos ap†	406,7	488,4	399,7	748,4

1250 †Corrigidos para cinzas e proteínas

1251

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

Item	Níveis de substituição (%)				
	0	25	50	75	100
Ingredientes (g/kg <sup>-1</sup> MS)					
Cana de açúcar	376,3	369,9	367,6	362,1	371,4
Palma forrageira	0,0	129,6	259,2	388,8	505,1
Farelo de trigo	518,4	388,8	259,2	129,6	0,0
Grão de milho	77,0	78,5	75,9	76,6	75,6
Ureia + Sulfato de amônio (9:1)	14,3	19,2	24,1	28,9	33,9
Minerais	14,0	14,0	14,0	14,0	14,0
Composição química (g/kg de MS)					
Matéria seca (g/kg de alimento)	488,4	320,9	238,4	189,9	159,7
Matéria orgânica	937,0	913,3	889,5	865,9	844,4
Proteína bruta	129,9	130,3	130,5	130,6	130,6
Extrato etéreo	22,9	20,4	17,9	15,6	13,2
Fibra em detergente neutro cp†	331,9	324,9	319,2	312,5	307,7
Fibra em detergente neutro indigestível	143,7	144,4	145,9	146,8	149,6
Carboidratos não fibrosos cp†	448,6	447,5	445,4	444,1	443,4
Nutrientes digestíveis totais‡	683,6	708,9	673,8	646,0	628,4

†Corrigido para cinzas e proteína; ‡Estimado segundo equação do NRC (2001).

1254

1255 **Tabela 3** – Consumo e balanço de nitrogênio em novilhos alimentados com dietas  
 1256 contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Item	Níveis de substituição (%)					EPM†	P-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Consumo de MS (g/dia)	4,080	5,470	5,880	5,120	4.840	0.39	NS	0.0003
Consumo de PB (g/dia)	510,0	740,0	820,0	770,0	730,0	0.05	0.001	0.002
Consumo de N (g/dia)	82,32	117,97	131,35	122,39	116,72	8.61	0.001	0.0002
Excreção de N (g/dia)								
N-fecal	28,11	22,37	20,97	18,18	15,62	1.42	<0.0001	NS
N-urinário	28,80	21,00	11,02	13,52	12,59	3.37	0.0497	0.0197
Balanço de N (g/dia)	25,41	74,59	99,36	90,69	88,50	9.21	<0.0001	0.0005

1257 †EPM = Erro padrão da média. L = efeito linear. Q = Efeito quadrático. NS = não  
 1258 significativo a  $P > 0,05$ .

1259

1260  $CMS = 4,19796 + 0,05620 \text{ TRAT} - 0,00051439 \text{ TRAT}^2$

1261  $CPB = 0,52843 + 0,00932 \text{ TRAT} - 0,00007495 \text{ TRAT}^2$

1262  $Ncons. = 84,50792 + 1,49258 \text{ TRAT} - 0,01200 \text{ TRAT}^2$

1263  $Nfec = 26,88240 - 0,11663 \text{ TRAT}$

1264  $Nuri = 29,11 - 0,459 \text{ TRAT} - 0,015 \text{ TRAT}^2$

1265  $BN = 27,80 + 2,125 \text{ TRAT} - 0,015 \text{ TRAT}^2$

1266

1267

1268 **Tabela 4** – Concentração plasmática, excreção de ureia e N-ureico em novilhos  
 1269 alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por  
 1270 palma forrageira

Item	Níveis de substituição (%)					EPM†	P-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Plasma (mg/dL)								
Ureia	32,25	41,18	42,34	38,31	37,31	2.92	NS	0.0184
N-ureico	15,03	19,19	19,73	17,85	17,38	1.36	NS	0.0183
Urina (mg/kg PC)								
Ureia	642,07	803,24	685,86	1.019,18	915,70	48.15	<0.0001	NS
N-ureico	378,52	374,31	360,19	431,32	431,92	42.24	<0.0001	NS

1271 †EPM = Erro padrão da média. L = Efeito linear. Q = Efeito quadrático. NS = não  
 1272 significativo a  $P > 0,05$ . PC = peso corporal.  
 1273

1274  $UP = 33,2460 + 0,31542 \text{ TRAT} - 0,00286 \text{ TRAT}^2$

1275  $NUP = 15,49234 + 0,14702 \text{ TRAT} - 0,00134 \text{ TRAT}^2$

1276  $UU = 660,5 + 3,053 \text{ TRAT}$

1277  $NUU = 362,4 + 0,655 \text{ TRAT}$

1278

**Tabela 5** – Derivados de purina e síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Item	Níveis de substituição (%)					EPM†	P-valor	
	0	25	50	75	100		L	Q
Alantoína <sup>1</sup>	73,68	87,98	93,51	85,56	75,30	2.27	NS	<0.0001
Ácido úrico <sup>1</sup>	9,65	9,26	9,77	11,14	13,27	1.41	0.023	NS
Derivados de purina <sup>1</sup>	83,34	97,24	103,28	96,70	88,57	2.71	NS	<0.0001
Purinas absorvidas <sup>2</sup>	78,05	93,71	99,35	89,99	79,36	3.04	NS	<0.0001
N microbiano <sup>2</sup>	56,75	68,13	72,23	65,43	57,70	2.21	NS	<0.0001
Proteína microbiana <sup>2</sup>	354,7	425,81	451,43	408,95	360,6	13.8	NS	<0.0001
Eficiência de proteína microbiana <sup>3</sup>	132,8	119,86	116,35	132,97	123,9	10.26	NS	NS

1280 <sup>1</sup>mmol/d. <sup>2</sup>g/d. <sup>3</sup>g/100g NDT consumido †EPM = Erro padrão da média. L = Efeito linear.  
 1281 Q = Efeito quadrático. NS = não significativo a  $P > 0,05$ . NDT = nutrientes digestíveis  
 1282 totais.  
 1283

1284  $AU = 8,79656 + 0,03643 \text{ TRAT}$

1285  $ALA = 74,09941 + 0,7187 \text{ TRAT} - 0,00715 \text{ TRAT}^2$

1286  $DP = 83,73 + 0,687 \text{ TRAT} - 0,006 \text{ TRAT}^2$

1287  $Pabs = 78,65 + 0,768 \text{ TRAT} - 0,007 \text{ TRAT}^2$

1288  $Nmic = 57,18 + 0,558 \text{ TRAT} - 0,005 \text{ TRAT}^2$

1289  $PBmic = 357,4 + 3,489 \text{ TRAT} - 0,035 \text{ TRAT}^2$

1290

**Tabela 6**– Fermentação ruminal em novilhos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de substituição do farelo de trigo por palma forrageira

Item	Níveis de substituição (%)					EPM†	P-valor		
	0	25	50	75	100		T	Tempo	Tempo
pH	6,24	6,50	6,72	6,85	6,91	0.07	<0.0001	<0.0001	0.0152
N amoniacal <sup>1</sup>	25,03	29,12	26,49	21,79	20,21	4.21	NS	<0.0001	NS
	AGV (mmol/L)								
Acetato	51,25	57,84	59,05	56,71	56,40	5.33	NS	<0.0001	NS
Propionato	24,34	21,11	21,82	18,83	19,81	2.39	NS	<0.0001	NS
Butirato	10,86	14,55	12,20	10,17	9,61	1.62	0.0013	<0.0001	NS

1292 <sup>1</sup>mg/dL. AGV = ácidos graxos voláteis. †EPM = Erro padrão da média. T = Tratamento. NS = não  
 1293 significativo a  $P > 0.05$ .

1294

1295  $\text{pH} = 6,56371 + 0,01228 \text{ TRAT} - 0,00005543 \text{ TRAT}^2 - 0,22 \text{ TEMPO} + 0,024 \text{ TEMPO}^2$

1296  $\text{N-NH}_3 = 27,92 - 0,067 \text{ TRAT}$

1297  $\text{AC} = 54,41 + 0,036 \text{ TRAT}$

1298  $\text{PROP} = 23,45 - 0,045 \text{ TRAT}$

1299  $\text{BUT} = 11,68 + 0,066 \text{ TRAT} - 0,0007 \text{ TRAT}^2$

1300  $\text{BUT} = 8,477 + 2,359 \text{ TEMPO} - 0,291 \text{ TEMPO}^2$

1301

1302 **Tabela 7** – Efeito do pH ruminal em novilhos de acordo com a substituição do farelo de trigo por  
 1303 palma forrageira e tempos de coleta do fluido ruminal após a alimentação

Níveis de substituição (%)	Tempo de coleta do fluido ruminal (h)			
	0	2	4	6
0	6,88	6,00	6,02	6,08
25	6,92	6,48	6,32	6,28
50	7,00	6,74	6,52	6,62
75	7,00	6,88	6,80	6,74
100	7,10	6,88	6,86	6,80
Efeito linear (P-valor)	0,1670	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Efeito quadrático (P-valor)	0,9262	0,0010	0,1670	0,1708

1304 P=probabilidade. h = hora.

## 1305 **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

1306 A utilização de alimento concentrado na alimentação de ruminantes eleva o valor  
1307 dos custos de produção, por isso, a busca e utilização de fontes alternativas se torna  
1308 necessária.

1309 O farelo de trigo é usado por muitos produtores do Agreste; é um alimento  
1310 importado, pois o Brasil não é autossuficiente em sua produção. A qualidade nutricional de  
1311 sua proteína e energia são inferiores quando comparada a alimentos tradicionais, como  
1312 farelo de soja e milho, respectivamente. Por desconhecimento do produtor quanto ao seu  
1313 valor nutricional, a utilização do farelo de trigo é cada vez maior, pois só leva em  
1314 consideração o preço no mercado.

1315 Diante dos resultados encontrados para consumo, digestibilidade, taxa de passagem,  
1316 eficiência de síntese microbiana e fermentação ruminal, a palma forrageira pode substituir  
1317 parcialmente o farelo de trigo em dietas, entretanto, sendo necessária uma fonte de fibra  
1318 fisicamente efetiva (cana de açúcar).

1319 A utilização da palma forrageira em substituição ao farelo de trigo em regiões  
1320 semiáridas pode contribuir para diminuir a demanda por farelo de trigo para o desempenho  
1321 animal, além de contribuir também com o fornecimento de água via alimento, muitas vezes  
1322 saciando a sede dos animais, segundo a literatura.

1323 Por ser uma forrageira adaptada à região semiárida, sua disponibilidade e valor  
1324 econômico pode ser uma alternativa viável economicamente para o produtor reduzir os  
1325 gastos com alimentação.

1326



1327

1328

**ANEXOS**

1329

---

1330 **PALMA COM UREIA E FARELO DE TRIGO EM DIETAS PARA BOVINOS**

1331

Trat.	Perí.	Ani.	Consumo							
			MS <sup>1</sup>	MS/PC <sup>2</sup>	MO <sup>1</sup>	MOD <sup>1</sup>	PB <sup>1</sup>	FDNcp <sup>1</sup>	CNFcp <sup>1</sup>	NDT <sup>1</sup>
0	1	1	3,124	2,63	2,90	2,07	0,44	0,99	1,62	2,10
0	2	5	3,898	2,35	4,79	2,71	0,48	1,39	2,10	2,98
0	3	2	3,362	2,05	3,15	2,08	0,43	1,52	1,33	2,10
0	4	4	5,010	2,36	4,65	3,31	0,73	1,61	2,45	3,39
0	5	3	5,000	2,46	4,66	3,09	0,72	1,92	2,38	3,38
25	1	3	5,179	3,18	4,65	3,87	0,80	1,56	2,61	4,03
25	2	1	4,369	3,01	3,95	2,89	0,57	1,42	2,35	3,09
25	3	5	5,599	2,94	5,09	3,59	0,73	2,32	2,37	3,72
25	4	2	5,573	3,03	5,05	3,80	0,80	1,76	2,79	4,04
25	5	4	6,617	2,88	6,04	4,32	0,97	2,49	2,89	4,42
50	1	4	4,738	2,73	4,08	2,55	0,71	1,31	2,46	2,73
50	2	3	6,422	3,93	5,67	4,13	0,88	2,15	2,96	4,21
50	3	1	5,817	3,66	5,14	3,99	0,78	2,28	2,53	4,20
50	4	5	6,123	2,98	5,42	4,04	0,89	1,94	3,01	4,30
50	5	2	6,294	3,14	6,17	4,32	0,92	2,39	2,70	4,49
75	1	2	3,692	2,37	3,15	2,06	0,57	1,19	1,71	2,21
75	2	4	6,069	3,28	5,16	3,51	0,84	1,96	2,73	3,57
75	3	3	4,673	2,50	4,05	2,72	0,66	1,86	1,97	2,91
75	4	1	5,179	2,89	4,47	3,42	0,80	1,63	2,50	3,71
75	5	5	6,010	2,75	5,90	3,85	0,92	2,22	2,62	4,12
100	1	5	3,990	2,33	3,28	2,22	0,58	1,19	1,91	2,41
100	2	2	4,061	2,57	3,83	2,40	0,56	1,37	1,71	2,48
100	3	4	6,132	3,14	5,11	3,42	0,80	2,42	2,47	3,58
100	4	3	4,603	2,27	3,90	2,72	0,68	1,51	2,14	3,09
100	5	1	5,440	2,86	5,30	3,51	0,88	1,95	2,37	3,65

<sup>1</sup>kg d<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>g kg<sup>-1</sup> PC; Trat. = tratamento; Perú. = período; Ani. = animal; MS = matéria seca; MS/PC = matéria seca/peso corporal; MO = matéria orgânica; MOD = matéria orgânica digestível; PB = proteína bruta; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas; CNF = carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteínas; NDT = nutrientes digestíveis totais.

1333

1334

1335 Comportamento ingestivo e eficiências de alimentação e ruminação da MS e FDN em  
 1336 bovinos.

<b>Comportamento e eficiências</b>								
Trat.	Perí.	Ani.	Alimen. <sup>1</sup>	Ócio <sup>1</sup>	Rumina. <sup>1</sup>	E.alim. <sup>2</sup>	E.Rum.MS <sup>2</sup>	E.Rum.FDN <sup>3</sup>
0	1	1	229,8	810,0	399,6	0,816	0,469	0,149
0	2	5	300,0	780,0	360,0	0,780	0,650	0,232
0	3	2	390,0	780,0	270,0	0,517	0,747	0,339
0	4	4	339,6	609,6	489,6	0,885	0,614	0,198
0	5	3	309,6	570,0	559,8	0,969	0,536	0,206
25	1	3	279,6	799,8	360,0	1,111	0,863	0,261
25	2	1	319,8	769,8	349,8	0,820	0,749	0,243
25	3	5	339,6	669,6	429,6	0,989	0,782	0,324
25	4	2	319,8	679,8	439,8	1,046	0,760	0,240
25	5	4	319,8	660,0	459,6	1,241	0,864	0,326
50	1	4	349,8	489,6	600,0	0,813	0,474	0,131
50	2	3	240,0	789,6	409,8	1,605	0,940	0,314
50	3	1	259,8	739,8	439,8	1,344	0,794	0,311
50	4	5	309,6	630,0	499,8	1,187	0,735	0,233
50	5	2	289,8	660,0	489,6	1,303	0,771	0,292
75	1	2	300,0	750,0	390,0	0,738	0,568	0,183
75	2	4	339,6	510,0	589,8	1,072	0,617	0,199
75	3	3	319,8	759,6	360,0	0,877	0,779	0,310
75	4	1	309,6	660,0	469,8	1,004	0,661	0,208
75	5	5	309,6	660,0	469,8	1,165	0,768	0,283
100	1	5	330,0	639,6	469,8	0,725	0,510	0,152
100	2	2	330,0	750,0	360,0	0,738	0,677	0,228
100	3	4	409,8	579,6	450,0	0,898	0,818	0,323
100	4	3	210,0	729,6	499,8	1,315	0,553	0,181
100	5	1	319,8	639,6	480,0	1,021	0,680	0,243

<sup>1</sup>min<sup>-1</sup>; <sup>2</sup>g MS/h; <sup>3</sup>g FDN/h; Trat. = tratamento; Perú. = período; Ani. = animal; Alimen. = alimentação; Rumina. = ruminação; E.Alim. = eficiência de alimentação; E.Rum.MS = eficiência de ruminação da matéria seca; E.Rum.FDN = eficiência ruminação da fibra em detergente neutro

1337

1338

Trat.	Perí.	Ani.	Digestibilidades (g kg <sup>-1</sup> )								
			MoTo.	FdnTo.	PbTo.	MoRu.	FdnRu.	PbRu.	MoIn.	FdnIn.	PbIn.
0	1	1	641,8	352,4	720,7	576,0	275,2	228,7	155,2	106,5	637,8
0	2	5	768,7	452,5	728,4	614,9	381,3	79,7	399,4	115,1	704,8
0	3	2	642,0	555,1	641,4	507,4	545,3	92,3	273,1	21,6	605,0
0	4	4	717,9	494,1	738,1	571,5	433,9	316,1	341,7	106,4	617,1
0	5	3	694,4	543,2	732,0	541,2	508,8	154,4	333,8	70,1	683,1
25	1	3	766,6	612,3	847,7	607,4	542,7	441,2	405,5	152,3	727,5
25	2	1	660,3	430,4	780,5	403,5	317,4	252,4	430,5	165,6	706,4
25	3	5	718,0	621,3	748,7	492,2	615,8	23,8	444,7	14,4	742,6
25	4	2	723,8	512,6	775,1	484,3	494,0	274,0	464,3	36,9	690,2
25	5	4	724,0	618,6	779,0	498,3	538,3	98,2	449,7	173,9	754,9
50	1	4	594,5	216,6	735,1	537,8	202,1	540,7	122,8	18,2	423,3
50	2	3	691,7	521,7	736,6	519,2	502,0	342,2	358,7	39,6	599,5
50	3	1	700,0	564,0	759,2	601,5	519,6	485,4	247,1	92,4	532,1
50	4	5	678,9	435,5	783,2	481,3	408,7	221,6	380,9	45,4	721,4
50	5	2	716,8	559,8	777,9	522,7	503,5	293,6	406,7	113,3	685,5
75	1	2	584,9	286,8	819,3	369,1	260,1	344,3	342,1	36,1	724,4
75	2	4	718,6	512,6	808,9	510,1	466,2	433,1	425,6	86,9	662,7
75	3	3	640,4	503,1	772,3	486,5	502,8	420,6	299,8	0,6	607,0
75	4	1	697,1	455,5	827,8	508,1	411,7	493,4	384,3	74,5	660,1
75	5	5	735,2	533,3	844,4	487,2	506,1	181,1	483,6	55,2	809,9
100	1	5	600,7	308,4	877,9	471,4	267,1	516,9	244,6	56,4	747,3
100	2	2	680,8	468,8	813,4	436,1	448,0	442,5	433,9	37,6	665,2
100	3	4	710,6	657,5	815,2	626,7	645,5	540,3	224,9	33,9	597,9
100	4	3	692,1	489,0	830,7	486,8	487,2	412,7	400,2	3,6	711,7
100	5	1	753,6	581,3	861,4	544,7	557,4	439,9	458,8	54,0	752,6

Trat. = tratamento; Perú. = período; Ani. = animal; MoTo. = matéria orgânica total; FdnTo = fibra em detergente neutro total; PbTo. = proteína bruta total; MoRu. = matéria orgânica ruminal; FdnRu. = fibra em detergente neutro ruminal; PbRu. = proteína bruta ruminal; MoIn. = matéria orgânica intestinal; FdnIn. = fibra em detergente neutro intestinal; PbIn. = proteína bruta intestinal.

1342 Médias observadas para os pools ruminais e dinâmica da fibra em bovinos.

Pools e dinâmica da fibra									
Trat.	Perí.	Ani.	Pool MS <sup>1</sup>	Pool FDN <sup>1</sup>	Pool FDNi <sup>1</sup>	Ki <sup>2</sup>	Kp <sup>2</sup>	Kd <sup>2</sup>	Kpi <sup>2</sup>
0	1	1	1,784	1,284	0,683	0,030	0,015	0,014	0,0231
0	2	5	2,617	1,826	1,109	0,029	0,020	0,009	0,0242
0	3	2	2,008	1,481	0,814	0,031	0,020	0,010	0,0245
0	4	4	3,595	2,629	1,391	0,025	0,014	0,010	0,0196
0	5	3	2,256	1,621	0,905	0,039	0,022	0,016	0,0312
25	1	3	1,974	1,380	0,746	0,045	0,022	0,023	0,0308
25	2	1	1,949	1,345	0,848	0,040	0,030	0,010	0,0350
25	3	5	2,001	1,358	0,815	0,052	0,027	0,025	0,0357
25	4	2	1,785	1,244	0,747	0,056	0,030	0,026	0,0423
25	5	4	2,135	1,404	0,871	0,060	0,034	0,025	0,0427
50	1	4	2,098	1,414	0,822	0,036	0,023	0,013	0,0266
50	2	3	1,984	1,340	0,772	0,061	0,033	0,028	0,0454
50	3	1	1,899	1,272	0,816	0,054	0,027	0,027	0,0326
50	4	5	1,883	1,309	0,787	0,058	0,035	0,023	0,0450
50	5	2	1,884	1,319	0,834	0,062	0,029	0,032	0,0436
75	1	2	2,283	1,644	1,094	0,029	0,022	0,006	0,0212
75	2	4	1,964	1,411	0,860	0,053	0,031	0,022	0,0372
75	3	3	1,317	0,897	0,568	0,065	0,034	0,031	0,0419
75	4	1	2,591	1,813	1,184	0,035	0,017	0,018	0,0260
75	5	5	1,716	1,154	0,725	0,065	0,040	0,026	0,0514
100	1	5	2,610	1,815	1,218	0,026	0,014	0,012	0,0205
100	2	2	2,107	1,483	0,949	0,036	0,021	0,015	0,0277
100	3	4	2,355	1,583	1,063	0,048	0,023	0,025	0,0257
100	4	3	1,601	1,069	0,689	0,054	0,026	0,028	0,0414
100	5	1	1,944	1,273	0,838	0,052	0,023	0,029	0,0400

<sup>1</sup>kg; <sup>2</sup>h<sup>-1</sup>; Trat. = tratamento; Perí. = período; Ani. = animal; Pool MS = pool de matéria seca; Pool FDN = pool de fibra em detergente neutro; Pool FDNi = pool de fibra em detergente neutro indigestível; ki = taxa de ingestão da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; kp = taxa de passagem da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; kd = taxa de degradação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; kpi = taxa de passagem da fibra em detergente neutro indigestível.

1343

1344

1345 Médias observadas para o balanço de nitrogênio, excreções fecais e urinárias de nitrogênio  
 1346 em bovinos.

Trat.	Perí.	Ani.	Balanço de nitrogênio							
			Uré.Pl. <sup>1</sup>	EU <sup>2</sup>	N/Ur.P. <sup>1</sup>	N/Ur.U. <sup>2</sup>	N. cons. <sup>3</sup>	N.fecal <sup>3</sup>	N. uri. <sup>3</sup>	B.N. <sup>3</sup>
0	1	1	44,87	843,98	20,91	393,29	70,45	23,02	29,81	17,63
0	2	5	37,24	595,71	17,35	277,60	77,35	26,09	36,95	14,32
0	3	2	27,55	587,48	12,84	273,76	68,89	31,02	19,61	18,25
0	4	4	28,86	1069,46	13,45	498,37	117,12	29,24	15,37	72,51
0	5	3	22,71	964,75	10,58	449,57	116,09	31,17	26,53	58,39
25	1	3	43,75	521,89	20,39	243,20	128,43	19,24	14,79	94,41
25	2	1	33,51	933,06	15,62	434,81	91,65	18,83	24,39	48,43
25	3	5	45,61	777,65	21,26	362,39	116,82	27,18	54,40	35,25
25	4	2	39,10	947,85	18,22	441,70	127,36	22,84	8,72	95,80
25	5	4	43,94	835,73	20,47	389,45	155,13	23,77	22,66	108,70
50	1	4	44,12	598,38	20,56	278,85	113,03	18,34	10,24	84,46
50	2	3	46,92	621,61	21,86	289,67	140,42	21,06	44,62	74,74
50	3	1	34,81	749,05	16,22	349,06	125,42	22,72	9,87	92,83
50	4	5	44,50	774,39	20,74	360,87	142,05	21,96	11,13	108,96
50	5	2	41,33	1121,21	19,26	522,48	147,30	20,76	12,84	113,69
75	1	2	41,14	1054,08	19,17	491,20	90,97	13,50	32,85	44,61
75	2	4	32,77	887,48	15,27	413,57	134,80	22,61	13,16	99,03
75	3	3	29,97	551,21	13,97	256,87	106,08	18,77	10,39	76,92
75	4	1	39,10	1063,03	18,22	495,37	127,78	19,57	15,04	93,16
75	5	5	48,59	1072,12	22,64	499,61	146,67	16,46	42,28	87,94
100	1	5	42,26	693,28	19,69	323,07	93,24	10,40	10,81	72,02
100	2	2	38,72	935,56	18,05	435,97	89,92	17,16	15,22	57,53
100	3	4	28,48	819,91	13,27	382,08	128,50	15,88	12,11	100,51
100	4	3	34,26	991,65	15,96	462,11	109,30	14,84	17,01	77,45
100	5	1	42,82	1193,95	19,95	556,38	140,18	19,84	22,88	97,46

<sup>1</sup>mg/dL; <sup>2</sup>mg/kg PC; <sup>3</sup>g/dia; Ure.Pl. = ureia plasmática; EU = ureia urinária; N/Ur. P. = nitrogênio ureico plasmático; N/Ur.U. = nitrogênio ureico urinário; N. cons. = nitrogênio consumido; N.fecal = nitrogênio fecal; N.uri. = nitrogênio urinário; B.N. = balanço de nitrogênio.

1347

1348

1349 Médias observadas para a síntese, eficiência de síntese de proteína microbiana e excreções  
 1350 de derivados de purinas em bovinos.

**Síntese e eficiência de síntese microbiana**

Trat.	Perí.	Ani.	Ef.Sí.Pb. mic. <sup>1</sup>	Alan. <sup>2</sup>	Ác.úri. <sup>2</sup>	Pur.Tot. <sup>2</sup>	Pur.Abs. <sup>3</sup>	N.mic. <sup>3</sup>	PBmic. <sup>3</sup>
0	1	1	133,75	60,11	6,34	66,45	61,91	45,01	281,33
0	2	5	62,18	46,54	6,39	52,93	40,85	29,70	185,63
0	3	2	171,07	76,93	7,38	84,30	79,24	57,61	360,05
0	4	4	199,05	129,10	15,57	144,66	148,53	107,99	674,92
0	5	3	128,82	84,01	12,60	96,61	92,99	67,61	422,57
25	1	3	52,52	51,14	6,05	57,19	46,59	33,87	211,71
25	2	1	138,73	85,10	11,30	96,40	94,49	68,70	429,36
25	3	5	105,57	83,82	8,04	91,86	87,15	63,36	396,00
25	4	2	118,45	95,01	12,60	107,61	106,41	77,37	483,55
25	5	4	112,42	103,90	8,29	112,19	109,29	79,46	496,61
50	1	4	128,36	79,29	6,12	85,40	76,82	55,85	349,08
50	2	3	88,96	81,37	8,15	89,52	82,39	59,90	374,39
50	3	1	99,45	85,90	9,40	95,30	91,83	66,77	417,28
50	4	5	105,05	93,51	11,50	105,01	100,34	72,95	455,95
50	5	2	137,89	119,72	13,69	133,41	136,20	99,02	618,88
75	1	2	146,73	68,05	11,92	79,97	71,50	51,98	324,88
75	2	4	113,23	81,78	15,24	97,03	88,96	64,68	404,23
75	3	3	145,31	92,20	7,58	99,78	93,08	67,68	422,97
75	4	1	107,18	82,70	11,15	93,86	88,22	64,14	400,86
75	5	5	142,91	121,26	9,80	131,06	129,64	94,25	589,08
100	1	5	78,41	48,73	8,59	57,32	41,71	30,33	189,55
100	2	2	142,05	70,95	14,81	85,77	76,79	55,83	348,95
100	3	4	96,65	72,95	15,15	88,11	76,90	55,91	349,45
100	4	3	153,91	95,56	15,37	110,93	106,11	77,15	482,16
100	5	1	155,00	113,18	12,40	125,58	124,54	90,54	565,90

<sup>1</sup>g/100g NDT; <sup>2</sup>mmol/d; <sup>3</sup>g/d; Ef.Sí.Pb. mic = eficiência de síntese de proteína microbiana; Alan. = alantoina; Ác.úri. = ácido úrico; Pur.Tot. = purinas totais; Pur.Abs. = purinas absorvidas; N.mic = nitrogênio microbiano; PB.mic = síntese de proteína microbiana.

1351

1352

1353 Médias observadas para o pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis em bovinos.

<b>Fermentação ruminal</b>								
Trat.	Perí.	Ani.	Horário	pH	N-NH <sup>3</sup> <sup>1</sup>	Acético <sup>2</sup>	Propiônico <sup>2</sup>	Butírico <sup>2</sup>
0	1	1	0	7,3	13,63	17,25	5,67	2,71
0	1	1	2	6,0	70,37	33,86	21,80	4,76
0	1	1	4	6,5	74,42	30,76	21,22	4,98
0	1	1	6	6,0	22,47	18,86	7,63	4,53
0	2	5	0	7,1	11,42	28,31	6,82	6,68
0	2	5	2	6,0	42,37	73,63	27,73	21,25
0	2	5	4	6,1	26,16	76,49	24,64	20,59
0	2	5	6	6,3	21,00	53,55	18,44	14,64
0	3	2	0	5,9	20,63	58,80	29,99	11,16
0	3	2	2	5,8	20,63	72,38	47,06	12,26
0	3	2	4	6,1	9,95	43,70	25,64	10,05
0	3	2	6	6,1	20,63	52,03	25,03	9,02
0	4	4	0	7,0	12,53	42,48	16,75	7,60
0	4	4	2	6,2	25,05	68,70	34,15	11,46
0	4	4	4	5,7	16,58	75,13	42,32	16,25
0	4	4	6	6,1	17,32	53,32	26,51	10,62
0	5	3	0	7,1	11,79	33,96	11,27	5,34
0	5	3	2	6,0	25,05	59,04	27,77	13,18
0	5	3	4	5,7	19,89	62,40	31,55	17,44
0	5	3	6	5,9	18,79	70,45	34,91	12,72
25	1	3	0	6,8	9,95	53,18	17,34	12,79
25	1	3	2	6,5	44,95	54,83	21,51	10,63
25	1	3	4	6,5	46,79	60,99	24,63	12,02
25	1	3	6	6,2	36,47	33,45	17,46	7,17
25	2	1	0	7,1	5,53	25,53	7,68	7,02
25	2	1	2	6,7	12,16	43,48	17,11	12,93
25	2	1	4	6,7	21,00	65,16	25,28	19,49
25	2	1	6	6,4	5,89	40,76	15,11	10,99
25	3	5	0	6,7	44,21	47,77	11,58	12,96
25	3	5	2	6,0	50,84	73,50	23,92	20,80
25	3	5	4	5,9	48,63	65,86	22,49	24,35
25	3	5	6	6,1	46,42	63,10	20,84	22,74



25	4	2	0	7,1	11,79	42,32	10,62	9,15
25	4	2	2	6,7	36,11	72,58	29,03	14,79
25	4	2	4	6,5	11,79	87,71	34,17	16,22
25	4	2	6	6,3	26,16	64,26	25,53	18,74
25	5	4	0	6,9	15,11	50,28	16,23	12,22
25	5	4	2	6,5	38,68	76,19	27,91	15,21
25	5	4	4	6,0	28,74	74,15	27,60	16,14
25	5	4	6	6,4	41,26	61,64	26,11	14,67
50	1	4	0	6,9	12,53	30,46	9,91	5,23
50	1	4	2	7,0	28,37	37,55	11,69	4,30
50	1	4	4	6,8	11,42	41,41	15,38	6,13
50	1	4	6	7,1	16,95	38,87	16,01	6,38
50	2	3	0	6,9	2,95	29,48	10,43	4,67
50	2	3	2	6,8	52,68	39,12	14,45	8,38
50	2	3	4	6,4	43,11	74,26	36,98	18,69
50	2	3	6	6,1	30,21	77,83	39,17	11,96
50	3	1	0	7,0	9,95	46,73	14,13	8,81
50	3	1	2	6,6	26,89	67,94	31,58	10,84
50	3	1	4	6,4	35,74	78,99	32,58	11,25
50	3	1	6	6,4	21,00	84,95	33,49	12,20
50	4	5	0	7,1	12,53	47,42	11,02	12,11
50	4	5	2	6,8	39,79	55,95	18,78	17,30
50	4	5	4	6,3	22,11	92,93	27,49	25,71
50	4	5	6	6,6	34,63	59,42	20,75	19,87
50	5	2	0	7,1	11,05	51,19	13,26	10,51
50	5	2	2	6,5	35,00	73,24	25,91	16,82
50	5	2	4	6,7	42,74	61,67	20,35	16,54
50	5	2	6	6,9	40,16	91,66	32,95	16,36
75	1	2	0	7,0	8,47	30,79	11,13	5,54
75	1	2	2	6,8	26,89	33,51	14,54	5,11
75	1	2	4	7,0	22,47	40,74	19,61	6,36
75	1	2	6	6,5	14,74	51,48	16,62	9,27
75	2	4	0	6,9	5,16	60,32	19,25	10,17
75	2	4	2	7,0	27,63	75,28	24,60	10,62
75	2	4	4	6,8	25,42	77,37	28,54	10,08

75	2	4	6	6,9	27,63	54,84	21,25	8,93
75	3	3	0	6,9	8,84	41,72	11,60	7,18
75	3	3	2	6,8	25,42	52,86	17,45	8,34
75	3	3	4	6,6	27,63	61,16	26,08	11,47
75	3	3	6	6,5	20,63	64,54	23,43	11,24
75	4	1	0	7,2	8,84	54,82	13,27	8,89
75	4	1	2	7,1	13,26	48,57	15,31	10,69
75	4	1	4	6,9	22,47	54,00	16,96	11,91
75	4	1	6	6,9	23,58	59,97	18,19	12,94
75	5	5	0	7,0	14,74	54,78	11,53	12,18
75	5	5	2	6,7	25,42	85,49	25,04	16,74
75	5	5	4	6,7	43,47	59,97	19,76	12,03
75	5	5	6	6,9	43,11	71,94	22,44	13,77
100	1	5	0	7,1	11,05	27,90	7,53	6,39
100	1	5	2	7,1	19,53	48,72	13,83	7,28
100	1	5	4	7,1	42,74	52,37	15,52	7,38
100	1	5	6	6,8	31,32	44,88	12,34	6,89
100	2	2	0	7,1	5,53	48,08	17,41	7,56
100	2	2	2	6,8	26,53	42,44	19,07	6,97
100	2	2	4	6,9	8,11	70,33	24,07	10,79
100	2	2	6	6,8	18,42	52,51	28,93	10,29
100	3	4	0	7,1	6,26	56,18	17,83	7,96
100	3	4	2	6,7	9,21	51,08	23,22	7,62
100	3	4	4	6,7	11,05	83,47	39,37	12,17
100	3	4	6	6,7	20,26	67,08	29,09	9,23
100	4	3	0	7,1	8,11	47,34	12,16	9,43
100	4	3	2	6,8	29,84	58,70	21,01	11,82
100	4	3	4	6,8	25,79	54,24	18,35	11,13
100	4	3	6	6,6	28,74	73,80	25,05	13,22
100	5	1	0	7,1	11,79	60,06	13,88	10,90
100	5	1	2	7,0	21,74	59,96	20,28	10,96
100	5	1	4	6,8	25,79	65,71	16,68	12,04
100	5	1	6	7,1	42,37	63,15	20,62	12,35

<sup>1</sup>mg/dL; <sup>2</sup>mmol/L; N-NH<sup>3</sup> = nitrogênio amoniacal.