

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

**ESTRATÉGIAS DE FORNECIMENTO DE DIETAS À BASE DE PALMA
FORRAGEIRA PARA VACAS LEITEIRAS**

Diego Amorim dos Santos

RECIFE - PE

JULHO - 2019

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

**ESTRATÉGIAS DE FORNECIMENTO DE DIETAS À BASE DE PALMA
FORRAGEIRA PARA VACAS LEITEIRAS**

DIEGO AMORIM DOS SANTOS

Zootecnista, MSc. em Ciência Animal

RECIFE - PE

JULHO - 2019

DIEGO AMORIM DOS SANTOS

**ESTRATÉGIAS DE FORNECIMENTO DE DIETAS À BASE DE
PALMA FORRAGEIRA PARA VACAS LEITEIRAS**

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

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira (Orientador)

Dr^a Juana Catarina Cariri Chagas (Co-orientadora)

Dr. Júlio César Vieira de Oliveira (Co-orientador)

RECIFE - PE

JULHO - 2019

DIEGO AMORIM DOS SANTOS

**ESTRATÉGIAS DE FORNECIMENTO DE DIETAS À BASE DE
PALMA FORRAGEIRA PARA VACAS LEITEIRAS**

Recife, 25 de julho de 2019

Comissão Examinadora:

Prof. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco
(Presidente)

Profa. Dra. Adriana Guim
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dra. Maria Gabriela da Conceição
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dr. Erinaldo Viana de Freitas
Instituto de Pesquisa Agropecuária de Pernambuco (IPA)

Prof. Dr. Marcílio de Azevedo
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
 Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
 Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S237e	Santos, Diego Amorim dos. Estratégias de fornecimento de dietas à base de palma forrageira para vacas leiteiras / Diego Amorim dos Santos. - Recife, 2019. 59 f.: il.
César Vieira de Pernambuco, BR-PE,	Orientador(a): Marcelo de Andrade Ferreira. Coorientador(a): Juana Catarina Cariri Chagas, Julio Oliveira. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Rural de Programa de Pós-Graduação em Integrado em Zootecnia, Recife, 2019.
Girolando	Inclui referências. 1. Agricultura familiar 2. Bovinocultura de leite 3. 4. Manejo alimentar 5. Opuntia sp. 6. Semiárido I. Ferreira, Marcelo de Andrade, orient. II. Chagas, Juana Catarina Cariri, coorient. III. Oliveira, Julio César Vieira de, coorient. IV. Título
CDD 636	

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

DIEGO AMORIM DOS SANTOS - Natural de Imperatriz, Maranhão e nascido em 20 de Janeiro de 1987. No ano de 2005 ingressou no ensino superior, adquirindo o bacharelado em Zootecnia pela Universidade Federal do Tocantins no ano de 2009, com monografia intitulada “Sistema Intensivo de Criação de Bovinos Leiteiros”. Posteriormente, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal (PPGCA) no ano de 2011, obtendo o título de Mestre em Ciência Animal pela Universidade Federal do Maranhão no ano de 2014, defendendo dissertação intitulada “Glicerina bruta na dieta de caprinos em terminação”. Em 2015, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPGZ), pela Universidade Federal Rural de Pernambuco e submeteu-se a exame para o título de doutor em 25 de julho de 2019.

Aos meus pais, Albino e Maria

Dedico.

À minha irmã Denise

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) pela oportunidade de ingresso em seu Programa de Pós-Graduação, excelente estrutura e quadro docente de altíssimo nível, que tanto contribuíram para o meu crescimento pessoal e profissional.

À Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pela concessão de bolsa de estudo, a qual tornou possível a dedicação exclusiva ao curso de pós-graduação.

Ao Instituto de Pesquisa Agrônômica de Pernambuco (IPA) pelo provimento das instalações para execução dos experimentos aqui listados

Ao Grupo de Estudos em Palma Forrageira (GEPAF) pelo auxílio na condução do experimento e análises laboratoriais, cuja ajuda tornou possível a conclusão desta etapa e a amizade tornou mais suave o percurso ao longo dos anos.

Ao Prof. Dr Marcelo de Andrade Ferreira pela excelente orientação, pela amizade e, especialmente, pela paciência.

Muito obrigado.

SUMÁRIO

	Página
Lista de Tabelas.....	IX
Lista de Figuras.....	X
Resumo Geral.....	XI
Abstract.....	13
Considerações Iniciais.....	15
Capítulo I - A mistura completa é a melhor opção para o manejo alimentar de vacas mestiças com dietas à base de palma forrageira?.....	18
Resumo.....	19
Abstract.....	20
Introdução.....	21
Material e Métodos.....	22
Resultados e Discussão.....	26
Conclusão.....	33
Referências Bibliográficas.....	34
Capítulo II - Comportamento ingestivo como ferramenta na tomada de decisão no manejo alimentar de vacas leiteiras.....	38
Resumo.....	39
Abstract.....	40
Introdução.....	41
Material e Métodos.....	42
Resultados e Discussão.....	46
Conclusão.....	53
Referências Bibliográficas.....	54
Considerações Finais e Implicações.....	57

LISTA DE TABELAS

	Página
Capítulo I	
Tabela 1. Composição química dos ingredientes e composição nutricional da dieta experimental (g kg ⁻¹ de matéria natural fornecida).....	23
Tabela 2. Horários de fornecimento da dieta experimental em diferentes estratégias alimentares.....	26
Tabela 3. Consumo e digestibilidade da MS e seus componentes de dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.....	27
Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dieta a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.....	28
Tabela 5. Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de proteína microbiana de vacas alimentadas com dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.....	29
Capítulo II	
Tabela 1. Horários de fornecimento da dieta experimental em diferentes estratégias alimentares.....	43
Tabela 2. Composição química dos ingredientes e composição nutricional da dieta experimental (g kg ⁻¹ de matéria natural fornecida).....	44
Tabela 3. Consumo de nutrientes, produção de leite e nutrientes nas sobras vacas alimentadas com dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.....	46
Tabela 4. Frequência das atividades desenvolvidas durante 24 horas por animais submetidos a diferentes estratégias alimentares.....	47
Tabela 5. Efeitos das estratégias alimentares (EA) , diferentes turnos (TU) e suas interações sobre os parâmetros comportamentais.....	Error! Indicador Não Definido .

LISTA DE FIGURAS

Capítulo II

Página

Figura 1. Interações entre parâmetros comportamentais e turnos do dia de dietas à base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.....	49
--	----

ESTRATÉGIAS DE FORNECIMENTO DE DIETAS À BASE DE PALMA FORRAGEIRA PARA VACAS LEITEIRAS

RESUMO GERAL - Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de fornecimento de dieta a base de palma forrageira sobre o consumo (MS e nutrientes) digestibilidade, produção e composição do leite, o balanço de nitrogênio, a síntese de proteína microbiana, o comportamento ingestivo e a distribuição das atividades comportamentais em diferentes períodos do dia de vacas da raça Girolando em lactação. Oito vacas aos $96,5 \pm 7,6$ dias de lactação com produção de leite média de $12,2 \pm 0,26$ kg dia⁻¹, foram distribuídas em dois quadrados Latinos contemporâneos (4x4), balanceados para efeito residual, recebendo dieta composta por palma forrageira, cana-de-açúcar e concentrado. As quatro diferentes estratégias de fornecimento da dieta foram: mistura completa (MC), concentrado fornecido durante a ordenha e associação dos volumosos (Con/PC), palma forrageira associada ao concentrado e cana-de-açúcar separada (P+Con/C) e cana-de-açúcar associada ao concentrado e palma forrageira separada (C+Con/P), formuladas para atender exigências nutricionais de vacas produzindo 13 kg de leite dia⁻¹ corrigido para 4,0 % de gordura. Os consumos de matéria seca (MS; $13,31 \pm 0,28$ kg dia⁻¹), matéria orgânica (MO; $12,27 \pm 26$ kg dia⁻¹), proteína bruta (PB; $1,98 \pm 0,05$ kg dia⁻¹), fibra em detergente neutro (FDN; $4,48 \pm 0,10$ kg dia⁻¹), carboidratos não-fibrosos (CNF; $6,03 \pm 0,20$ kg dia⁻¹) e nutrientes digestíveis totais (NDT; $9,29 \pm 0,50$ kg dia⁻¹) não foram alterados, bem como a digestibilidade da MS ($676,76 \pm 30,6$ g kg⁻¹), MO ($704,4 \pm 28,4$ g kg⁻¹), PB ($699,45 \pm 49,3$ g kg⁻¹), FDN ($532,25 \pm 58,3$ g kg⁻¹) e CNF ($854,87 \pm 31,6$ g kg⁻¹). As diferentes estratégias também não influenciaram a produção de leite ($12,22 \pm 0,26$ kg d⁻¹), leite corrigido para 4% de gordura (LCG; $13,5 \pm 0,34$ kg d⁻¹), teores de proteína ($38,97 \pm 0,05$ g kg⁻¹), gordura ($47,12 \pm 0,11$ g kg⁻¹), lactose ($42,7 \pm 0,03$ g kg⁻¹), caseína ($30,3 \pm 0,04$ g kg⁻¹), sólidos totais ($138,27 \pm 0,15$ g kg⁻¹) e ureia ($10,87 \pm 1,33$ mg dL⁻¹), balanço de nitrogênio ($207,45 \pm 9,82$ g dia⁻¹), síntese de proteína microbiana (1071 ± 116 g dia⁻¹) e eficiência de síntese de proteína microbiana ($119,20 \pm 2,82$ g kg NDT⁻¹). Os tempos de

alimentação ($274,06 \pm 8,5$ minutos dia^{-1}), ruminação ($35,31 \pm 27,64$ minutos dia^{-1}) e ócio ($730,60 \pm 35,48$ minutos dia^{-1}) também não foram influenciados. Os animais alimentados com C+Con/P despenderam mais tempo em alimentação durante o período da tarde (12:00 h e 18:00 h). A mistura completa, bem como as outras estratégias propostas, são opções para o fornecimento de dietas à base de palma forrageira e não alteram o comportamento ingestivo ou o desempenho produtivo das vacas Girolando.

Palavras-chave: agricultura familiar, bovinocultura de leite, Girolando, manejo alimentar, *Opuntia* sp., semiarido.

1 FEEDING STRATEGIES OF SPINELESS CACTUS BASED DIETS FOR 2 DAIRY COWS

3
4
5 **ABSTRACT** – This study aimed to evaluate the effects of different feeding strategies
6 of diets based on cactus cladodes on feed intake, milk yeild and composition, nitrogen
7 balance, microbial protein synthesis and ingestive behavior of Girolando lactating cows.
8 Eight cows at 96.5 ± 7.6 days of lactation with average milk yield of 12.2 ± 0.26 kg
9 day^{-1} were arranged in two Latin squares (4x4), balanced for residual effects, and fed a
10 diet composed of cactus cladodes, sugarcane and concentrate. The four feeding
11 strategies tested were: total mixed ration (TMR), concentrate supplied during milking
12 and association of the roughage (Con/SC+CC), cactus cladodes associated with
13 concentrate and separated sugarcane (CC+Con/SC) and sugarcane associated with
14 concentrate and separated cactus cladodes. (SC+Con/CC). The diet was formulated to
15 meet the nutritional requirements of cows producing 13 kg day^{-1} of 4% fat corrected
16 milk. Dry matter (DM, 13.31 ± 0.28 kg day^{-1}), organic matter (OM, 12.27 ± 26 kg day^{-1}),
17 crude protein (CP, 98 ± 0.05 kg day^{-1}), neutral detergent fiber (NDF, 4.48 ± 0.10 kg
18 day^{-1}), non-fibrous carbohydrates (NFC, 6.03 ± 0.20 kg day^{-1}) and total digestible
19 nutrients (TDN, 9.29 ± 0.50 kg day^{-1}). The digestibility of DM (676.76 ± 30.6 g kg^{-1}),
20 OM (704.4 ± 28.4 g kg^{-1}), CP (699.45 ± 49.3 g kg^{-1}), NDF (532.25 ± 58.3 g kg^{-1}) and
21 NFC (854.87 ± 31.6 g kg^{-1}) were not altered by the strategies tested. The different
22 strategies did not influence milk yeild (12.22 ± 0.26 kg d^{-1}), 4% fat corrected milk (13.5
23 ± 0.34 kg d^{-1}), milk protein (38.97 ± 0.05 g kg^{-1}), milk fat (47.12 ± 0.11 g kg^{-1}), lactosis
24 (42.7 ± 0.03 g kg^{-1}), casein (13.27 ± 0.15 g kg^{-1}), total solids (138.27 ± 0.15 g kg^{-1}) and
25 urea (10.87 ± 1.33 mg dL^{-1}). The nitrogen balance (207.45 ± 9.82 g day^{-1}), microbial
26 protein synthesis (1071 ± 116 g day^{-1}) and microbial protein synthesis efficiency
27 (119.20 ± 2.82 g kg TDN^{-1}) did not change between strategies. The time spent in
28 feeding activities (274.06 ± 8.5 minutes day^{-1}), rumination (435.31 ± 27.64 minutes
29 day^{-1}) and idle time (730.60 ± 35.48 minutes day^{-1}) were not influenced by the different
30 strategies. Animals fed with SC+Con/CC spent more time in feeding at the afternoon
31 (12:00 h to 18:00 h). The MC, as well as the other tested strategies, are options for
32 feeding cactus cladodes based diets without dairy cows impairment performance. The

33 different feeding strategies did not modify the ingestive behavior of the Girolando cows
34 fed with cactus cladodes diet.

35 **Keywords:** Dairy cattle, feeding management, Girolando, *Opuntia* sp, semiarid,
36 smallholder farm

37

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

38

39

40 A década de 70 marcou o setor agropecuário brasileiro pela rápida expansão
41 impulsionada por políticas governamentais. Este momento, conhecido como o “Milagre
42 Econômico”, teve como característica marcante a importação de pacotes tecnológicos.
43 Podemos entender o termo ‘Pacote Tecnológico’ como um conjunto de práticas ou
44 produtos que, quando aplicados, geram determinado resultado previsto, uma vez que as
45 técnicas são oferecidas após comprovação experimental e prática.

46 A importação de tecnologias, no entanto, não se iniciou neste período. Com a
47 democratização da informação, o acesso ao conhecimento torna-se cada vez mais fácil;
48 o processo de globalização contribui para este fenômeno. O acesso a conhecimento
49 gerado pelos melhores institutos do planeta e tecnologias de vanguarda foi e é
50 extremamente benéfico para a expansão e tecnificação do setor agropecuário.

51 Entretanto, o que por um lado do prisma tem potencial para alavancar a
52 produtividade de todo um setor, por outro, pode conter pequenas armadilhas que podem
53 anular quaisquer benefícios trazidos pela aquisição destas tecnologias, correndo-se o
54 risco de incorrer em tais erros quando as especificidades dos métodos importados não
55 são levadas em consideração. Daí a importância do desenvolvimento de conhecimento
56 tecnológico de abrangência regional.

57 O maior exemplo deste fenômeno na agropecuária brasileira é observado na
58 importação de material genético de países de clima temperado. O grande potencial de
59 produção dos animais pode ser severamente prejudicado pelas condições
60 edafoclimáticas encontradas nos trópicos, uma vez que o mencionado pacote (neste caso,
61 o material genético) foi produzido em condições mais amenas.

62 De modo similar, a utilização de etanol como alternativa aos combustíveis fósseis
63 em determinados países com temperaturas muito baixas encontrou algumas barreiras no
64 fato do mesmo congelar dentro dos motores durante a noite. Independente do setor,
65 observar as particularidades daquilo que se deseja implementar é não apenas de bom
66 tom, mas prática desejável e que vem sendo adotada pela comunidade científica
67 brasileira.

68 Deste modo, é importante produzirmos nossos próprios aportes tecnológicos, que são
69 distribuídos internamente para sanar ou amenizar problemas locais utilizando soluções
70 que melhor se adequam à realidade na qual serão aplicadas. Dentre estes, destaca-se em
71 importância a palma forrageira como opção de alimento volumoso para os rebanhos que
72 habitam o semiárido nordestino.

73 Nesta região, a maior parte dos produtores rurais existe em regime de agricultura
74 familiar, restritos a pequenas propriedades, nas quais trabalham com a própria família
75 para gerar seu sustento. Assim, dependem quase que exclusivamente da mão de obra da
76 família, sendo rara ou inexistente a contratação de mão de obra externa ou temporária.
77 Esta combinação de fatores torna estes produtores especialmente vulneráveis: além de
78 necessitarem conviver com os fatores de clima e solo da região, há poucos recursos
79 disponíveis e pouca orientação de como utilizá-los.

80 Neste cenário, a palma forrageira tem sido uma forte aliada para amenizar a falta de
81 alimento para o gado, por suas características produtivas, uso eficiente da água e
82 adaptabilidade à região semiárida, auxiliando na manutenção do homem no campo,
83 contribuindo para a geração de empregos e renda, especialmente advinda da pecuária de
84 leite.

85 Dentre as cultivares disponibilizadas pela parceria entre o Instituto de Pesquisa
86 Agropecuária de Pernambuco (IPA) e a Universidade Federal Rural de Pernambuco
87 (UFRPE) a Orelha de Elefante Mexicana se destaca por sua alta produtividade e
88 adaptabilidade ao clima e solo da região semiárida, sendo recomendada sua utilização
89 em sistema de mistura completa, aliada à fontes de fibra fisicamente efetiva. Entretanto,
90 ainda requer estudos complementares sobre formas de fornecimento de dietas além de
91 avaliações de consumo e desempenho produtivo, em especial rebanhos mestiços
92 Girolando,

93 A mistura completa é, em si, uma tecnologia desenvolvida para reduzir a seletividade
94 de alguns ingredientes mais palatáveis em detrimento de outros menos palatáveis, mas
95 algumas vezes presentes na dieta oferecida ao animal, favorecendo ainda a sinergia
96 entre os alimentos que compõe a dieta.. É sabido que a confecção apropriada da mistura
97 completa requer homogeneização perfeita de todos os ingredientes da dieta, o que é
98 feito com o auxílio de maquinário próprio para a função, além de software apropriado.

99 Logo, o produtor familiar que tenta produzir no semiárido nordestino não teria
100 condições de aplicar a técnica de forma adequada, comprometendo a utilização da
101 palma forrageira.

102 Entretanto, a mistura completa é uma tecnologia pensada para rebanhos de alta
103 produtividade, com a utilização de grandes quantidades de concentrado, onde a restrição
104 da seletividade imposta pelos animais é imperativa. No cenário em que se apresenta a
105 palma como solução, é provável que esta estratégia não seja a mais eficaz, ou mesmo
106 necessária, uma vez que não há a preocupação com o excesso de consumo de
107 concentrado, mas sim com a escassez de alimentos volumosos na região.

108 Assim, na possibilidade de não utilização da palma forrageira na forma de mistura
109 completa, os benefícios para o pequeno produtor seriam notáveis. Considerando-se que
110 a simplificação do manuseio da palma forrageira no momento do seu fornecimento
111 abonaria sua utilização e que o fator mão de obra é limitante, a retirada de etapas
112 desnecessárias geraria economia de tempo e recursos, melhorando a eficiência de sua
113 utilização, haja visto que a pouca disponibilidade da mesma em regimes de agricultura
114 familiar também é um obstáculo à adoção e utilização da palma forrageira.

115

CAPÍTULO I

116

117

118 **A mistura completa é a melhor opção para o manejo alimentar de**

119 **vacas mestiças com dietas a base de palma forrageira?**

120

121

122

RESUMO

123

124 O objetivo deste estudo foi avaliar o efeito de diferentes estratégias de fornecimento de
125 dieta a base de palma forrageira sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca e
126 seus componentes, produção e composição do leite de vacas da raça Girolando em
127 lactação. Oito vacas aos $96,5 \pm 7,6$ dias em lactação com produção de leite média de
128 $12,2 \pm 0,26$ kg dia⁻¹, foram distribuídos em dois quadrados Latinos contemporâneos
129 (4x4), balanceados para efeito residual, recebendo dieta composta por palma forrageira,
130 cana-de-açúcar e concentrado. As quatro diferentes estratégias de fornecimento da dieta
131 foram: mistura completa (MC), concentrado fornecido durante a ordenha e associação
132 dos volumosos (Con/PC), palma forrageira associada ao concentrado e cana-de-açúcar
133 separada (P+Con/C) e cana-de-açúcar associada ao concentrado e palma forrageira
134 separada (C+Con/P). Independentemente da estratégia utilizada, os consumos de
135 matéria seca (MS; $13,31 \pm 0,28$ kg dia⁻¹), matéria orgânica (MO; $12,27 \pm 26$ kg dia⁻¹),
136 proteína bruta (PB; $1,98 \pm 0,05$ kg dia⁻¹), fibra em detergente neutro (FDN; $4,48 \pm 0,10$
137 kg dia⁻¹), carboidratos não-fibrosos (CNF; $6,03 \pm 0,20$ kg dia⁻¹) e nutrientes digestíveis
138 totais (NDT; $9,29 \pm 0,50$ kg dia⁻¹) não foram alterados, bem como a digestibilidade da
139 MS ($676,76 \pm 30,6$ g kg⁻¹), MO ($704,4 \pm 28,4$ g kg⁻¹), PB ($699,45 \pm 49,3$ g kg⁻¹), FDN
140 ($532,25 \pm 58,3$ g kg⁻¹) e CNF ($854,87 \pm 31,6$ g kg⁻¹). As diferentes estratégias de
141 fornecimento da dieta também não influenciaram a produção de leite ($12,22 \pm 0,26$ kg
142 d⁻¹), leite corrigido para 4% de gordura (LCG; $13,5 \pm 0,34$ kg d⁻¹), teores de proteína
143 ($38,97 \pm 0,05$ g kg⁻¹), gordura ($47,12 \pm 0,11$ g kg⁻¹), lactose ($42,7 \pm 0,03$ g kg⁻¹), caseína
144 ($30,3 \pm 0,04$ g kg⁻¹), sólidos totais ($138,27 \pm 0,15$ g kg⁻¹) e ureia ($10,87 \pm 1,33$ mg dL⁻¹),
145 balanço de nitrogênio ($207,45 \pm 9,82$ g dia⁻¹), síntese de proteína microbiana ($1071 \pm$
146 116 g dia⁻¹) e eficiência de síntese de proteína microbiana ($119,20 \pm 2,82$ g kg NDT⁻¹).
147 A mistura completa, bem como as outras estratégias testadas, são opções para o
148 fornecimento de dietas a base de palma Orelha de Elefante Mexicana, sem causar
149 prejuízos ao desempenho de vacas Girolando.

150 **Palavras-chave:** agricultura familiar, desempenho produtivo, Girolando, *Opuntia* sp,
151 semiarido.

152

153

154

ABSTRACT

155

156 This study aimed to evaluate the effects of different feeding strategies of diets based on
157 cactus cladodes on the intake and digestibility of dry matter and its components, milk
158 yeild and composition, nitrogen balance and microbial protein synthesis of Girolando
159 lactating cows. Eight cows at 96.5 ± 7.6 days of lactation with average milk yield of
160 12.2 ± 0.26 kg day⁻¹ were arranged in two Latin squares (4x4), balanced for residual
161 effects, and fed a diet composed of cactus cladodes, sugarcane and concentrate. The
162 four feeding strategies tested were: total mixed ration (TMR), concentrate supplied
163 during milking and association of the roughage (Con/SC+CC), cactus cladodes
164 associated with concentrate and separated sugarcane (CC+Con/SC) and sugarcane
165 associated with concentrate and separated cactus cladodes. (SC+Con/CC). The diet was
166 formulated to meet the nutritional requirements of cows producing 13 kg day⁻¹ of 4% fat
167 corrected milk. Dry matter (DM, 13.31 ± 0.28 kg day⁻¹), organic matter (OM, $12.27 \pm$
168 26 kg day⁻¹), crude protein (CP, 98 ± 0.05 kg day⁻¹), neutral detergent fiber (NDF, 4.48
169 ± 0.10 kg day⁻¹), non-fibrous carbohydrates (NFC, 6.03 ± 0.20 kg day⁻¹) and total
170 digestible nutrients (TDN, 9.29 ± 0.50 kg day⁻¹). The digestibility of DM (676.76 ± 30.6
171 g kg⁻¹), OM (704.4 ± 28.4 g kg⁻¹), CP (699.45 ± 49.3 g kg⁻¹), NDF (532.25 ± 58.3 g kg⁻¹)
172 and NFC (854.87 ± 31.6 g kg⁻¹) were not altered by the strategies tested. The different
173 strategies did not influence milk yeild (12.22 ± 0.26 kg d⁻¹), 4% fat corrected milk (13.5
174 ± 0.34 kg d⁻¹), milk protein (38.97 ± 0.05 g kg⁻¹), milk fat (47.12 ± 0.11 g kg⁻¹), lactosis
175 (42.7 ± 0.03 g kg⁻¹), casein (13.27 ± 0.15 g kg⁻¹), total solids (138.27 ± 0.15 g kg⁻¹) and
176 urea (10.87 ± 1.33 mg dL⁻¹). The nitrogen balance (207.45 ± 9.82 g day⁻¹), microbial
177 protein synthesis (1071 ± 116 g day⁻¹) and microbial protein synthesis efficiency
178 (119.20 ± 2.82 g kg TDN⁻¹) did not change between strategies. The MC, as well as the
179 other tested strategies, are options for feeding cactus cladodes based diets without dairy
180 cows impairment performance.

181 **Keywords:** Girolando, productive performance *Opuntia* sp, semiarid, smallholder farm

182

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento nacional dos sistemas de produção foi orientado para a incorporação de pacotes tecnológicos baseados em sistemas internacionais, que tidos como de aplicação universal, estes visam maximizar a eficiência de produção em situações distintas (Assis, 2006). A exemplo, temos a adoção do fornecimento da dieta em forma de mistura completa (MC) sob a justificativa de controlar a composição da dieta ofertada (Van Soest, 1994), aliado à melhora na eficiência de mão de obra, e sendo considerada como método de oferta mais seguro para a saúde ruminal, por minimizar o risco da ingestão de grandes quantidades de concentrado.

Nos sistemas de produção de leite no semiárido brasileiro, a palma é um fator muito importante. Dentre os genótipos mais utilizados, a Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw] Haw) foi introduzida no Brasil em 2004, selecionada pelo IPA em parceria com a UFRPE, como uma das alternativas resistentes à cochonilha do carmim e adaptada às condições de solo e clima do semiárido pernambucano. Este genótipo é menos exigente quanto a solo e água comparativamente as demais variedades, porém apresenta grande quantidade de espinhos e ácidos orgânicos em comparação a outros genótipos de palma (Falcão et al., 2011) comprometendo sua aceitabilidade pelos animais (Cavalcanti et al., 2009), principalmente no horário da manhã, quando o odor ácido é mais ativo (Silva et al., 2013). Desse modo, entende-se que a adoção da MC como estratégia de fornecimento da dieta poderia estimular o consumo da dieta total.

Estratégias alimentares baseadas em MC, ingredientes separados ou em formas intermediárias continuam sendo objetos de pesquisa dos nutricionistas, considerando a crescente variabilidade de alimentos disponíveis para o suporte do rebanho. Como exemplo de estratégias adotadas para rebanho leiteiro mestiço, a oferta de concentrado durante a ordenha é um manejo útil para condicionar as vacas em produção à ordenha mecânica ou ao uso de braço robótico na ordenha. (Scott et al., 2014).

No entanto, pouco se sabe acerca dos impactos nutricionais e produtivos da adoção de diferentes formas de fornecimento dos ingredientes em dietas a base de palma forrageira. Assim, hipotetizou-se que a MC é a melhor forma de fornecimento de dietas baseada em palma forrageira, e que o desempenho de vacas alimentadas pode ser alterado em função de diferentes estratégias de fornecimento da dieta adotada.

215 Para tanto, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de fornecimento da
216 dieta sob o consumo, digestibilidade, produção e composição de leite, balanço de
217 nitrogênio e síntese de proteína microbiana de vacas Girolando em lactação alimentadas
218 com dietas a base de palma Orelha de Elefante Mexicana.

219

220

MATERIAL E MÉTODOS

221

222 O experimento foi aprovado pela Comissão de Ética no Uso de Animais para
223 Experimentação (CEUA) da Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença nº
224 69/2016) e conduzido na cidade de Arcoverde, localizada no estado de Pernambuco,
225 Brasil (latitude 08°25'10"S, longitude 37°03'54"W e 639 m de altitude) e foi conduzido
226 entre os meses de fevereiro e maio de 2016. Durante o período experimental, a
227 amplitude térmica na estação experimental de Arcoverde ficou entre 18,2° C e 29,8° C,
228 com precipitação total de 410 mm. O clima regional é classificado como semiárido
229 quente - BSh (Koppen, 1948), que de acordo com Alvarez (2013) representa bem o
230 estado de Pernambuco, caracterizado por escassez de chuvas, irregularidade em sua
231 distribuição e temperaturas elevadas.

232 Foram utilizadas oito vacas múltiparas mestiças 5/8 Holandês x Gir com peso
233 corporal de $520,92 \pm 4,69$ kg e $96,5 \pm 7,6$ dias de lactação ao início do experimento. Os
234 animais foram distribuídos em dois quadrados Latinos contemporâneos (4x4),
235 balanceados para efeito residual. As vacas foram estabuladas em baias individuais (4 m
236 x 12 m) providas de comedouros e bebedouros e alocadas em galpão coberto com piso
237 em concreto.

238 O experimento consistiu em quatro períodos com 21 dias, dos quais os 14 primeiros
239 dias foram reservados à adaptação dos animais aos tratamentos e os demais destinados à
240 coleta de dados, totalizando 84 dias em experimento. Antes do início do experimento,
241 os animais foram adaptados às condições experimentais por 15 dias. .

242 A dieta foi formulada de acordo o NRC (2001) para atendimento de exigências de
243 nutrientes de vacas produzindo 13 kg de leite dia⁻¹ corrigido para 4,0 % de gordura, com
244 base na composição dos ingredientes (Tabela 1). Os tratamentos consistiram em quatro
245 estratégias de fornecimento da dieta: ração totalmente misturada (MC), concentrado
246 fornecido durante a ordenha e associação dos volumosos (Con/PC), palma forrageira

247 associada ao concentrado e cana-de-açúcar separada (P+Con/C) e cana-de-açúcar
 248 associada ao concentrado e palma forrageira separada (C+Con/P). O fornecimento da
 249 dieta foi dividido em 50:50 entre os turnos da manhã e da tarde. A palma forrageira e a
 250 cana-de-açúcar foram processadas em triturador forrageiro antes do fornecimento. As
 251 frações da dieta eram fornecidas em compartimentos distintos dentro do cocho,
 252 impossibilitando sua mistura por parte do animal.

253 Tabela 1. Composição química dos ingredientes e composição nutricional dieta
 254 experimental (g kg⁻¹ de matéria natural fornecida)

Item ²	Alimentos ¹							Composição Nutricional
	Cana	Palma	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Sal Comum	Mistura Mineral	Ureia+SA	
MS	261,90	110,60	880,00	890,00	970,00	970,00	980,00	177,6
MO	981,0	922,8	934,2	933,3	50,3	50,00	18,0	919,8
MM	19,0	77,1	65,8	66,7	949,7	950,0	978,2	79,4
PB	23,60	51,00	423,00	195,70	-	-	265,00	108,90
EE	14,40	15,80	32,00	13,40	-	-	-	15,20
FDN _{cp}	530,10	274,40	145,20	389,20	-	-	-	365,70
FDNi	188,60	59,80	100,00	93,30	-	-	-	105,50
CT	944,00	856,10	479,20	722,00	-	-	-	829,90
CNF	413,90	581,70	334,00	335,00	-	-	-	464,20

255 ¹Proporção de cada alimento por kg de dieta: 350 g kg⁻¹ de cana-de-açúcar. 450 g kg⁻¹ de palma forrageira.
 256 130 g kg⁻¹ de farelo de trigo. 42 g kg⁻¹ de farelo de soja. 13 g kg⁻¹ de ureia+sulfato de amônia. 10 g kg⁻¹ de
 257 mistura mineral e 5 g kg⁻¹ de sal comum.²MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; MM – matéria
 258 mineral; PB – proteína bruta; EE – extrato etéreo, FDN_{cp} – fibra em detergente neutro corrigida para
 259 cinzas e proteína; FDNi – fibra em detergente neutro indigestível; CT – carboidratos totais; CNF –
 260 carboidratos não-fibrosos

261 A relação volumoso:concentrado foi de 80:20 e a ração foi fornecida em duas
 262 refeições, pela manhã e tarde, conforme os horários apresentados na Tabela 2,
 263 permitindo-se de 5 a 10% de sobras na matéria seca. As sobras de alimentos foram
 264 pesadas diariamente antes da alimentação matinal para a estimativa do consumo de
 265 nutrientes e ajuste no fornecimento.

266 Durante todo o período experimental foi realizado acompanhamento do teor de
 267 MS da cana de açúcar e da palma, para ajuste de fornecimento da dieta. No período de
 268 coletas (15° ao 21° dia) foram realizadas amostragens da cana de açúcar, palma, fezes e
 269 sobras de cada animal, compostas por período e animal ao final de cada período
 270 experimental, e subsequentemente foram armazenadas em freezer a -20°C para

271 posteriores análises químicas. As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal dos
 272 animais de acordo com Torres et al. (2009)

273 Tabela 2. Horários de fornecimento da dieta experimental em diferentes estratégias
 274 alimentares

Tratamento ¹	Horário ²					
	Manhã			Tarde		
	07:00 h	08:00 h	10:00 h	13:00 h	14:00 h	16:00 h
MC	-	MC	-	-	-	MC
Con/PC	Con	P + C	-	Con	-	P + C
P+Con/C	-	P + Con	C	-	P + Con	C
C+Con/P	-	C + Con	P	-	C + Con	P

275 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 276 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 277 concentrado combinado à palma forrageira, seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 278 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado, seguido do fornecimento da palma forrageira;
 279 Con – concentrado; P – Palma forrageira Orelha de Elefante Mexicana; C – Cana-de-açúcar.

280 Ao final do experimento as amostras de alimentos, sobras e fezes foram
 281 descongeladas, pré-secas (55°C por 72h) em estufa de ventilação forçada e processadas
 282 em moinho de facas (Modelo Thomas Wiley Co., Swedesboro, NJ) passando por
 283 peneiras de 2 mm para incubação ruminal *in situ* e 1 mm para análises químicas.

284 As amostras processadas na peneira de 1 mm foram avaliadas para matéria seca (MS;
 285 método INCT-CA G-003/1), matéria orgânica (MO; método INCT-CA M-001/1),
 286 proteína bruta (PB; método INCT-CA G-001/1), extrato etéreo (EE; método INCT-CA
 287 G-005/1), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}; método
 288 INCT-CA F-002/1, INCT-CA F-002/1, INCT-CA M-002/1 and INCT-CA N-004/1), de
 289 acordo com as técnicas padronizadas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em
 290 Ciência Animal (INCT-CA). Amostras dos alimentos, sobras e fezes processadas na
 291 peneira de 2 mm foram avaliadas quanto ao teor de fibra em detergente neutro
 292 indigestível (FDN_i) utilizando sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g m⁻²) e incubação
 293 *in situ* durante 288 h (método INCT-CA n.º. F-009/1). Os teores de carboidratos
 294 não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com a equação proposta por Detmann e
 295 Valadares Filho (2010), e o NDT estimado como proposto por Weiss (1999).

296 Amostras de sangue foram coletadas no 21º dia, 4 h após a alimentação matinal, por
 297 punção da veia coccígea. Após a coleta, as amostras de sangue foram imediatamente

298 centrifugadas a 2700 rpm durante 20 min. As amostras de plasma foram congeladas a
299 -20°C para posterior análise da concentração de nitrogênio ureico analisados utilizando
300 um sistema colorimétrico com kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.).

301 Amostras *spot* de urina foram obtidas no 21^o dia de cada período experimental,
302 imediatamente após a coleta de sangue (Chizzotti et al., 2008). A urina foi filtrada em
303 gaze, e uma alíquota de 10 ml diluída imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico a
304 0,036 N e armazenado a -20°C para posterior análise de ureia, alantoína (Chen e
305 Gomes, 1992), ácido úrico (George et al., 2006), nitrogênio total e creatinina. O pH da
306 urina diluída foi aferido através de medidor de pH portátil, para se certificar que o
307 mesmo esteve abaixo de 3. A ureia, creatinina e o ácido úrico foram analisados
308 utilizando um sistema colorimétrico com kits comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.) e o
309 nitrogênio total foi analisado pelo método de destilação de Kjeldahl de acordo com a
310 metodologia descrita no INCT-CA no. N-001/1 (Detmann et al., 2012).

311 O volume urinário foi estimado para cada animal multiplicando-se o respectivo peso
312 corporal, pela excreção diária de creatinina de $24,05\text{ mg kg}^{-1}$ de peso corporal (Chizzoti
313 et al., 2008) e dividindo-se esse produto pela concentração de creatinina (mg L^{-1}) na
314 amostra *spot*. A produção microbiana foi calculada de acordo com Chen & Gomes
315 (1992), considerando-se uma recuperação de purinas absorvidas de 0,85 e uma
316 contribuição para a excreção endógena de purinas como recomendado por
317 Gonzalez-Ronquillo et al. (2003).

318 As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia (6:00 h e 13:00 h), e a produção de
319 leite foi registrada do 15^a ao 21^a dia de cada período. Amostras compostas de leite foram
320 coletadas no 18^o e 19^o de cada período experimental por meio de copos coletores,
321 respeitando a proporção de leite produzido por cada animal em cada horário ordenha.
322 Uma alíquota (50 ml) foi armazenada em recipiente com conservante (Bronopol[®]) para
323 análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e ureia de acordo com os métodos
324 da ISO 9622/IDF 141C (2013). Para análise de alantoína no leite, uma alíquota (50 ml)
325 de leite foi armazenada sem conservante. A produção de leite corrigido para 4% de
326 gordura (LCG) foi estimada pela equação $\text{LCG } 4\% = (0,4 \times \text{kg leite}) + (15 \times \text{kg de}$
327 $\text{gordura do leite})$ (NRC, 1989).

328 Os dados foram analisados utilizando o PROC MIXED do software SAS (versão 9.4,
329 SAS Institute Inc., Cary, NC), depois de testados para normalidade residual e
330 homogeneidade da variância de acordo com o seguinte modelo:

$$331 Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q \times T_{ij} + e_{ijkl},$$

332 sendo: Y_{ijkl} = observações, μ = média da população, Q_i = efeito fixo do quadrado
333 latino; T_j = efeito fixo do tratamento; $(P/Q)_{ik}$ = efeito aleatório do período dentro do
334 quadrado latino; $(V/Q)_{il}$ = efeito aleatório do animal dentro do quadrado latino; $Q \times T_{ij}$ =
335 efeito fixo de interação entre o quadrado latino e o tratamento e e_{ijkl} = erro residual
336 Quando necessário, as médias dos tratamentos foram comparadas utilizando o teste de
337 SNK , adotando $\alpha = 0.05$.

338

339 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

340

341 Independente da estratégia de alimentação testada, os consumos de MS e seus
342 constituintes não foram influenciados pelas estratégias ($P > 0,05$; Tabela 3). As
343 exigências de NDT (8,20 kg dia⁻¹) e PB (1,90 kg dia⁻¹) estipuladas pelo NRC (2001)
344 para animais deste nível de produção foram atendidas em todas as estratégias testadas.
345 Também não foi observado efeito das diferentes estratégias sobre a digestibilidade
346 aparente da MS e seus componentes ($P > 0,05$; Tabela 3).

347 A produção e composição do leite, igualmente, não foram alteradas pela estratégia
348 de fornecimento dos ingredientes da dieta (Tabela 4); assim como todas as variáveis
349 envolvidas na estimativa do Balanço de Nitrogênio (Tabela 5).

350 Vacas leiteiras com características de produção semelhantes as utilizadas no
351 presente estudo devem apresentar consumos diário por volta de 15,38 kg de MS; 1,88
352 kg de PB, 8,16 kg de NDT de acordo com NRC (2001). Os valores observados (Tabela
353 3) são inferiores ao estimado para MS e superiores ao estimado para PB e NDT.

354 Tabela 3. Consumo e digestibilidade da MS e seus componentes de dieta a base de
 355 palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.

Item	Estratégias ¹				EPM ²	valor-P
	MC	Con/PC	P+Con/C	C+Con/P		
Matéria seca						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	13,65	13,48	12,78	13,34	0,28	0,1945
<i>Consumo (% PC)</i>	2,59	2,54	2,5	2,57	0,06	0,7171
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	713,8	658,4	685,4	649,1	30,6	0,1868
Matéria orgânica						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	12,59	12,42	11,76	12,31	0,26	0,1880
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	732,6	684,2	696,4	669,8	28,4	0,1718
Proteína bruta						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	2,01	2,02	1,94	1,96	0,05	0,7211
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	722,8	684,2	685,2	705,6	49,3	0,4745
Extrato etéreo						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	0,24	0,24	0,23	0,24	0,007	0,436
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	739,6	719,7	736,1	717,9	57,8	0,4793
Fibra em detergente neutro						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	4,36	4,56	4,34	4,67	0,13	0,5160
<i>Consumo (% PC)</i>	0,87	0,88	0,88	0,86	0,02	0,9501
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	525,1	550,6	604,7	448,6	58,3	0,2294
Carboidratos totais						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	10,25	10,85	9,81	10,95	0,24	0,3001
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	712,9	719,7	736,1	717,9	57,8	0,4793
Carboidratos não fibrosos						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	5,9	6,35	5,53	6,34	0,2	0,1401
<i>Digestibilidade (g kg⁻¹)</i>	874,8	814,9	880,6	849,6	31,6	0,4659
Nutrientes digestíveis totais						
<i>Consumo (kg dia⁻¹)</i>	9,28	9,09	9,55	9,27	0,5	0,3386

356 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 357 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 358 concentrado combinado à palma forrageira, seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 359 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado, seguido do fornecimento da palma forrageira.

360 ²EPM – erro padrão da média

361 Tabela 4. Produção e composição do leite de vacas alimentadas com dieta a base de
 362 palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento

Item	Estratégias ¹				EPM ²	P-Valor
	MC	Con/PC	P+Con/C	C+Con/P		
<i>Produção (kg d⁻¹)</i>						
Leite	12,23	12,40	11,94	12,23	0,26	0,6589
LCG 4% ²	13,40	13,60	13,30	13,70	0,34	0,8524
<i>Composição (g kg⁻¹)</i>						
Gordura	46,3	46,5	47,7	48,0	0,11	0,6180
Proteína	39,5	38,7	38,7	39,0	0,05	0,6331
Lactose	42,4	43,4	42,9	42,1	0,03	0,2852
Caseína	30,3	30,4	30,3	30,3	0,04	0,9955
Sólidos não Gordurosos	91,0	91,5	90,3	90,6	0,05	0,2970
Sólidos Totais	137,3	138,1	138,0	139,7	0,15	0,7054
NUL (mg dL ⁻¹) ³	11,48	10,35	11,38	10,30	1,33	0,8742

363 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 364 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 365 concentrado combinado à palma forrageira, seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 366 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado, seguido do fornecimento da palma
 367 forrageira.²LCG 4% – Leite corrigido para 4% de gordura; ³NUL – nitrogênio ureico no leite. ²EPM –
 368 erro padrão da média

369 Estudos conduzidos em condições tropicais estimaram consumo de MS para vacas
 370 mestiças em 14,38 kg dia⁻¹ (Souza, 2015) e 14,29 kg dia⁻¹ (Souza, 2012); em contraste
 371 com valores estimados de acordo com o NRC (2001) de 15 kg dia⁻¹ de MS, observa-se
 372 que estes valores estão mais próximos da realidade do presente estudo, o que reafirma a
 373 aplicabilidade dos modelos matemáticos de predição de ingestão de matéria seca
 374 desenvolvidos para animais em condições tropicais.

375 O consumo de nutrientes acima das exigências estimadas pelo NRC (2001),
 376 especialmente NDT, provavelmente foram suficientes para proporcionar recuperação
 377 das reservas corporais perdidas durante o período inicial da lactação. Além disso, a
 378 ingestão de FDN por kg de peso corporal foi de 0,86% em média (Tabela 3),
 379 demonstrando que este nutriente não exerceu qualquer limitação à ingestão de alimentos
 380 no presente estudo.

381 Tabela 5. Balanço de nitrogênio, concentrações de nitrogênio ureico e síntese de
 382 proteína microbiana de vacas alimentadas com dieta a base de palma forrageira sob
 383 diferentes estratégias de fornecimento

Item	Estratégias ¹				EPM	P-Valor
	MC	Con/P+C	P+Con/C	C+Con/P		
<i>Balanço de Nitrogênio (g dia⁻¹)</i>						
Ingestão de nitrogênio	320,85	322,92	310,73	313,54	10,37	0,7435
Nitrogênio nas Fezes	51,41	58,69	55,66	66,32	6,85	0,3780
Nitrogênio na Urina	0,22	0,27	0,28	0,26	0,02	0,5991
Nitrogênio no Leite	51,81	51,26	50,06	51,98	3,37	0,9652
Balanço de nitrogênio	217,41	212,7	204,73	194,98	15,6	0,6832
<i>Nitrogênio ureico (mg dL⁻¹)</i>						
Plasma	12,41	11,63	13,33	10,81	2,11	0,7918
Urina	48,26	57,34	46,64	49,73	8,06	0,7154
Leite	11,48	10,35	11,38	10,30	1,78	0,9144
<i>Síntese de Proteína Microbiana</i>						
Volume Urinário (l dia ⁻¹)	24,25	26,41	24,31	23,86	1,13	0,2917
Pmic (g dia ⁻¹) ²	1157,64	1087,91	1134,79	902,64	182,64	0,6666
EPmic (g Pmic kg ⁻¹ de NDT) ³	117,56	119,55	123,00	116,62	25,50	0,9970

384 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 385 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 386 concentrado combinado à palma forrageira, seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 387 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado, seguido do fornecimento da palma
 388 forrageira.²Pmic: proteína microbiana; ³EPmic: eficiência de síntese de proteína microbiana.²EPM – erro
 389 padrão da média

390 O consumo de MS e seus componentes se manteve inalterado entre as estratégias
 391 alimentares propostas (Tabela 3), demonstrando que independente de haver separação
 392 física de ingredientes durante as refeições, a seletividade de alimentos pelos animais foi
 393 mínima, e a composição original da dieta foi mantida

394 Uma vez que não houve variação significativa para os resultados de consumo de
 395 nutrientes em função das diferentes estratégias de alimentação testadas, pode-se explicar
 396 o resultado observado para a digestibilidade aparente dos nutrientes (Tabela 3),
 397 produção e composição de leite (Tabela 4). Em estudos anteriores, respostas para
 398 consumo e desempenho não foram alteradas para vacas produzindo 22 kg dia⁻¹ (Pessoa
 399 et al., 2004) e 13 kg dia⁻¹ (Silva et al., 2005) submetidas a dietas ofertadas em forma de
 400 MC, silagem de sorgo associada ao concentrado, palma forrageira (*Opuntia* sp.)

401 associada ao concentrado ou fornecimento de volumosos com o concentrado
402 separadamente, semelhantemente aos resultados obtidos no presente estudo. Resultados
403 semelhantes foram observados avaliando ovinos (Fotius et al, 2014), quando
404 submetidos a diferentes estratégias de fornecimento e alimentados em dieta a base de
405 palma forrageira (*Opuntia* spp.), semelhante as testadas neste estudo.

406 Dentre as principais justificativas para adoção da MC, cita-se a regulação do
407 consumo de alimentos palatáveis e de rápida fermentação, tais como farelos e
408 concentrados e a própria palma forrageira, em detrimento de ingredientes fibrosos, que
409 ao serem consumidos individualmente poderiam colocar em risco a saúde ruminal
410 desses animais (Van Soest, 1994).

411 Outros aspectos também justificam a utilização da MC, como, aumento do consumo
412 de nutrientes de forma geral por reduzir a seletividade do animal e melhoria na ecologia
413 ruminal, o que irá auxiliar a atividade microbiana no processo de digestão dos alimentos
414 (Wongnen et al., 2009), refletindo positivamente na produtividade (Neitz et al., 2005).

415 Contudo, a MC é um sistema proposto para rebanhos de alta produtividade,
416 consumindo grandes quantidades de concentrado. Diversos autores apresentam
417 resultados conflitantes quanto as vantagens de sua aplicação (Maekawa et al., 2003;
418 Yrjänen et al., 2002; Fotius et al., 2014).

419 Tomando-se como base rebanhos leiteiros mestiços com produção de leite entre 12 e
420 15 kg dia⁻¹, a quantidade de concentrado necessária para a manutenção da produção
421 diária é proporcionalmente menor, fato este observado no presente estudo, em que o
422 consumo de concentrado foi de 1,55 kg de MS por refeição, minimizando a ocorrência
423 de distúrbios metabólicos associados ao concentrado, a exemplo de acidoses ruminais.

424 Sniffen e Robinson (1984) propuseram que forrageiras devem ser fornecidas como a
425 primeira alimentação na manhã, anterior aos concentrados ou alimentos com alta
426 concentração de CNF, pois o fornecimento de carboidratos altamente fermentáveis para
427 vacas que não se alimentaram por mais de seis horas poderá causar condições acidóticas
428 no rúmen, diminuindo a ingestão de alimentos e a digestão da fibra. As refeições
429 matinais que continham alto teor de CNF avaliadas no presente estudo (Con/PC e
430 P+Con/C) não causaram quaisquer alterações na digestibilidade da dieta, o que pode
431 explicar a ausência de quadros acidóticos como mencionado por Sniffen e Robinson
432 (1984).

433 Pessoa et al. (2004) e Ingvarlsen et al. (2001) observaram menor conteúdo de
434 gordura no leite e, conseqüentemente, queda na produção de LCG quando os animais
435 não recebiam MC. Silva et al. (2005) avaliando dietas semelhantes às de Pessoa et al.
436 (2004) não observaram efeitos do manejo alimentar sobre a concentração de gordura do
437 leite de vacas de baixa produção (13 kg dia⁻¹), semelhante à Vilela et al. (2010) que não
438 observaram queda na produção ou conteúdo de gordura do leite ao fracionar o
439 fornecimento da dieta entre concentrado e volumoso, corroborando com a hipótese de
440 que animais de menor produção de leite, na ordem de 13 a 15 kg dia⁻¹, são menos
441 propensos a distúrbios nutricionais quando a MC não é utilizada.

442 Além disso, a relação CNF:FDN (0,79) ficou dentro da relação recomendada pelo
443 NRC (2001), considerada alta a partir de 1,5, evitando a depressão da gordura no leite,
444 sendo pertinente ressaltar que mesmo havendo oportunidade de seleção dos ingredientes,
445 as proporções de ingredientes pretendidas na formulação original da dieta foram
446 mantidas, o que contribuiu para a justificativa dos resultados apresentados.

447 A avaliação da excreção e concentração de ureia é importante, pois através dela é
448 possível avaliar a eficiência da utilização da energia e PB da dieta. Quando a taxa de
449 degradação da proteína excede a de carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio
450 podem ser perdidas através da urina (Vieira et al., 2017). Para Oliveira et al. (2001),
451 concentrações de NUP acima de 19 ou 20 mg dL⁻¹ representam perdas de nitrogênio
452 ingerido na dieta. Os valores médios de NUP encontrados no presente trabalho foram
453 $12,04 \pm 1,07$, abaixo dos valores observados na literatura (19,9 mg dL⁻¹ e 14,67 mg dL⁻¹;
454 Zambom et al., 2015 e Vieira et al., 2017, respectivamente). Menores valores de NUP
455 sinalizam menores perdas de proteína, corroborando com os resultados obtidos neste
456 trabalho. Os teores similares de Pmic e Epmic entre as estratégias pode ser atribuído ao
457 consumo e digestibilidade de nutrientes também semelhantes entre eles.

458 Na composição dos custos da atividade, a mão de obra, seja ela familiar ou
459 contratada, tem um efeito pronunciado no custo-benefício dos sistemas de produção.
460 Quando o concentrado foi fornecido durante a ordenha (Con/PC), o tempo de
461 permanência na sala de ordenha foi de 20 minutos em média, em comparação a uma
462 média de 12 minutos de duração em uma ordenha mecânica convencional.

463 A oferta do concentrado exclusivamente no momento da ordenha aumentou o tempo
464 de ordenha por animal, uma vez que o tempo de alimentação do animal foi respeitado,

465 sob pena de acarretar subconsumo de concentrado. Considerando a necessidade da
466 eficiência de mão de obra, este manejo é indicado para condicionar vacas mestiças
467 primíparas ao manejo da ordenha, não agregando qualquer benefício do ponto de vista
468 produtivo.

469 Deste modo, a MC seria justificável como uma ferramenta de estratégia alimentar
470 que ampliasse a aceitabilidade da palma Orelha de Elefante Mexicana por vacas leiteiras
471 quando comparada a outros genótipos, tais como a palma miúda (Silva et al., 2018).
472 Contudo, frente aos resultados obtidos no presente estudo, nutricionalmente a MC não
473 se justifica

474 Além de não ser nutricionalmente justificável para rebanhos mestiços, soma-se a isso
475 os custos elevados de mão de obra para colheita, processamento e fornecimento de
476 dietas a base de palma forrageira como mencionado por Vilela et al.(2010) bem como a
477 exigência de maquinário especializado para sua formulação, com elevados custos de
478 aquisição, manutenção e combustível dos equipamentos (Zheng, 2013).

479 Nesse cenário, a utilização da palma forrageira em misturas completas para animais
480 mestiços, como recomendado por Ferreira et al. (2007) se torna inviável, uma vez que o
481 pequeno produtor; ainda que com tendências a mecanização da atividade não dispõe dos
482 recursos e tampouco da força de trabalho necessária para adoção desta estratégia,
483 tornando-a economicamente inviável.

484 Por fim, o objetivo de qualquer sistema ou método de alimentação é proporcionar a
485 oportunidade para que os animais consumam a quantidade de alimento especificada em
486 uma dieta formulada. Considerações na escolha de um sistema de alimentação devem
487 incluir instalações, necessidades de equipamentos, tamanho do rebanho, disponibilidade
488 de mão de obra e custo (NRC, 2001).

489 Dessa forma, a melhor estratégia alimentar para o fornecimento de dietas a base de
490 palma Orelha de Elefante Mexicana para rebanhos mestiços será aquela que melhor se
491 adequar a realidade da propriedade e condições financeiras do produtor.

492

CONCLUSÃO

493

494

495 A adoção da mistura completa, bem como das outras estratégias propostas, para o
496 fornecimento de dietas a base de palma Orelha de Elefante Mexicana não causaram
497 prejuízos ao desempenho de vacas Girolando produzindo 12,2 kg de leite por dia,
498 ficando a escolha de uma ou outra à critério do produtor.

499 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

500

501 ASSIS, R.L. Desenvolvimento rural sustentável no Brasil: perspectivas a partir da
502 integração de ações públicas e privadas com base na agroecologia. **Economia Aplicada**,
503 v. 10, n. 1, p. 75-89, 2006.

504 CAVALCANTI, M. C. A. et al. **Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e**
505 **ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma**
506 **orelha-de-elefante (*Opuntia* sp.).** Acta Scientiarum. Animal Sciences, Maringá, v. 30,
507 n. 2, p. 173-179, 2008.

508 CHEN, Xubin B.; GOMES, M. J. **Estimation of microbial protein supply to sheep**
509 **and cattle based on urinary excretion of purine derivatives-an overview of the**
510 **technical details.** Rowett Research Institute, 1992.

511 CHIZZOTTI, M. L. et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot
512 urine sampling in Holstein cattle. **Livestock Science**, v. 113, n. 2-3, p. 218-225, 2008.

513 DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous
514 carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
515 **Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

516 DETMANN, E. et al. Methods for feed analysis INCT-CA. **Visconde do Rio Branco,**
517 **MG, Brazil: Suprema**, 2012.

518 FALCÃO, Hiram Marinho. **Ecofisiologia de cultivares de *Opuntia ficus-indica***
519 **MILL (Cactaceae) de tolerância contrastante à *Cochonilha-do-carmim***
520 ***Dactylopius opuntiae*.** 2012. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de
521 Pernambuco.

522 FERREIRA, M. A. et al. Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras.
523 **Recife: UFRPE**, 2007.

524 FOTIUS, A.C.A et al. Estratégia de nutrientes para ovinos em distintas sequências de
525 fornecimento alimentar em dieta a base de palma forrageira. **Revista Brasileira de**
526 **Saúde e Produção Animal**, v. 15, n. 2, 2014.

527 GEORGE, S. K. et al. Improved HPLC method for the simultaneous determination of
528 allantoin, uric acid and creatinine in cattle urine. **Journal of Chromatography B**, v.
529 832, n. 1, p. 134-137, 2006.

530 GONZALEZ-RONQUILLO, M. et al. Purine derivative excretion in dairy cows:
531 Endogenous excretion and the effect of exogenous nucleic acid supply. **Journal of**
532 **Dairy Science**, v. 86, n. 4, p. 1282-1291, 2003.

533 INGVARTSEN, K.L.; AAES, O.; ANDERSEN, J.B. Effects of pattern of concentrate
534 allocation in the dry period and early lactation on feed intake and lactational
535 performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 71, n. 2-3, p. 207-221,
536 2001.

537 ISO 9622-IDF 141C, 2013. **Determination of milk fat, protein, lactose, and urea**
538 **content: guidance on the operation of mid-infrared instruments**. Bruxelles 14

539 KOPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. 1948.

540 MAEKAWA, M.; BEAUCHEMIN, K. A.; CHRISTENSEN, D. A. Effect of
541 concentrate level and feeding management on chewing activities, saliva production, and
542 ruminal pH of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 85, n. 5, p. 1165-1175,
543 2002.

544 NEITZ, M. H.; FEEDS, M.; DUGMORE, T. J. Total mixed rations for dairy cattle.
545 **Agricultural, Environmental Affairs & Rural Development, Province of**
546 **Kwazulu-Natal**. Accessed January, v. 20, p. 2013, 2005.

547 NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Nutrient requirements of dairy cattle:**
548 **2001**. National Academies Press, 2001.

549 NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Recommended dietary allowances**.
550 National Academies Press, 1989.

551 OLIVEIRA, M.C. et al. Benchmarks for milk production systems in the Pernambuco
552 Agreste Region, Northeastern Brazil. **Revista Caatinga**, v. 29, n. 3, p. 725-734, 2016.

553 OLIVEIRA, A.S. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de
554 derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas

555 contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista**
556 **Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1621-1629, 2001.

557 PESSOA, R. A. S. et al. Desempenho de vacas leiteiras submetidas a diferentes
558 estratégias alimentares. **Archivos de zootecnia**, v. 53, n. 203, p. 309-320, 2004.

559 PESSOA, R.A.S. et al. Vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares.
560 Digestibilidade e balanço de energia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2,
561 p. 253-260, 2005.

562 SCOTT, V. E. et al. Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow
563 traffic in a pasture-based automatic milking system. **Journal of dairy science**, v. 97, n.
564 3, p. 1481-1490, 2014.

565 SILVA, J.A. et al. Composição bromatológica de palma forrageira cultivada em
566 diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências**
567 **Agrárias**, v. 8, n. 2, p. 342-350, 2013.

568 SILVA, R. C. et al. Orelha de Elefante Mexicana (*Opuntia stricta* [Haw.] Haw.)
569 spineless cactus as an option in crossbred dairy cattle diet. **South African Journal of**
570 **Animal Science**, v. 48, n. 3, p. 516-525, 2018.

571 SILVA, A.E.V.N. et al. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira
572 sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum.**
573 **Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 269-276, 2005.

574 SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. Nutritional strategy. **Canadian Journal of Animal**
575 **Science**, v. 64, n. 3, p. 529-542, 1984.

576 SOUZA, V. L. **Parametrização e avaliação de modelos de estimativa das exigências**
577 **e do desempenho de bovinos leiteiros para uso no Brasil**. 2015. Tese de Doutorado.
578 Universidade de São Paulo. Acesso em 20/07/2019. Disponível em:
579 <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11139/tde-19102015-100315/en.php>

580 SOUZA, M.C. **Meta-análise do consumo de matéria seca de vacas leiteiras em**
581 **condições tropicais**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade Federal de Mato Grosso.
582 Acesso em: 20/07/2019. Disponível em:

583 <http://www.ufmt.br/ufmt/unidade/userfiles/publicacoes/712fe39d41ac7b223f0eb0b9606>
584 e8aee.pdf

585 TORRES, L.C.L. et al. Substituição da palma-gigante por palma-miúda em dietas para
586 bovinos em crescimento e avaliação de indicadores internos. **Revista Brasileira de**
587 **Zootecnia**, v. 38, n. 11, p. 2264-2269, 2009.

588 VAN SOEST, P. J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY.
589 **Nutritional ecology of the ruminant. 2nd ed. Cornell Univ. Press, Ithaca, NY.,**
590 1994.

591 VIEIRA, P.A.S. et al. Ruminal parameters and nitrogen balance in fed cattle feeding
592 with cassava root silage. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 883-890,
593 2017.

594 VILELA, M. S. et al. Evaluation of feeding supply and forage cactus processing for
595 lactation cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 12, p. 2744-2752, 2010..

596 WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Proceedings**. 1999.

597 WONGNEN, C. et al. Effects of fermented total mixed ration and cracked cottonseed on
598 milk yield and milk composition in dairy cows. **Asian-Australasian Journal of**
599 **Animal Sciences**, v. 22, n. 12, p. 1625-1632, 2009.

600 YRJÄNEN, S. et al. Effects of concentrate feeding strategy on the performance of dairy
601 cows housed in a free stall barn. **Livestock production science**, v. 81, n. 2-3, p.
602 173-181, 2003.

603 ZAMBOM, M.A. et al. Silage of residue from the extraction of cassava starch in diets
604 from lactating holstein cows. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 3, p. 1701-1712,
605 2015.

606 ZHENG, Y. **Adoption of Total Mixed Ration Practice and Profitability: The Case**
607 **of Ontario Dairy Farms**. 2013. Tese de Doutorado. University of Guelph. Acesso em:
608 23/08/2019 Disponível em: <http://hdl.handle.net/10214/6619>

609

610

CAPÍTULO II

611

612 **Comportamento ingestivo como ferramenta na tomada de decisão no**
613 **manejo alimentar de vacas leiteiras**

614

615

616

RESUMO

617

618 Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes estratégias de fornecimento de dieta a base de
619 palma forrageira sobre o consumo, produção de leite, comportamento ingestivo e a
620 distribuição das atividades comportamentais em diferentes períodos do dia de vacas da
621 raça Girolando em lactação. Oito vacas aos $96,5 \pm 7,6$ dias com produção de leite média
622 de $12,2 \pm 0,26$ kg dia⁻¹, foram distribuídos em dois quadrados Latinos contemporâneos
623 (4x4), balanceados para efeito residual, recebendo dieta composta por palma forrageira,
624 cana-de-açúcar e concentrado. As quatro diferentes estratégias de fornecimento da dieta
625 foram: mistura completa (MC), concentrado fornecido durante a ordenha e associação
626 dos volumosos (Con/PC), palma forrageira associada ao concentrado e cana-de-açúcar
627 separada (P+Con/C) e cana-de-açúcar associada ao concentrado e palma forrageira
628 separada (C+Con/P). Os consumos de MS ($13,31 \pm 0,38$ kg dia⁻¹), FDN ($4,54 \pm 0,09$
629 kg dia⁻¹), FDNi ($1,13 \pm 0,08$), NDT ($9,30 \pm 0,50$ kg dia⁻¹) não variaram, assim como a
630 PL ($12,20 \pm 0,19$) e o leite corrigido para 4% de gordura (LCG 4%, $13,50 \pm 0,18$). Os
631 tempos despendidos em atividades de alimentação ($274,06 \pm 8,5$ minutos dia⁻¹),
632 ruminação ($435,31 \pm 27,64$ minutos dia⁻¹) e ócio ($730,60 \pm 35,48$ minutos dia⁻¹) também
633 não foram influenciados pelas diferentes estratégias. Os animais alimentados com
634 C+Con/P despenderam mais tempo em alimentação durante o período da tarde (12:00 h
635 e 18:00 h). As diferentes estratégias de fornecimento não modificaram o comportamento
636 ingestivo das vacas Girolando alimentadas com dieta a base de palma forrageira.

637 **Palavras-chave:** agricultura familiar, comportamento ingestivo, fibra efetiva, Girolando,
638 mistura completa.

639

640

641

ABSTRACT

642

643 The present study was conducted to evaluate the effects of different feeding strategies of
644 spineless cactus based diets over nutrients intake, milk yield, ingestive behavior and
645 distribution of behavioral activities in different periods of the day on lactating
646 Girolando cows. Eight cows at 96.5 ± 7.6 days in milking with average 12.2 ± 0.26 kg
647 day^{-1} were distributed in two contemporary Latin Squares (4x4), balanced for residual
648 effect, fed a diet composed of spineless cactus, sugarcane and concentrate. The four
649 feeding strategies tested were: total mixed ration (TMR), concentrate supplied during
650 milking and association of the roughage (Con / CC), cactus cladodes associated with
651 concentrate and separated sugarcane (C + Con / SC) and sugarcane associated with
652 concentrate and separated canctus cladodes. (SC + Con / C). Intakes of DM ($13.31 \pm$
653 0.38 kg day^{-1}), NDF (4.54 ± 0.09 kg day^{-1}), iNDF (1.13 ± 0.08 kg day^{-1}), TDN ($9.30 \pm$
654 0.50 kg day^{-1}) were not influenced by the strategies, as well as milk yield (PL, $12.20 \pm$
655 0.19 kg day^{-1}) and 4% fat corrected milk (4%FCM, 13.50 ± 0.18 kg day^{-1}). The time
656 spent feeding (274.06 ± 8.5 minutes day^{-1}), ruminating (435.31 ± 27.64 minutes day^{-1})
657 and idle (730.60 ± 35.48 minutes day^{-1}) were also not influenced by the different
658 strategies. Animals fed with C + Con / P spent more time feeding in the afternoon
659 (12:00 h and 18:00 h). The different feeding strategies did not modify the ingestive
660 behavior of the Girolando cows fed with forage palm diet.

661 **Key words:** effective fiber, Girolando, ingestive behaviour, smallhold farming, total
662 mixed ration

663

664

665

666

INTRODUÇÃO

667

668 A palma forrageira é um componente essencial da dieta de rebanhos na região
669 semiárida. No entanto, o manejo depende largamente de mão de obra (Vilela et al., 2010)
670 para sua colheita, processamento e fornecimento, impondo um obstáculo na sua
671 utilização em pequenas propriedades. Segundo Oliveira et al. (2016), a mão de obra
672 nestas propriedades é quase exclusivamente familiar e escassa. A mistura completa é a
673 abordagem comum para o fornecimento da palma forrageira (Ferreira et al., 2012),
674 como forma de regular a composição da dieta e adequar o consumo de nutrientes (Van
675 Soest, 1994).

676 Souza Filho et al. (2011) apontam que a introdução de tecnologias de base química
677 e mecânica na agricultura resulta em substancial redução no emprego de mão de obra.
678 Em muitos países, a estrutura do emprego agrícola foi alterada a favor do uso mais
679 intensivo de trabalho temporário, com concomitante redução do trabalho familiar. Ainda
680 segundo os autores, práticas agrícolas não convencionais são geralmente mais intensivas
681 em trabalho do que tecnologias convencionais, resultando em maior demanda de mão de
682 obra ao longo do ano.

683 A crescente diversificação de alimentos que disponíveis à nutrição de ruminantes
684 reforça a necessidade de se estudar a melhor forma de fornecê-los, potencialmente
685 criando novas técnicas de manejo. Como exemplo, recompensar animais com
686 concentrado é uma estratégia de alimentação comum para condicioná-los a novos
687 manejos, tais como a ordenha mecânica ou uso de braço robótico (Scott et al., 2014).

688 O fracionamento das dietas pode alterar a digestibilidade de alguns nutrientes e o
689 comportamento alimentar dos animais, devido à preferência do animal por frações mais
690 palatáveis da dieta (Bargo et al., 2002; Coppock et al., 1981; Pessoa et al., 2005),
691 podendo ocasionar mudanças no ambiente ruminal e, posteriormente, queda na
692 qualidade do produto final.

693 O estudo do comportamento ingestivo é uma ferramenta útil que possibilita a
694 simulação destes cenários, bem como a quantificação de seus impactos sobre o sistema
695 de produção, auxiliando no processo de tomada de decisão e gestão, pois o animal é
696 capaz de demonstrar, através de seu comportamento ingestivo, características da sua

697 dieta tais como a qualidade e a abundância de alimentos, os quais influenciam na
698 seletividade. (Carvalho e Moraes, 2005).

699 Desse modo, hipotetizou-se que o comportamento ingestivo de vacas mestiças
700 Girolando em lactação deve se alterar mediante mudanças na forma de fornecimento
701 dos ingredientes da dieta, refletindo em seu desempenho e a qualidade do produto final.

702 Com o presente estudo, objetivou-se verificar os efeitos de diferentes estratégias
703 alimentares sobre o consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro, energia,
704 produção de leite e o padrão nictimeral do comportamento ingestivo de vacas leiteiras
705 da raça Girolando confinadas, bem como as eficiências de alimentação e ruminação.

706

707 MATERIAL E MÉTODOS

708

709 O experimento foi aprovado pelo Comitê de Ética na Utilização de Animais da
710 Universidade Federal Rural de Pernambuco (Licença nº 69/2016) e conduzido na cidade
711 de Arcoverde, localizada no estado de Pernambuco, Brasil (latitude 08°25'10"S,
712 longitude 37°03'54"W e 639 m de altitude). Durante o experimento, a amplitude térmica
713 regional ficou entre 18,2° C e 29,8° C e precipitação total de 410 mm. O clima regional
714 é classificado como semiárido quente - BSh Koppen,(1948), que de acordo com Alvarez
715 (2013) é bem representativo do estado de Pernambuco, caracterizado por escassez de
716 chuvas e irregularidade em sua distribuição e temperaturas médias elevadas.

717 Foram utilizadas oito vacas múltiparas mestiças 5/8 Holandês x Gir com peso
718 corporal de $520,92 \pm 4,69$ kg e $96,5 \pm 7,6$ dias de lactação ao início do experimento. Os
719 animais foram distribuídos em dois quadrados Latinos contemporâneos (4x4),
720 balanceados para efeito residual. As vacas foram estabuladas em baias individuais (4 m
721 x 12 m) providas de comedouros e bebedouros e alocadas em galpão coberto com piso
722 em concreto.

723 O experimento consistiu em quatro períodos com 21 dias cada, dos quais os 14
724 primeiros dias foram reservados à adaptação dos animais aos tratamentos e os demais
725 destinados à coleta de dados, totalizando 84 dias em experimento. Antes do início do
726 experimento, os animais foram adaptados às condições experimentais por 15 dias.

727 A dieta foi ofertada em duas refeições, *ad libitum*, de acordo com a Tabela 1,
728 controlando as sobras em cada tratamento em torno de 50 a 100 g kg⁻¹ do total de

729 matéria seca fornecida. Os tratamentos consistiram em quatro estratégias de
 730 fornecimento da dieta: mistura completa (MC), concentrado fornecido durante a
 731 ordenha e associação dos volumosos (Con/PC), palma forrageira associada ao
 732 concentrado e cana-de-açúcar separada (P+Con/C) e cana-de-açúcar associada ao
 733 concentrado e palma forrageira separada (C+Con/P). A palma forrageira e a
 734 cana-de-açúcar foram processadas em triturador forrageiro antes do fornecimento. As
 735 frações da dieta eram fornecidas em compartimentos distintos dentro do cocho,
 736 impossibilitando sua mistura por parte do animal.

737 Tabela 1. Horários de fornecimento da dieta experimental em diferentes estratégias
 738 alimentares

Tratamento ¹	Horário ²					
	Manhã		Tarde			
	07:00 h	08:00 h	10:00 h	13:00 h	14:00 h	16:00 h
MC	-	MC	-	-	-	MC
Con/PC	Con	P + C	-	Con	-	P + C
P+Con/C	-	P + Con	C	-	P + Con	C
C+Con/P	-	C + Con	P	-	C + Con	P

739 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 740 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 741 concentrado combinado à palma forrageira. Seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 742 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado. Seguido do fornecimento da palma
 743 forrageira.²MC – mistura completa; Con – concentrado; P – Palma forrageira Orelha de Elefante
 744 Mexicana; C – Cana-de-açúcar.

745
 746 As sobras eram retiradas dos comedouros e pesadas para quantificação e controle do
 747 consumo de cada animal uma vez por dia. Na Tabela 2 está apresentada a composição
 748 química dos ingredientes dietéticos, a composição da dieta, formulada para atender as
 749 exigências de vacas leiteiras com produção média de 13 kg dia⁻¹ corrigido para 40 g kg⁻¹
 750 de gordura (NRC, 2001).

751

752 Tabela 2. Composição química dos ingredientes e composição nutricional da dieta
753 experimental (g kg⁻¹ de matéria natural fornecida)

Item	<i>Alimentos</i> ¹							Composição Nutricional
	Cana	Palma	Farelo de Soja	Farelo de Trigo	Sal Comum	Mistura Mineral	Ureia+SA	
MS	261,90	110,60	880,00	890,00	970,00	970,00	980,00	177,6
MO	981,00	922,80	934,20	933,3	50,3	50,00	18,00	919,80
MM	19,00	77,10	65,80	66,7	949,7	950,0	978,20	79,40
PB	23,60	51,00	423,00	195,70	-	-	265,00	108,90
EE	14,40	15,80	32,00	13,40	-	-	-	15,20
FDN	530,10	274,40	145,20	389,20	-	-	-	365,70
FDNi	188,60	59,80	100,00	93,30	-	-	-	105,50
CT	944,00	856,10	479,20	722,00	-	-	-	829,90
CNF	413,90	581,70	334,00	335,00	-	-	-	464,20

754 ¹Proporção de cada alimento por kg de dieta: 350 g kg⁻¹ de cana-de-açúcar. 450 g kg⁻¹ de palma
755 forrageira. 130 g kg⁻¹ de farelo de trigo. 42 g kg⁻¹ de farelo de soja. 13 g kg⁻¹ de ureia+sulfato de amônia.
756 10 g kg⁻¹ de mistura mineral e 5 g kg⁻¹ de sal comum. MS – matéria seca; MO – matéria orgânica; PB –
757 proteína bruta; EE – extrato etéreo; FDN – fibra em detergente neutro; FDNi – fibra em detergente neutro
758 indigestível; CT – carboidratos totais; CNF – carboidratos não fibrosos.

759

760 Foram coletadas amostras dos alimentos fornecidos e das sobras de cada animal e
761 armazenadas em freezer 4°C para posterior análise em laboratório. As amostras de
762 cana-de-açúcar, palma forrageira, concentrado, sobras e de fezes foram compostas para
763 cada animal e período, com posterior secagem em estufa com ventilação forçada
764 (60°C/72 horas) e processadas em moinho de facas (Modelo Thomas Wiley Co.,
765 Swedesboro, NJ) com peneiras de porosidade de 1 e 2 mm para análises químicas e
766 incubação, respectivamente.

767 As amostras processadas na peneira de 1 mm foram avaliadas para matéria seca (MS;
768 método INCT-CA G-003/1), matéria mineral (MM; método INCT-CA M-001/1),
769 matéria orgânica (MO, calculada como MO = MS - MM) proteína bruta (PB; método
770 INCT-CA G-001/1), extrato etéreo (EE; método INCT-CA G-005/1), fibra em
771 detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp; método INCT-CA F-002/1,
772 INCT-CA F-002/1, INCT-CA M-002/1 and INCT-CA N-004/1), de acordo com as
773 técnicas padronizadas do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Ciência Animal
774 (INCT-CA). Amostras dos alimentos e sobras processadas na peneira de 2 mm foram
775 avaliadas quanto ao teor de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) utilizando
776 sacos de tecido não tecido (TNT, 100 g m⁻²) e incubação *in situ* durante 288 h (método

777 INCT-CA nº. F-009/1). Os teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados
778 de acordo com a equação proposta por Detmann e Valadares Filho (2010), e o NDT
779 estimado como proposto por Weiss (1999).

780 O comportamento ingestivo foi registrado do décimo quinto ao décimo sexto dia do
781 período de coleta de dados. A observação visual foi realizada pelo método de varredura
782 instantânea (*Scan Sampling*), com observações a cada 10 minutos durante dois períodos
783 consecutivos de 24 h (totalizando 48 h), segundo Martin e Baterson (2007). O
784 comportamento ingestivo foi classificado em três atividades principais: ingestão,
785 ruminação e ócio. O tempo de ingestão incluiu a apreensão e manipulação do alimento,
786 mastigação e deglutição do bolo alimentar. O tempo de ruminação incluiu regurgitação,
787 remastigação e redeglutição do bolo, assim como o interciclo.

788 O cálculo das eficiências alimentares da MS (EALMS), FDN (EALFDN), e de
789 ruminação da MS (ERUMS) e FDN (ERUFDN) foram calculadas dividindo o tempo
790 gasto pelo animal em cada atividade pela quantidade do nutriente consumida. Para
791 avaliar a distribuição de cada atividade comportamental (alimentação, ruminação e
792 ócio), as 24 horas foram divididas em quatro turnos: manhã (6:00 h às 12:00 h), tarde
793 (12:00 h às 18:00 h), noite (18:00 h às 00:00 h) e madrugada (0:00 h às 6:00 h).

794 Uma refeição foi considerada como a observação de uma sequência de atividades
795 assinaladas como “alimentação” pelos observadores, tendo seu final marcado pela
796 observação de uma atividade de ócio ou ruminação, calculado da seguinte forma:
797 Duração do período de alimentação = Tempo de alimentação / Número de refeições por
798 dia.

799 Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIX do programa software
800 SAS (Statistical Analysis System versão 9.4). O seguinte modelo estatístico foi
801 utilizado:

$$802 \quad Y_{ijkl} = \mu + Q_i + T_j + (P/Q)_{ik} + (V/Q)_{il} + Q_x T_{ij} + e_{ijkl},$$

803 sendo: Y_{ijkl} = observações, μ = média da população, Q_i = efeito fixo do quadrado
804 latino; T_j = efeito fixo do tratamento; $(P/Q)_{ik}$ = efeito aleatório do período dentro do
805 quadrado latino; $(V/Q)_{il}$ = efeito aleatório do animal dentro do quadrado latino; $Q_x T_{ij}$ =
806 efeito fixo de interação entre o quadrado latino e o tratamento e e_{ijkl} = erro residual.

807 Cada uma das atividades comportamentais distribuídas em quatro turnos foi
808 analisada como efeito de medidas repetidas no tempo. Quando necessário, efeitos

809 diretos de tratamento/tempo foram comparados usando o teste SNK. Todos os
 810 procedimentos estatísticos foram realizados adotando o nível de probabilidade de $\alpha=$
 811 0,05.

812 RESULTADOS E DISCUSSÃO

813
 814 A dieta foi formulada para atender as exigências de animais mestiços com produção
 815 média de 13 kg dia⁻¹ corrigido para 40 g kg⁻¹ de gordura (Tabela 3). Independentemente
 816 da estratégia alimentar utilizada os consumos de MS, FDN, e NDT não variaram entre
 817 as estratégias propostas, (P>0,05), conseqüentemente, o teor de matéria seca nas sobras
 818 (MSS), proteína bruta nas sobras (PBS), fibra em detergente neutro nas sobras (FDNS)
 819 e carboidratos não fibrosos nas sobras (CNFS) também foram equivalentes as entre
 820 estratégias.

821 A produção de leite diária, de leite corrigido para gordura e gordura no leite, também
 822 não variaram em função da estratégia alimentar (Tabela 3).

823 Tabela 3. Consumo de nutrientes, produção de leite e nutrientes nas sobras vacas
 824 alimentadas com dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de
 825 fornecimento

Parâmetros	Estratégias				EPM	valor-p
	MC	Con/PC	P+Con/C	C+Con/P		
<i>Consumo¹</i>						
CMS (kg d ⁻¹)	13,65	13,48	12,78	13,34	0,36	0,1940
CFDN (kg d ⁻¹)	4,36	4,56	4,34	4,67	0,13	0,5160
CNDT (kg d ⁻¹)	9,28	9,09	9,55	9,27	0,5	0,3386
<i>Produção de Leite</i>						
Produção (kg d ⁻¹)	12,23	12,40	11,94	12,23	0,26	0,6590
LCG 4% (kg d ⁻¹) ²	13,40	13,60	13,30	13,70	0,34	0,8520
Gordura (g kg ⁻¹)	46,3	46,5	47,7	48,0	0,11	0,6180
<i>Nutrientes nas Sobras³</i>						
MS (kg d ⁻¹)	1,37	1,60	1,63	1,27	0,17	0,2683
PB (kg d ⁻¹)	0,09	0,07	0,06	0,08	0,02	0,7423
FDN (kg d ⁻¹)	0,52	0,46	0,43	0,46	0,03	0,2485
CNF (kg d ⁻¹)	0,34	0,41	0,47	0,38	0,04	0,1306

826 ¹CMS – consumo de matéria seca; CFDN – consumo de fibra em detergente neutro; CNDT – consumo
 827 de nutrientes digestíveis totais. ²LCG – Leite corrigido para 4% de gordura. ³MS - Matéria seca ; PB –
 828 proteína bruta ; FDN – fibra em detergente neutro ; CNF – carboidratos não fibrosos. ²EPM – erro padrão
 829 da média .

830

831 Na Tabela 4 pode-se observar que as estratégias adotadas implicaram em tempo
 832 gasto em alimentação, ruminação e ócio equivalentes entre si ($P>0,05$). O número diário
 833 de refeições e a duração das refeições também não diferiram ($P>0,05$) entre as
 834 estratégias, assim como as eficiências alimentares da MS e FDN (EALMS e EALFDN)
 835 e suas respectivas eficiências de ruminação (ERUMS e ERUFDN) também não se
 836 alteraram ($P>0,05$), demonstrando consumo de nutrientes equivalente entre as estratégias
 837 aplicadas e baixa seletividade dos alimentos quando fornecidos individualmente.

838 Tabela 4. Frequência das atividades desenvolvidas durante 24 horas por vacas
 839 alimentadas com dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de
 840 fornecimento

	Estratégias ¹				EPM	valor-p
	MC	Con/PC	P+Con/C	C+Con/P		
	<i>Parâmetros</i>					
Ócio (Min dia ⁻¹)	713,75	695,0	785,0	757,5	31,50	0,1533
Ruminação (Min dia ⁻¹)	458,75	465,0	395,0	406,25	22,94	0,1236
Alimentação (Min dia ⁻¹)	267,5	280,0	260,0	276,25	19,46	0,8361
Número de Refeições	10,5	11,0	9,75	9,63	0,83	0,5127
Duração da Refeição (Min refeição ⁻¹)	25,50	25,45	26,65	28,68	2,45	0,7900
	<i>Eficiências²</i>					
EALMS (g hora ⁻¹)	2899,11	2914,59	2921,14	2923,83	243,3	0,9866
ERUMS (g hora ⁻¹)	1785,28	1763,05	1893,34	1911,40	128,89	0,6294
EALFDN (g hora ⁻¹)	970,62	1005,40	1019,42	981,91	67,24	0,6653
ERUFDN (g hora ⁻¹)	597,71	608,17	660,75	641,91	13,58	0,4086

841 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do
 842 fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas; P+Con/C – fornecimento do
 843 concentrado combinado à palma forrageira, seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P –
 844 fornecimento da cana-de-açúcar combinada ao concentrado seguido do fornecimento da palma forrageira.;
 845 ²EALMS: eficiência alimentar da MS, ERUMS: eficiência de ruminação da MS, EALFDN: eficiência
 846 alimentar da FDN; ERUFDN: eficiência de ruminação da FDN..²EPM – erro padrão da média

847

848 Observou-se interação entre as estratégias de alimentação implementadas e os turnos
 849 do dia para Alimentação ($P<0,05$) e Ruminação ($P<0,01$) (Tabelas 5). O turno da noite
 850 foi preferido para ruminação ou ócio e a atividade alimentar ficou concentrada nos
 851 turnos do dia e tarde, concordando com os horários de fornecimento das dietas. (Figura
 852 1). Os animais alimentados com C+Con/P gastaram mais tempo em ingestão durante a
 853 tarde em comparação ao tempo gasto pela manhã.

854 Tabela 5. Efeitos das estratégias alimentares (EA) , diferentes turnos (TU) e suas interações sobre os parâmetros comportamentais de vacas
 855 alimentadas com dietas a base de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.

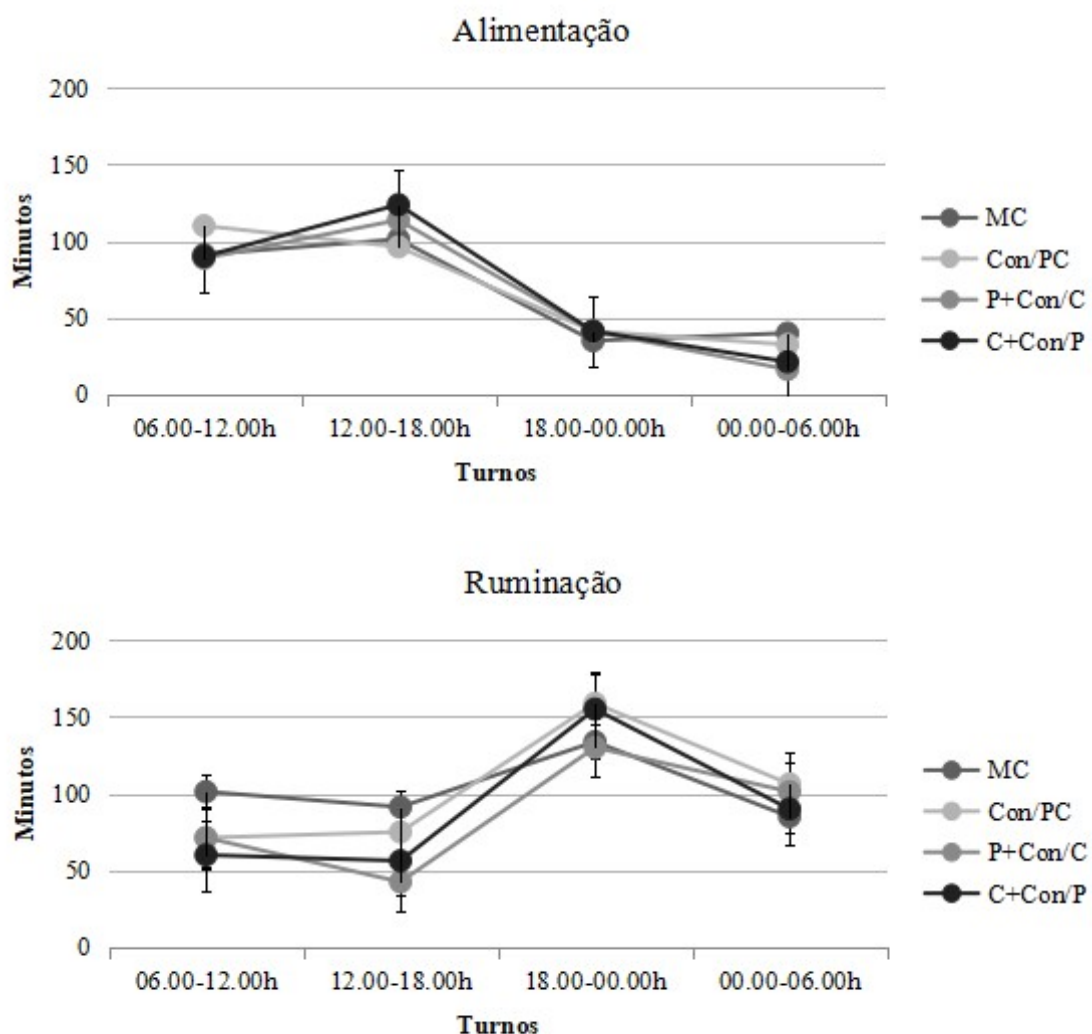
	EA ¹				EPM	TU				EPM ²	p-Valor		
	MC	Con/PC	P+Con/C	C+Con/P		Manhã	Tarde	Noite	Madrugada		EA	TU	EAxTU
<i>Parâmetros</i>													
Ócio	698,75	703,75	772,5	747,5	15,78	95,0	108,8	39,7	27,5	3,78	0,0139	<0,001	0,0632
Rum	458,75	458,75	405,0	418,75	22,48	75,6b	65,6b	143,4a	145,9a	5,33	0,0217	<0,001	<0,001
Ali	282,5	277,5	262,5	273,75	7,11	189,4	185,6	176,9	176,9	6,35	0,7548	<0,001	0,0180

856 ¹MC – mistura completa; Con/PC – fornecimento de concentrado durante uma hora seguido do fornecimento da palma forrageira e da cana-de-açúcar combinadas;
 857 P+Con/C – fornecimento do concentrado combinado à palma forrageira. seguido do fornecimento da cana-de-açúcar; C+Con/P – fornecimento da cana-de-açúcar
 858 combinada ao concentrado seguido do fornecimento da palma forrageira ²EPM – erro padrão da média. ³Letras minúsculas iguais nas linhas não diferem
 859 estatisticamente pelo teste de SNK (p<0.05)

860

861 Observa-se na Figura 1 que os animais concentraram as atividades de ruminação no
862 início da noite. No turno da tarde, os animais submetidos as estratégias P+Con/C e
863 C+Con/P gastaram menos tempo em ruminação quando comparados aos animais
864 submetidos a MC (45,50, 56,25 e 91,25 minutos, respectivamente).

865 Figura 1. Interações entre parâmetros comportamentais e turnos do dia de dietas à base
866 de palma forrageira sob diferentes estratégias de fornecimento.



867

868 Mudanças nos parâmetros comportamentais de vacas leiteiras são comuns,
869 principalmente quanto ao tempo em ruminação, quando há variação do conteúdo de
870 fibra das dietas (Beauchemin et al., 2003). Neste estudo, devido ao fracionamento da

871 porção fibrosa (cana-de-açúcar e palma forrageira), aliado ao potencial efeito de
872 seletividade quando há oferta de ingredientes separados, era possível de que este
873 fenômeno ocorresse. Entretanto, o consumo de nutrientes e a composição das sobras
874 (Tabela 3) demonstram que o fracionamento da dieta, não ocorreu e o balanceamento de
875 ingredientes originalmente pretendido foi mantido.

876 Schingoethe (2017) afirmou que a MC pode reduzir a ocorrência de distúrbios
877 metabólicos por promover o fornecimento de uma proporção constante de FDN
878 proveniente da forragem e concentrado, garantindo que a fibra consumida é adequada
879 para a manutenção da gordura do leite. No presente estudo, o conteúdo de gordura não
880 se alterou (Tabela 3) independente das estratégias aplicadas, demonstrando que mesmo
881 com o fracionamento da dieta, o consumo de fibra efetiva foi suficiente para a
882 manutenção da gordura no leite, independente da forma de fornecimento da dieta.

883 Para Sniffen e Robinson (1984), em dietas fracionadas, as forrageiras devem ser
884 fornecidas como a primeira alimentação do dia, anterior aos concentrados, pois
885 carboidratos altamente fermentáveis podem ocasionar condições acidóticas em vacas
886 que não se alimentaram por mais de 6 horas, diminuindo a ingestão de alimentos e a
887 digestão das fibras.

888 Os resultados deste trabalho contradizem esta suposição (Tabela 5). Com
889 semelhantes consumos de nutrientes entre as diferentes estratégias, ($P>0,05$), o que leva
890 a supor-se que a oferta de concentrado como a primeira refeição da manhã, mesmo
891 combinado a outros alimentos ricos em CNF como a palma forrageira, não prejudicou o
892 ambiente ruminal das vacas, uma vez que o padrão de ruminação entre os manejos
893 também foi similar.

894 Além disso, a relação CNF:FDN (0,79) ficou dentro da relação recomendada pelo
895 NRC (2001), considerada alta a partir de 1,5. Assim o padrão de ruminação não foi
896 alterado (Tabela 3) e as condições de bom funcionamento do rúmen foram mantidas,
897 enfatizando os resultados obtidos no presente estudo.

898 Por exigirem menores quantidades de concentrado para a manutenção da produção
899 diária, animais de baixa produção também estão sujeitos a menores riscos de distúrbios
900 metabólicos. (Ørskov, 1990; Silva et al., 2005), o que de fato foi observado no presente
901 estudo, para vacas produzindo $13,5 \text{ kg dia}^{-1}$ de LCG, e consumindo $1,55 \text{ kg}$ de MS de

902 concentrado por refeição. Aliado a isso, os ingredientes que compuseram o concentrado
903 tem pouca capacidade de propiciar acidoses ruminais.

904 No presente estudo, quando o concentrado foi fornecido durante a ordenha (Con/PC),
905 esperava-se até que o animal consumisse todo o alimento antes da sua saída da sala de
906 ordenha. O tempo de permanência nas instalações subiu para, em média, 20 minutos,
907 em comparação a uma média de 12 minutos de duração em uma ordenha mecânica
908 convencional (Santos, 2013).

909 A ordenha diária é um trabalho árduo e estressante, principalmente para o
910 pequeno produtor. Neste caso a eficiência da ordenha deve ser alta como forma de
911 reduzir custos e mão de obra. Entende-se como eficiência de ordenha o equilíbrio entre
912 a quantidade de leite produzida e o menor tempo possível para obtê-lo sem causar
913 efeitos colaterais aos animais dentro da sala de ordenha. Para maximizar a eficiência de
914 ordenha e de mão de obra, o fornecimento de concentrado durante a ordenha não é
915 aconselhável em função do maior tempo de ordenha demandado

916 Para Albright (1993), por serem realizados sob condições controladas como baias
917 individuais ou gaiolas metabólicas, os estudos comportamentais eliminam a variável da
918 competição por alimento do estudo, o que pode gerar resultados diferentes dos
919 observados em situações práticas, o que pode ocasionar resultados pouco confiáveis. É
920 possível que o tempo gasto para consumir o concentrado no presente estudo se deva a
921 ausência de competição, como propõe o autor.

922 De acordo com DeVries et al. (2003), animais leiteiros tem preferência por
923 alimentar-se nos horários mais amenos do dia e no momento em que retornam da
924 ordenha.

925 Embora tenham sido equivalentes, observa-se maior tempo em alimentação para a
926 estratégia C+Con/P no período da tarde (Figura 1), ocasionando menor eficiência de
927 consumo. Uma vez que não houveram efeitos para o tempo gasto em alimentação
928 (Tabela 3), aparentemente, esta diferença acontece pelo menor consumo de alimento
929 pela manhã, o que pode ter ocasionado maior quantidade de alimento disponível no
930 horário da tarde.

931 Observa-se maior atividade de ruminação nos animais que receberam a MC (Figura
932 1) pela manhã em comparação as demais estratégias. Deswysen et al. (1993) e Fischer et
933 al. (1997) afirmam que os períodos de ruminação e ócio entre as refeições, sua duração

934 e seu padrão de distribuição são influenciados pelas atividades de ingestão. Deste modo,
935 é provável que o maior tempo gasto em alimentação horário da noite tenha influenciado
936 a maior taxa de ruminação observada pela manhã.

937 O objetivo de qualquer estratégia, sistema ou método de alimentação é que os
938 animais consumam a quantidade de alimento especificada em uma dieta formulada.
939 Considerações na escolha de um sistema de alimentação deve incluir, entre outros, custo,
940 disponibilidade de mão de obra e equipamentos (NRC, 2001).

941 Sistemas mais diversificados e técnicas alternativas, em vários casos, se mostram
942 mais adaptados às condições da agricultura familiar. Dentre suas características estão:
943 baixa exigência de insumos externos, diversificação da produção, baixa demanda por
944 recursos financeiros e, em consequência, menor risco produtivo e financeiro (Lacky,
945 1996; Souza Filho, 1998). Souza Filho (2011) comenta que a implementação de novas
946 tecnologias por vezes ignoram a realidade do pequeno produtor, ao qual deveriam se
947 destinar: baixa disponibilidade de recursos, baixo nível de qualificação, mão de obra
948 exclusivamente familiar, pouco acesso ao mercado e ausência de assistência técnica.

949 A palma forrageira requer uso intenso de mão de obra em seu manejo, seja para
950 colheita ou para o seu fornecimento (Vilela et al., 2010), e recomenda-se fornecê-la em
951 misturas completas (Ferreira, 2007). Souza et al. (2015), ao estudar unidades familiares
952 de produção de leite no Agreste pernambucano, região onde a palma forrageira é
953 tradicionalmente utilizada, observou produtividade da mão de obra de 66,79 litros/dia
954 homem, inferior à média nacional de 150 litros/dia homem (Gomes, 2000).

955 Nesse cenário, a utilização da palma forrageira em MC como recomenda Ferreira et
956 al. (2007) parece inviável para o pequeno produtor familiar, onde a MC é preparada
957 manualmente, com pás e enxadas, e pode exigir mais de um funcionário para o trabalho,
958 acarretando na mencionada baixa produtividade da mão de obra, a qual é escassa nestas
959 propriedades (Oliveira et al., 2016).

960 Este estudo demonstrou que a utilização da palma forrageira em ingredientes
961 separados não prejudica produtividade e composição do leite de vacas leiteiras de baixa
962 produção ($13,5 \text{ kg}^{-1} \text{ dia}^{-1} \text{ LCG}$), sugerindo que, para animais neste nível de produção, as
963 recomendações de utilização da palma forrageira feitas por Ferreira et al. (2007) não se

964 aplicam; cabendo ao produtor utilizá-la da maneira que melhor adequar-se à sua
965 situação.

966 O comportamento ingestivo foi fundamental no conjunto de dados e análises críticas
967 para discernir dentro do comportamento nictemeral pontos de interesse que permitem
968 inferir qual das estratégias propostas neste trabalho será mais vantajosa em diferentes
969 cenários, que pode proporcionar economia ou otimização da mão de obra.

970

971

CONCLUSÃO

972

973 As estratégias de fornecimento não modificam o comportamento ingestivo de vacas
974 Girolando produzindo 12,2 kg de leite e alimentadas com dietas a base de palma Orelha
975 de Elefante Mexicana.

976 Como alternativa à mistura completa, sugere-se ao produtor de base familiar a
977 adoção das duas estratégias com volumosos separados (C+Con/P e P+Con/C), uma vez
978 que ambas podem, potencialmente, propiciar otimização da mão de obra.

979

980

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

981

982 ALBRIGHT, J. L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of dairy science**, v. 76, n.
983 2, p. 485-498, 1993.

984 BARGO, F. et al. Performance of high producing dairy cows with three different
985 feeding systems combining pasture and total mixed rations. **Journal of dairy science**, v.
986 85, n. 11, p. 2948-2963, 2002.

987 BEAUCHEMIN, K. A. et al. Use of exogenous fibrolytic enzymes to improve feed
988 utilization by ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 81, n. 14_suppl_2, p. E37-E47,
989 2003.

990 CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases
991 para o manejo sustentável do pasto. **Manejo sustentável em pastagem**, v. 1, p. 1-20,
992 2005.

993 COPPOCK, C. E. et al. Effects of amount of whole cottonseed on intake, digestibility,
994 and physiological responses of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 9, p.
995 2248-2258, 1985.

996 DETMANN, E. et al. Methods for feed analysis INCT-CA. **Visconde do Rio Branco,**
997 **MG, Brazil: Suprema**, 2012.

998 DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous
999 carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e**
1000 **Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

1001 DEVRIES, T. J.; VON KEYSERLINGK, M. A. G.; BEAUCHEMIN, K. A. Diurnal
1002 feeding pattern of lactating dairy cows. **Journal of dairy science**, v. 86, n. 12, p.
1003 4079-4082, 2003.

1004 FERREIRA, M. A. et al. Palma forrageira e uréia na alimentação de novilhas leiteiras.
1005 **Recife: UFRPE**, 2007.

1006 GOMES, S. T. Economia da produção de leite. Belo Horizonte, MG: Itambé, 2000. 132
1007 p.

1008 HOLTER, J. B. et al. Utilization of diet components fed blended or separately to
1009 lactating cows. **Journal of dairy science**, v. 60, n. 8, p. 1288-1293, 1977.

1010 INGVARTSEN, K.L.; AAES, O.; ANDERSEN, J.B. Effects of pattern of concentrate
1011 allocation in the dry period and early lactation on feed intake and lactational
1012 performance in dairy cows. **Livestock Production Science**, v. 71, n. 2-3, p. 207-221,
1013 2001.

1014 KOPPEN, W. **Climatologia: con un estudio de los climas de la tierra**. 1948.

1015 LACKI, P. et al. **Rentabilidade na agricultura com mais subsidios ou com mais**
1016 **profissionalismo?**. Escritorio Regional da FAO para a America Latina eo Caribe, 1996.

1017 MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behaviour: an introductory guide**: Cambridge
1018 University Press 2007.

1019 NATIONAL RESEARCH COUNCIL et al. **Nutrient requirements of dairy cattle:**
1020 **2001**. National Academies Press, 2001

1021 OLIVEIRA,A.S. et al . Identificação e quantificação de indicadores-referência de
1022 sistemas de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 36, n. 2, p.
1023 507-516, Abril, 2007

1024 ØRSKOV, E. R. Supplement strategies for ruminants and management of feeding to
1025 maximize utilization of roughages. **Preventive Veterinary Medicine**, v. 38, n. 2-3, p.
1026 179-185, 1999.

1027 PESSOA, R.A.S. et al. Vacas leiteiras submetidas a diferentes estratégias alimentares.
1028 Digestibilidade e balanço de energia. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 2,
1029 p. 253-260, 2005.

1030 SCHINGOETHE, David J. A 100-Year Review: Total mixed ration feeding of dairy
1031 cows. **Journal of dairy science**, v. 100, n. 12, p. 10143-10150, 2017.

1032 SCOTT, V. E. et al. Influence of provision of concentrate at milking on voluntary cow
1033 traffic in a pasture-based automatic milking system. **Journal of dairy science**, v. 97, n.
1034 3, p. 1481-1490, 2014.

- 1035 SILVA, A.E.V.N. et al. Estratégia alimentar para dieta baseada em palma forrageira
1036 sobre o desempenho e digestibilidade em vacas em final de lactação. **Acta Scientiarum.**
1037 **Animal Sciences**, v. 27, n. 2, p. 269-276, 2005.
- 1038 SNIFFEN, C. J.; ROBINSON, P. H. Nutritional strategy. **Canadian Journal of Animal**
1039 **Science**, v. 64, n. 3, p. 529-542, 1984.
- 1040 SOUZA FILHO, H.M. et al. Condicionantes da adoção de inovações tecnológicas na
1041 agricultura. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 28, n. 1, p. 223-255, 2011.
- 1042 SOUZA FILHO, H.M. **The Adoption of Sustainable Agricultural Technologies: A**
1043 **Case Study in the State of Espírito Santo, Brazil**. Routledge, 2018.
- 1044 STATISTICAL Analyses System – SAS. SAS user’s guide, Cary: v. 8, 295 p. 1999.
- 1045 WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Proceedings**. 1999.

1046

1047

1048

1049

1050

1051

1052

1053

1054

1055

1056

1057

1058

1059

1060

1061

1062

1063

1064

1065

1066

1067

1068

1069

CONSIDERAÇÕES FINAIS E IMPLICAÇÕES

1070 Com a constatação de que o esquema de mistura completa é tão eficaz quanto as
1071 outras estratégias propostas, fica comprovado que é facultativa sua adoção, ficando a
1072 mesma condicionada as peculiaridades de cada sistema de produção. Outros métodos de
1073 fornecimento da palma forrageira, além dos que aqui estão propostos, são possíveis,
1074 uma vez que a limitação do alimento passa a ser nutricional, ou seja, o seu baixo teor de
1075 fibra, e não mais operacional, como no caso do fornecimento em esquema de mistura
1076 completa como outrora se acreditava.

1077 O fornecimento de concentrado como alimento individual não parece interessar do
1078 ponto de vista da otimização da mão de obra empregada na propriedade, uma vez que
1079 aumenta o tempo do animal dentro da ordenha, sob pena de ocasionar subconsumo de
1080 concentrado caso este seja o único momento em que o animal tem acesso a este e a
1081 ingestão seja interrompida prematuramente. No entanto, esta estratégia pode ser útil
1082 como condicionador comportamental, auxiliando na adaptação dos animais ativos no
1083 plantel à novidades no manejo diário.

1084 A eficiência da mão de obra na atividade leiteira é um dos gargalos impostos sobre a
1085 lucratividade da atividade. A não adoção da mistura completa, aliado ao fracionamento
1086 da dieta, espera-se que a mão de obra seja empregada com melhor eficiência ao longo
1087 do dia.

1088 Aliado à isto, a simplificação do manuseio da palma forrageira, planta adaptada a
1089 períodos de estiagem, pode incentivar sua adoção pelo pequeno produtor rural instalado
1090 no semiárido, o que é interessante tanto do ponto de vista produtivo (da produção de
1091 forragem) quanto para a manutenção do homem no campo (melhorando a
1092 rentabilidade).