



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MONTES CLAROS

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE,
COMPORTAMENTO INGESTIVO E
DESEMPENHO DE VACAS F1
HOLANDÊS/ZEBU ALIMENTADAS COM
DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA**

LUCAS DANIELL ALCÂNTARA BORGES

2018

LUCAS DANIELL ALCÂNTARA BORGES

**CONSUMO, DIGESTIBILIDADE,
COMPORTAMENTO INGESTIVO E
DESEMPENHO DE VACAS F1
HOLANDÊS/ZEBU ALIMENTADAS COM
DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de “Mestre” em Zootecnia.

Orientador

Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior

**UNIMONTES
MINAS GERAIS – BRASIL
2018**

Borges, Lucas Daniell Alcântara

B732c Consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de vacas F1 Holândes/Zebu alimentadas com dietas contendo palma forrageira [manuscrito] / Lucas Daniell Alcântara Borges. – 2018.

62 p.

Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Universidade Estadual de Montes Claros – Janaúba, 2018.

Orientador: Prof. D. Sc. Vicente Ribeiro Rocha Júnior.

1. Holandês (Bovino). 2. Plantas forrageiras. 3. Sorgo Silagem. 4. Vaca. 5. Zebu Alimentação e rações. I. Rocha Júnior, Vicente Ribeiro. II. Universidade Estadual de Montes Claros. III. Título.

CDD. 636.2142


LUCAS DANIELL ALCÂNTARA BORGES


CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, COMPORTAMENTO INGESTIVO E
DESEMPENHO DE VACAS F1 HOLANDÊS/ZEBU ALIMENTADAS
COM DIETAS CONTENDO PALMA FORRAGEIRA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Montes Claros, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.


APROVADA em 03 de ABRIL de 2018.


Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior
UNIMONTES
(Orientador)


Prof. Dr. Flávio Pinto Monção
UNIMONTES


Prof. Dr. Fredson Vieira e Silva
UNIMONTES


Prof. Dr. José Reinaldo Mendes
Ruas
UNIMONTES


Dra. Leidy Darmony de Almeida Rufino
EPAMIG

JANAÚBA
MINAS GERAIS – BRASIL
2018

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, quero agradecer a Deus, por me conceder sabedoria e determinação para concluir meu trabalho nessa nova etapa;

À Universidade Estadual de Montes Claros e ao Programa de Pós-graduação, pela formação e ensino;

Ao meu orientador, Prof. Dr. Vicente Ribeiro Rocha Júnior, pela orientação e ensinamentos transmitidos.

Aos Professores Dr. José Reinaldo Mendes Ruas e Fredson Vieira e Silva. À Dr^a. Leidy Darmony de Almeida Rufino e ao Dr. Flávio Pinto Monção, pela participação na banca e contribuição para melhoria deste trabalho;

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Unimontes e aos alunos da iniciação científica, pela ajuda e contribuição para execução do trabalho;

À minha família e amigos, pelo apoio e paciência;

À FAPEMIG, CAPES e CNPq, pelo auxílio de bolsas;

Ao INCT – Ciência Animal;

À EPAMIG – Nova Porteirinha, pelo fornecimento da palma forrageira.

Muito obrigado!

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	i
RESUMO GERAL.....	ii
GENERAL ABSTRACT.....	iii
1. INTRODUÇÃO GERAL	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Cenário da bovinocultura leiteira.....	3
2.2. Palma forrageira.....	4
2.3. Valor nutricional da palma forrageira.....	6
2.4. Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras.....	9
3. REFERÊNCIAS.....	13
Consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo palma forrageira 20	
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS	23
RESULTADOS	32
DISCUSSÃO	43
CONCLUSÃO.....	47
AGRADECIMENTOS	48
REFERÊNCIAS.....	48

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg de matéria seca) e composição química das dietas.....	26
Tabela 2 Composição química dos ingredientes (g/kg de matéria seca) utilizados na formulação das dietas experimentais.....	27
Tabela 3 Consumo, coeficiente de digestibilidade de nutrientes e consumo de água por vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira.....	33
Tabela 4 Balanço e eficiência de utilização de nitrogênio em vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira.....	36
Tabela 5 Comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira.....	38
Tabela 6 Variáveis comportamentais de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira.....	40
Tabela 7 Desempenho produtivo e eficiência alimentar de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira.....	42

RESUMO GERAL

BORGES, Lucas Daniell Alcântara. **Consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo palma forrageira.** 2018. 59 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.¹

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma forrageira em associação a diferentes volumosos na dieta, sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho de vacas F1 Holandês/Zebu. Foram utilizadas 08 vacas com 72 ± 11 dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 4×4 simultâneos, compostos, cada um, por quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo: Tratamento 1 – Dieta como volumoso a silagem de sorgo; Tratamento 2 – Dieta com 50% de silagem de sorgo e 50% de palma forrageira; Tratamento 3 – Dieta como volumoso o capim-elefante cv. Roxo; Tratamento 4 – Dieta com 50% de capim-elefante cv. Roxo e 50% de palma forrageira. A relação volumoso: concentrado, na matéria seca (MS) total da dieta, foi de 75:25. O consumo de matéria seca (CMS; $P = 0,01$) foi maior com a silagem de sorgo, sendo 24,5% superior às demais dietas, que não diferiram entre si (15,5 kg/dia). O consumo de proteína bruta variou (CPB; $P < 0,01$) de 1,4 kg/dia para a dieta com silagem de sorgo associado com palma forrageira a 2,13 kg/dia para dieta com capim-elefante. A inclusão de palma forrageira na dieta de vacas mestiças em lactação reduziu o consumo de água em 44,52% ($P < 0,01$). Houve variação sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS; $P = 0,01$) das dietas, sendo que a dieta a base de silagem de sorgo + palma forrageira apresentou coeficiente 12,65% superior à dieta à base de capim-elefante sem palma forrageira. As dietas não influenciaram a produção de leite ($P = 0,70$), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ($P = 0,72$), peso final ($P = 0,60$) e eficiência alimentar ($P = 0,61$), sendo as médias de 12,57 kg/dia, 14,30 kg/dia, 549,7 kg, e 0,79 kg de leite/kg de MS, respectivamente. A associação da palma forrageira com a silagem de sorgo ou com capim-elefante *in natura* não altera a produção de leite, reduz o consumo de matéria seca, melhora a digestibilidade da dieta e diminui o consumo de água.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, capim-elefante, escore de condição corporal, silagem de sorgo.

¹ **Comitê Orientador:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (orientador); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (coorientador).

GENERAL ABSTRACT

BORGES, Lucas Daniell Alcântara. **Intake, digestibility, feeding behavior and performance of F1 Holstein/Zebu cows fed with diets containing spineless cactus.** 2018. 59 p. Dissertation (Master in Animal Science) – Universidade Estadual de Montes Claros, Janaúba, MG.²

The objective this study was to evaluate the effects of cactus pear in association with different dietary variables, on intake, nutrient digestibility, nitrogen balance, ingestive behavior and performance of F1 Holstein/Zebu cows. Eight cows with 72 ± 11 days of lactation were used at the beginning of the experiment. The experimental design was two simultaneous 4×4 Latin squares, each composed of four animals, four treatments and four experimental periods. Four experimental diets were used: Treatment 1 - Diet without cactus pear, with sorghum silage; Treatment 2 - Diet with 50% substitution of sorghum silage by cactus pear; Treatment 3 - Diet without inclusion of the cactus pear, having as roughage elephant grass cv. Roxo; Treatment 4 - Diet with 50% replacement of elephant grass cv. Roxo by the cactus pear. The roughage:concentrate ratio, in the total dry matter (DM) of the diet, was 75:25. The dry matter intake (DMI, $P = 0.01$) was higher with sorghum silage, being 24.5% higher than the other diets, which did not differ among them (15.5 kg/day). Crude protein intake (CPI; $P < 0.01$) varied from 1.4 kg/day for the diet with sorghum silage associated with cactus pear at 2.13 kg/day for elephant grass diet. The inclusion of cactus pear in the diet of lactating crossbred cows reduced water consumption by 44.52% ($P < 0.01$). The diets did not influence milk production ($P = 0.70$), milk production corrected to 3.5% fat ($P = 0.72$), final weight ($P = 0.60$) and feed efficiency ($P = 0.61$) of lactating F1 Holstein/Zebu cows, with averages of 12.57 kg/day, 14.30 kg/day, 549.7 kg, and 0.79 kg milk/kg DM, respectively. The association of cactus pear with sorghum silage or elephant grass does not alter milk production, reduces intake, improves digestibility and decreases water intake.

Keywords: nitrogen balance, elephant grass, body condition score, sorghum silage.

² **Advisor Committee:** Prof. Vicente Ribeiro Rocha Júnior – DCA/UNIMONTES (Advisor); Prof. José Reinaldo Mendes Ruas – DCA/UNIMONTES (Coadvisor).

1 INTRODUÇÃO GERAL

No Brasil, 10% do território é de clima semiárido, destes 89% encontram-se no Nordeste e 11% no Estado de Minas Gerais (Leite, 2009). No norte de Minas Gerais encontra-se a Serra Geral de Minas com uma área total de 20.581,20 km², cujas condições climáticas são predominantemente do tipo semiárido. Sua economia é baseada principalmente nos setores agrícola e pecuário (NOCE e NETO, 2015). Nessas regiões as estações são definidas em chuvosa que tem duração de três a cinco meses e estação seca que tem duração de sete a nove meses, as mesmas apresentam chuvas irregulares e estiagens prolongadas (NIMER, 1972).

Os pecuaristas das regiões semiáridas do Brasil vêm sofrendo a décadas com a sazonalidade da produção forrageira e para amenizar este efeito algumas tecnologias são utilizadas, como ensilagem de forrageiras, pastejo diferido e suplementação com rações concentradas. Outra opção que vem sendo estudada é utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) (FERREIRA et al., 2008).

O cultivo de espécies forrageiras que melhor adaptam-se a estas condições é essencial para evitar perdas produtivas e financeiras em sistemas de produção de ruminantes, e neste sentido, a palma aparece como opção de alimento (MARQUES et al., 2017). A palma é uma forrageira adaptada às condições edafoclimáticas das regiões semiáridas por apresentar o metabolismo CAM (Metabolismo Ácido das Crassuláceas), fazendo a abertura dos estômatos essencialmente à noite, quando a temperatura ambiente apresenta-se reduzida, diminuindo as perdas de água por evapotranspiração. A eficiência no uso da

água faz com que a palma se adapte ao semiárido com desempenho superior a outras forrageiras (FERREIRA et al., 2008).

A palma apresenta elevada produtividade (podendo atingir mais de 10 toneladas de matéria seca/ha/ano) e é consumida por várias espécies animais. Suas utilizações variam desde o consumo *in natura*, até a produção de farelos ou adicionada a restos culturais, palhadas e subprodutos industriais compondo a dieta dos animais, principalmente no período de estiagem (SOARES e SILVA JÚNIOR, 2012).

O interesse pelo cultivo e o conhecimento dessa forrageira têm crescido muito nas duas últimas décadas por parte dos produtores rurais, consideravelmente aqueles que estão envolvidos com a pecuária leiteira. É um alimento rico em carboidratos não fibrosos, com alto teor de cinzas, além de ser fonte de água para os animais (MORAIS e VASCONCELOS, 2007). Nos períodos de seca, a palma, quando bem manejada, apresenta-se como reservatório de água aos animais, pois possui elevado teor de umidade, embora possua baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro, sendo necessário que a forrageira seja fornecida associada a outros volumosos e alimentos proteicos (FERREIRA, 2005).

Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da utilização da palma forrageira em associação a diferentes volumosos sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, balanço de nitrogênio, consumo de água, comportamento ingestivo dos animais e produção de leite de vacas F1 Holandês/Zebu em lactação.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cenário da bovinocultura leiteira

O rebanho leiteiro do Brasil compreende mais de 20 milhões de animais e é classificado como o segundo maior rebanho leiteiro mundial. Foi registrada no ano de 2016 uma produção de 33,62 bilhões de litros de leite (IBGE, 2017), porém ainda possui baixos índices de produtividade. Segundo pesquisadores da Embrapa (ZOCCAL et al., 2011), considerando que a população brasileira é constituída de 190,8 milhões de habitantes, a produção de leite teria que ser de 40 bilhões de litros para atender o consumo de 210 litros/habitante/ano, o que é recomendado pelo Ministério da Saúde.

A região do país classificada como maior produtora de leite é a região Sudeste, seguida das regiões sul, Centro-Oeste, Nordeste e Norte. Em Minas Gerais, a cadeia alimentar do leite é uma das atividades mais importantes e está presente em todas as regiões do Estado, onde inúmeras famílias vivem exclusivamente dessa atividade (ZOCCAL et al., 2011). No ranking das Unidades da Federação Brasileira (UFs), Minas Gerais continua liderando amplamente a aquisição de leite, com 26,7% da aquisição nacional, seguido por Rio Grande do Sul (13,6%) e Paraná (11,9%) (IBGE, 2017). A geografia da produção leiteira nesse estado indica índices de aumento de produção em áreas não tradicionais como a mesorregião norte do Estado.

Segundo Lima Jr. (2014), a produção de leite em Minas Gerais atualmente está mais presente nas regiões do Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba. A Zona da Mata e o Sul de Minas já foram mais importantes como regiões produtoras. Por uma série de razões, como o custo elevado da terra, a topografia acidentada e a mão de obra elevada, dentre outras, a produção migrou para a região do cerrado mineiro. O Norte, que faz parte da região da SUDENE, também tem produção limitada, principalmente em função da seca. O Vale do

Jequitinhonha, que também é seco, é uma região com poucos recursos produtivos. A região Leste tem uma boa produção, mas ainda pouco tecnicizada e de elevado número de pequenos produtores.

O Norte de Minas Gerais apresenta grande crescimento para essa atividade e possui microrregiões que apresentam índices de crescimento significativos como a de Pirapora (86%), Janaúba (64%) e Montes Claros (50%). Em 2015, na mesorregião, foram produzidos 311,371 milhões de litros de leite, o que representou 3,47% do total de leite produzido em Minas (IBGE, Pesquisa Pecuária Municipal, 2016).

2.2 Palma forrageira

A palma forrageira foi introduzida no Brasil na época da colonização do México pelos portugueses com o objetivo de hospedar a cochonilha do carmim [*Dactylopius coccus* (Homóptera, Dactylopiidae)] para produzir um corante natural, vermelho “carmim”. Sem sucesso, a palma foi posteriormente utilizada como planta ornamental e em seguida despertou a curiosidade de cultivá-la em larga escala e utilizá-la como forrageira para animais de produção (SANTOS, 2002).

No século XIX, a palma forrageira foi introduzida em Pernambuco. Inicialmente, o valor forrageiro da palma no Nordeste não foi reconhecido, só despertando interesse como forrageira em Pernambuco e Alagoas em 1902 (LIRA et al., 2006).

Após a seca de 1932 foram plantadas com o objetivo de exibir campos de demonstração. A partir dessa data, a cultura foi expandindo por meio de incentivos governamentais (LEITE, 2009).

A palma forrageira pertence ao reino vegetal; subreino Embriophyta; divisão Spermatophyta; subdivisão Angiospermae; classe Liliatae; família

Cactaceae; subfamília Opuntioideae; tribo Opuntiae; gênero *Opuntia* (Silva e Santos, 2006).

Existem 2.000 espécies pertencentes aos 178 gêneros de Palma forrageira. Entretanto dois destes, *Opuntia* e *Nopalea* são os mais utilizados como forrageiras. Desta forma, a classificação botânica seria: reino Vegetal, subreino Embryophita, divisão Angiospermae, ordem Opuntiales, classe Dicotinodelae, família Cactaceae, subfamília Opuntioideae, gênero *Opuntia*, subgênero *Playopuntia* e várias espécies importantes espécies de Palma forrageira mais cultivadas (MARQUES et al., 2017).

A palma gigante apresenta crescimento vertical, porte arborescente, média de 3 metros de altura, sua raquete pesa cerca de 1 kg, com até 50 cm de comprimento e forma sub-ovalada. É considerada a mais produtiva e mais resistente às regiões secas, no entanto, possui menor aceitabilidade e valor nutricional e é suscetível à cochonilha de carmim (SILVA e SANTOS, 2007).

A Gigante apresenta maior rusticidade comparada a cultivar Miúda (SANTOS et al., 2006), especialmente em condições de sequeiro. A cultivar Gigante é também conhecida como palma-graúda, palma-da-índia, palma-grande, palma-santa, palma-azedada e figo-da-índia. (ARAÚJO FILHO, 2000).

Em pesquisa realizada em Caruaru – PE, Santos et al. (2005), obtiveram produtividades médias de 362,89, 354,36 e 190,18 t MV/ha a cada 02 anos para as cultivares redonda, gigante e miúda, respectivamente, em espaçamentos de plantios 1,0m x 0,5m e produtividade de matéria seca média de 23,52, 28,88 e 20,64 t MS/ha a cada 02 anos.

Pesquisas realizadas no Texas-EUA, mostraram que durante quatro anos, a palma forrageira apresentou um nível de eficiência no uso da água de 162 kg de água.kg⁻¹ de matéria seca, eficiência superior as plantas C3 e C4, segundo medições feitas em nível de campo (HAN e FELKER, 1997).

A palma forrageira apresenta em média 64,66% de NDT, quantidade está bastante superior à maioria dos alimentos volumosos utilizados na ração animal na região semiárida (MELO, 2006).

Tosto et al. (2007) verificaram valores estimados de energia para a palma forrageira de 61,84% de nutrientes digestíveis totais; 2,65; 2,23; 1,36 e 0,79 Mcal/kg de energia digestível, energia metabolizável, energia líquida de manutenção e de produção, respectivamente.

2.3 Valor nutricional da palma forrageira

Segundo Ferreira et al. (2003), a composição química da palma forrageira varia de acordo com época do ano, idade e espécie, e independente do gênero ela apresenta baixos teores de matéria seca ($11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$), fibra em detergente ácido ($18,85 \pm 3,17\%$) e teor satisfatório de matéria mineral ($12,04 \pm 4,7\%$). Ramos et al. (2011) encontraram na palma forrageira Gigante matéria seca 9,15%, proteína bruta 4,5%, fibra em detergente neutro 27,53%, e carboidrato não fibroso 52,04%.

Para que ocorra o desenvolvimento de microrganismos ruminais responsáveis pela degradação da fração fibrosa da forragem, a dieta do animal deve conter no mínimo entre 7% de proteína bruta. Considerando esses aspectos, o conteúdo proteico da palma forrageira é considerado baixo (REIS et al., 2004). A palma é um alimento rico em energia prontamente disponível para fermentação microbiana e matéria mineral, mas comparada com outros alimentos volumosos apresenta baixos teores de fibra em detergente neutro e elevada digestibilidade da matéria seca. Esses aspectos devem ser levados em consideração quando da utilização da palma na alimentação de ruminantes. O seu uso de maneira indiscriminada tem provocado vários problemas, como

diarreia, queda no teor de gordura do leite, baixo consumo de matéria seca e perda de peso (FERREIRA, 2005).

Segundo Mertens (1997), o nível adequado de fibra é de extrema importância para o normal funcionamento do rúmen, ruminação, movimentação ruminal, homogeneização do conteúdo ruminal, secreção salivar e manutenção do teor de gordura do leite. Portanto, a escolha do volumoso a ser associado à palma forrageira deverá ser feita levando-se em conta, o equilíbrio entre carboidratos não-fibrosos e fibrosos e o aspecto financeiro. Em dietas com bagaço de cana (elevado teor de FDN e baixo em CNF), a proporção de palma forrageira poderá ser bem maior que, por exemplo, em dietas com silagem de milho. Da mesma forma, em dietas com maior nível de alimentos concentrados, menor proporção de palma deverá ser usada (VIEIRA, 2006).

Segundo Batista et al. (2003), somente 4,4% dos carboidratos da palma são indisponíveis e em torno de 59,5% são de rápida e mediana degradabilidade. A palma apresenta teor de amido (12,9%) relativamente alto para as forragens em geral. Esse alto percentual de carboidratos de rápida digestão proporciona aumento na atividade microbiana e na concentração de ácidos graxos voláteis (AGV) podendo resultar na queda do pH. A mucilagem é outro aspecto a ser considerado na palma, pois pode levar à produção de timpanismo espumoso e, conseqüentemente, pode reduzir a absorção dos AGV, resultando em abaixamento do pH, porém sem comprometimento na digestão dos nutrientes.

Bispo et al. (2007) avaliaram o efeito da substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) sobre o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes e das características ruminais de carneiros, em que a palma forrageira substituiu 0, 14, 28, 42 e 56% do feno de capim elefante na dieta. Observaram que o consumo de matéria seca (MS), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), e nutrientes digestíveis totais (NDT) aumentaram

linearmente com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. O consumo de água diminuiu linearmente e o de FDN apresentou efeito quadrático com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. Os coeficientes de digestibilidade aparente de EE, PB, CNF e FDN não foram influenciados, enquanto os de MS e CT aumentaram linearmente com a substituição do feno de capim-elefante por palma forrageira na dieta. O pH ruminal diminuiu linearmente, com variação de 6,46 a 6,24, para as dietas com 0 e 56% de palma forrageira, respectivamente. Segundo Hoover e Stokes (1991) ocorre queda na eficiência de síntese microbiana, com redução no pH de 6,5 para 5,5. Van Soest (1994) relatou que a degradação da fibra é prejudicada com pH abaixo de 6,2. Outro fator importante seria a taxa de passagem, que tenderia a aumentar com a inclusão de palma com o incremento dos teores de CNF, diminuindo o tempo de atuação dos microrganismos e, em consequência, a digestão da fibra. Neste caso, pode ter havido uma compensação, visto que a fibra da palma é bem mais digestível que a do capim-elefante.

Andrade et al. (2002) avaliaram o efeito de quatro níveis (0, 12, 24 e 36%) de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo, na ração de vacas da raça holandesa em lactação, sobre a digestibilidade dos nutrientes e os coeficientes de absorção aparente de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K) e sódio (Na). Constataram que a inclusão de palma forrageira na dieta influenciou a digestibilidade aparente de todos os nutrientes, sendo descrito por função quadrática. O aumento nos teores de CNF e a redução da FDN das rações foram responsáveis pelo comportamento quadrático na digestibilidade dos nutrientes. A redução na fração de fibra em detergente neutro (FDN) resultou em menor salivação, sendo considerado um importante fator para diminuição do pH ruminal (MERTENS, 2001), alterando a população microbiana, e diminuindo a digestibilidade dos nutrientes, evidenciando-se a importância do equilíbrio entre as concentrações de CNF e FDN da dieta. A digestibilidade da MS com a

inclusão de palma às dietas apresentou comportamento similar ao que poderia ocorrer com a presença de altos níveis de concentrado. Dietas contendo tais alimentos apresentaram elevadas frações de CNF e/ou CNE, à medida que os teores de FDN diminuíram. Estes dados, em parte, explicam a diminuição na digestibilidade, a partir de determinado nível desses compostos, visto que ambos CNF e CNE, por serem prontamente fermentáveis, quando em quantidades elevadas, comprometem a atividade microbiana.

Os teores de fósforo na palma forrageira, como na maioria das forragens tropicais, são considerados baixos, não fornecendo quantidades suficientes para o atendimento das exigências dos animais (GERMANO et al., 1991).

De acordo com Van Soest et al. (1991) e Allen e Grant (2000), o tipo e a quantidade de carboidratos presentes no alimento afetam a fermentação e a eficiência microbiana. Assim, visto que a palma é rica nestes compostos, são necessários mais estudos sobre esses carboidratos, pois este grupo compreende açúcares e amido (carboidratos não-estruturais), frutanas, beta glucanos e pectina (fibra solúvel em detergente neutro) e ácidos orgânicos, que podem resultar em diferentes padrões de fermentação ruminal, de acordo com a quantidade e o arranjo no alimento (HALL, 2001).

2.4 Utilização da palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras

A palma quando misturada aos demais ingredientes da dieta proporciona uma melhora no consumo de fibra, aumenta o consumo efetivo dos nutrientes, além de participar em até 40 a 50% da matéria seca da dieta dos bovinos (EMBRAPA, 2010). A digestibilidade da palma forrageira é superior a da silagem de milho, mas contém baixo teor de proteína bruta e de fibra (SOUZA et al., 2010). Sendo assim, torna-se necessário a realização de pesquisas referentes a estratégias alimentares com palma forrageira sobre o desempenho de vacas leiteiras.

Wanderley et al. (2002), trabalhando com vacas da raça holandesa em lactação, alimentadas com rações contendo diferentes níveis (0, 12, 24 e 36%) de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo, não constataram efeito significativo sobre produção de leite com ou sem correção para 3,5% de gordura, em kg/vaca/dia, mantendo uma média de produção de 25 kg/dia. O teor de gordura do leite foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$), sendo o teor máximo estimado em 4,08% com 20,51% de palma. Segundo Silva et al. (1997), esse aumento do teor de gordura pode ser explicado pelo fato da palma possuir altos níveis de carboidratos solúveis e pectina, sendo a pectina um carboidrato que, ao se comparar às fontes tradicionais de amido, proporciona melhor padrão de fermentação ruminal para manutenção da gordura do leite, com maior produção de ácido acético no rúmen.

Silva et al. (2007), avaliando o consumo, produção de leite e digestibilidade aparente de vacas holandesas em lactação, concluíram que a palma forrageira pode ser associada a alimentos volumosos, tais como: bagaço de cana-de-açúcar, feno de capim-tifton, feno de capim elefante ou silagem de sorgo, sem alterar o consumo de nutrientes, digestibilidade e a produção de leite, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e o teor de gordura do leite, com médias de 16,92 kg/dia, 17,57 kg/dia e 3,76%, respectivamente.

Cavalcanti et al. (2008), conduzindo experimento com vacas holandesas em lactação alimentadas com rações contendo níveis de 0; 12,5; 25,0; 37,5 ou 50% de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*) e ureia em substituição ao feno de capim-tifton, observaram que a produção de leite (PL) e a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG) aumentaram linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira e ureia na ração, sendo que com o máximo de inclusão de palma a PL foi de 20,50 (kg/dia) e PLCG foi de 20,96 (kg/dia), esse aumento ocorreu devido maior consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Sosa et al. (2005), em estudo com vacas holandesas em lactação, concluíram que o fornecimento de palma e a silagem de sorgo misturados promovem maior tempo de ruminação e mastigação. Quando a palma e o concentrado foram fornecidos em mistura, promoveram um menor consumo de fibra, com conseqüente diminuição do tempo de ruminação e mastigação, e conseqüentemente maior eficiência de ruminação.

Araújo et al. (2004) avaliaram o efeito da substituição do milho por palma forrageira sobre o desempenho de vacas mestiças em lactação. Os animais que receberam dietas com milho apresentaram maior produção de leite (15,24 kg/dia) devido maior ingestão de MS e NDT e não houve diferença na produção de leite corrigida para o teor de gordura entre as dietas com e sem adição do milho.

Em experimento conduzido por Pessoa et al. (2010) foram avaliados a produção e a composição do leite de vacas mestiças de baixa produção alimentadas com uma ração sem suplemento, composta de 67,4% de palma forrageira, 27,9% de bagaço de cana-de-açúcar in natura, 2,7% de mistura ureia:sulfato de amônio (9:1) e 2,0% de mistura mineral, em base da MS e dieta com suplemento composta por 62,7% de palma forrageira, 26,0% de bagaço de cana-de-açúcar, 2,5% de mistura ureia:sulfato de amônio, 1,9% de mistura mineral e 6,9% de suplemento à base de farelo de trigo, farelo de soja, farelo de algodão ou caroço de algodão e observaram que os suplementos proporcionaram desempenho semelhante para produção de leite com ou sem correção para o teor de gordura, sendo em média 7,0 e 7,4 kg/dia, respectivamente, e não observaram diferenças significativas entre os tratamentos para o teor de gordura no leite, que foi em média de 4,5%.

Magalhães et al. (2004) estudaram a inclusão de cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. Os tratamentos continham como base na matéria seca, 45% de

palma, cultivar gigante, associados a níveis crescentes de cama de frango (0, 10, 20 e 30%), tendo como substrato a casca de arroz, além de farelo de algodão e bagaço de cana-de-açúcar in natura. A partir de 14,60% de inclusão de cama de frango, houve menor consumo, provavelmente devido à redução da aceitabilidade ocasionada pelo cheiro característico. Observou-se também que as dietas com 10 e 20% de cama de frango apresentaram maior homogeneidade após a mistura dos componentes e observaram maior interesse dos animais. Por outro lado, a grande quantidade de bagaço de cana da dieta com 0% de cama de frango, não permitia boa homogeneidade e os animais eram capazes de selecionar, em maior intensidade, os componentes de sua preferência. Os autores observaram que a produção de leite corrigida (4%), o teor de gordura, a produção de gordura e a eficiência alimentar não foram alteradas significativamente pela inclusão de cama de frango na dieta. Contudo, apesar de ter havido consumos de PB e de NDT suficientes para produzir 15 litros/dia, a produção média foi de 12 litros/dia. Esses autores puderam concluir que a associação palma forrageira, bagaço de cana de açúcar e ureia, com inclusão de até 30% de cama de frango, pode ser alternativa viável para a produção de leite, porém, ressalta-se que, atualmente, o uso da cama de frango na alimentação de ruminantes está proibido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

As pesquisas relacionadas à palma forrageira fornecem ao produtor uma opção para a alimentação animal, nos períodos de escassez de forragem, ocasionado pela irregularidade de chuva, além de indicar a necessidade de se avaliar a palma forrageira associada a outros alimentos que possam corrigir suas deficiências nutricionais e evitando assim distúrbios metabólicos como a diarreia, ou melhorar a sua utilização (SILVA, 2006).

REFERÊNCIAS

ALLEN, D. M.; GRANT, R. J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.322-331, 2000.

ANDRADE, D. K. B; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; WANDERLEY, W. L.; SILVA, L. E.; CARVALHO, F. F. R.; ALVES, K. S.; MELO, W. S. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.31, n.5, p. 2088-2097, 2002.

ARAÚJO FILHO, J. T. de. **Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira** (*Opuntia ficus-indica* Mill.) Clone IPA-20. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2000, 78f. (Dissertação de Mestrado).

ARAÚJO P. R. B.; FERREIRA, M. A.; BRASIL, L. H. A.; SANTOS, D. C.; LIMA, R. M. B.; VÉRAS, A. S. C.; SANTOS, M. V. F.; BISPO, S. V.; AZEVEDO, M. Substituição do milho por palma forrageira em dietas completas para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1850-1857, 2004.

BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; McALLISTER, T. et al. Effects of variety on chemical composition, in situ nutrient disappearance and in vitro gas production of spineless cacti. **Journal Science and Food Agriculture**, v.83, n.3, v. 83, p.440-445, 2003.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007

CAVALCANTI C. V. A.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, M. C.; VÉRAS, A. S. C.; SILVA, F. M.; LIMA, L. E. Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim-tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, 2008.

EMBRAPA – EMBRAPA GADO DE LEITE. Estatísticas do Leite. Disponível em www.cnp.gl.embrapa.br. Acesso em 10/05/2010.

FERREIRA, C. A. Utilização de Técnicas Multivariadas na Avaliação da Divergência Genética entre Clones de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Recife, PE, v. 32, n. 6, p.1560-1568, 2003.

FERREIRA, M. A. **Palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: Gráfica Universitária, 2005. 68p

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: [s.n], 2008.

GERMANO, R. H. BARBOSA, H. P.; COSTA, R.G. et al. Avaliação da composição química e mineral de seis cactáceas do semi-árido paraibano. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28, 1991, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1991. p.3

HALL, M. B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149-159.

HAN, H. & FELKER, P. 2007. Field validation of water-use efficiency of the CAM plant *Opuntia ellisiana* in south Texas. **Journal of Arid Environments**, 36(1): 133-148.

HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630- 3634, 1991.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Pesquisa Pecuária Municipal. 2016. Disponível em: www.agricultura.mg.gov.br. Acesso em 13 de abril de 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário 2018. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br. Acesso em 13 de abril de 2018.

LEITE, M. L. M. **Avaliação de clones de palma forrageira submetidos a adubações e sistematização de informações em propriedades do semiárido paraibano**. 2009. 209 p. Dissertação (doutorado em zootecnia) – Universidade Federal da Paraíba.

LIMA JR., A. C. de S. Brasil Leiteiro de Sul a Norte - Minas Gerais. Milk Point, 2014. Disponível em: www.milkpoint.com.br/artigos/espaco-aberto/brasil-leiteiro-de-sul-a-norte-minas-gerais-90135n.aspx. Acesso em: 01 de Julho de 2014.

LIRA, M. A.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX JR, J. C. B.; FARIAS, I.; CUNHA, M. V.; SANTOS, D. C. Meio século de pesquisa com a palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) - ênfase em manejo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 16, 2006, Recife. **Anais...** Recife: Congresso Brasileiro de Zootecnia. 2006.

MAGALHÃES, M. C. S.; VÉRAS, A. S. C.; FERREIRA, M. A.; CARVALHO, F. F. R.; CECON, P. R.; MELO, J. N.; MELO, W. S.; PEREIRA, J. T. Inclusão de cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. I. consumo e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1897-1908, 2004.

MARQUES, O. F. C.; GOMES, L. S. P.; MOURTHÉ, M. H. F.; BRAZ, T. G. S.; NETO, O. S. P. Palma forrageira: cultivo e utilização na alimentação de bovinos. **Caderno Ciência Agraria**. v. 9, n. 1, p. 75-93, 2017 - ISSN 2447-6218.

MELO, A. A. S. Palma forrageira na alimentação de vacas leiteiras. 2006. Disponível em: www.abz.org.br/files.php?file=documentos/Airon_Melo...pdf. Acesso em: Nov/2011.

MERTENS, D. R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA / FAEP, 2001. p. 35 - 36.

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

MORAIS, D. A. E. F. & VASCONCELOS, A. M. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semi-árido brasileiro. **Revista Verde**. Mossoró, RN. v.2, n.1, p. 01-24 Janeiro/Julho de 2007.

NOCE, M. A., & NETO, J. A. F. A população rural do território da Serra Geral Minas Gerais. Camponeses ou agricultores familiares. **Revista IDEAS**, v. 9, n. 1, 2015.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. **Revista Brasileira de Geografia**, Rio de Janeiro, v. 34, n. 4, p. 3-28, 1972.

PESSOA, R. A. S.; LEÃO, M. I.; FERREIRA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; SANTOS, D. C.; SILVA, F. M.; BISPO, S. V. Desempenho leiteiro de vacas alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Científica de Produção Animal**, v.12, n.1, p.93-97, 2010.

RAMOS, J. P. F.; LEITE, M. L. M. V.; JUNIOR, S. O.; NASCIMENTO, J. P.; SANTOS, E. M. Crescimento vegetativo de *Opuntia ficus-indica* em diferentes espaçamentos de plantio. **Revista Caatinga**, v. 24, p. 41-48, 2011

REIS, R. A. BERTIPAGLIA, L. M. A.; FREITAS, D.; MELO, G. M. P.; BALSALOBRE, M. A. A. Suplementação proteica energética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. In: **Pecuária de corte intensiva nos trópicos**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 2004, v1, p. 171-226

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F. M.; WARUMBAY, J. F.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: IPA, 2002. 45p. (IPA. Documentos).

SANTOS, D. C.; CUNHA, M. V.; LIRA, M. A.; DUBEUX JR, J. C. B.; FREIRE, J. L.; PINTO, M. S. C.; SANTOS, D. C.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. Produtividade de clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) em Caruaru

- PE. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 10, 2005, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: ZOOTEC, 2005

SANTOS, D. C.; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F. dos; ARRUDA, G. P. de; COELHO, R. S. B. DIAS, F. M.; MELO, J. N. de. **Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*) em Pernambuco**. Recife: IPA, 2006. 48p. (IPA. Documentos, 30).

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária REDVET®**, ISSN 1695-7504, Vol. VII nº 10, Out. 2006.

SILVA, C. C. F.; SANTOS, L. C. Palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.8, n.05, p.1-11. 2007.

SILVA, M. F.; BATISTA, A. M. V.; ALMEIDA, O. C. Efeito da adição de capim elefante a dietas a base de palma forrageira sobre a fermentação ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p.140-142.

SOARES, J. C. & SILVA JÚNIOR, S. S. 2012. Palma forrageira: uma alternativa para sobrevivência no Semiárido. **Revista Cabra & Ovelha**. 34(72): 4-5.

SOSA, M. Y. **Efeitos de diferentes formas de fornecimento de dieta à base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio da lactação**. 2004. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

SOUZA, C. M. S., MEDEIROS, A. N., FURTADO, D. A., BATISTA, A. M. V., PIMENTA FILHO, E. C.; SILVA, D. S. Desempenho de ovelhas nativas em confinamento recebendo palma-forrageira na dieta na região do Semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Zootecnia**. 39(5): 1146-1156. 2010.

TOSTO, M. S. L.; ARAUJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; DANTAS, F. R.; MENEZES, D. R.; CHAGAS, E. C. O. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de

vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p.239-249, 2007.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. et al. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and mostarch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

VIEIRA, V. D. C. F. **Associação do bagaço de cana-de-Açúcar, palma forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas de novilhas da raça Holandesa**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

WANDERLEY, W.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VÉRAS, A. S. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; DIAS, A. M. A. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.273-281, 2002.

ZOCCAL, R.; ALVES, E. R.; GASQUES, J. G. Diagnóstico da Pecuária de Leite nacional. Embrapa, Gado de leite. 2011. Disponível em: <http://www.cnpqgl.embrapa.br/nova/Plano_Pecuario_2012.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2015.

O artigo a seguir está redigido conforme normas de publicação da *Tropical Animal Health and Production*, exceto a formatação das tabelas.

**Consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e desempenho de vacas
F1 Holandês/Zebu alimentadas com dietas contendo palma forrageira**

**Intake, digestibility, feeding behavior and performance of F1 Holstein/Zebu
cows fed with diets containing spineless cactus**

Lucas Daniell Alcântara Borges

Resumo

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma forrageira em associação a diferentes volumosos na dieta, sobre o consumo, digestibilidade de nutrientes, balanço de nitrogênio, comportamento ingestivo e desempenho de vacas F1 Holandês/Zebu. Foram utilizadas 08 vacas com 72 ± 11 dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 4 x 4 simultâneos, compostos, cada um, por quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo: Tratamento 1 – Dieta como volumoso a silagem de sorgo; Tratamento 2 – Dieta com 50% de silagem de sorgo e 50% de palma forrageira; Tratamento 3 – Dieta como volumoso o capim-elefante cv. Roxo; Tratamento 4 – Dieta com 50% de capim-elefante cv. Roxo e 50% de palma forrageira. A relação volumoso: concentrado, na matéria seca (MS) total da dieta, foi de 75:25. O consumo de matéria seca (CMS; $P = 0,01$) foi maior com a silagem de sorgo, sendo 24,5% superior às demais dietas, que não diferiram entre si (15,5 kg/dia). O consumo de proteína bruta variou (CPB; $P < 0,01$) de 1,4 kg/dia para a dieta com silagem de sorgo associado com palma forrageira a 2,13 kg/dia para dieta com capim-elefante. A inclusão de palma forrageira na dieta de vacas mestiças em lactação reduziu o consumo de água em 44,52% ($P < 0,01$). Houve variação sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS; $P = 0,01$) das dietas, sendo que a dieta a base de silagem de sorgo + palma forrageira apresentou coeficiente 12,65% superior à dieta à base de capim-elefante sem palma forrageira. As dietas não influenciaram a produção de leite ($P = 0,70$), produção de leite corrigida para 3.5% de gordura ($P = 0,72$), peso final ($P = 0,60$) e eficiência alimentar ($P = 0,61$), sendo as médias de 12,57 kg/dia, 14,30 kg/dia, 549,7 kg, e 0,79 kg de leite/kg de MS, respectivamente. A associação da palma forrageira com a silagem de sorgo ou capim-elefante não altera a produção de leite, reduz o consumo, melhora a digestibilidade e diminui o consumo de água.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, capim-elefante, escore de condição corporal, silagem de sorgo.

INTRODUÇÃO

A região semiárida do Brasil é caracterizada pela precipitação irregular, sazonalidade na produção de forragem e baixa disponibilidade hídrica, tornando a produção regular de alimentos o maior desafio para a produção de ruminantes (COSTA et al., 2009; FERREIRA et al., 2012; CARVALHO et al., 2017).

A alimentação animal, principalmente em sistemas semi-intensivo de produção de leite, representa um dos maiores custos na produção animal (KHAN et al., 2015; COSTA et al., 2016). No Brasil, o clima tropical favorece a produção de forragens, cujo uso geralmente custa menos em relação aos ingredientes concentrados (milho e farelo de soja) e, portanto, são sempre usados em proporções elevadas em dietas de ruminantes, muitas vezes acima de 40% (NICORY et al., 2015; SILVA et al., 2016).

O uso de plantas forrageiras e tecnologias adaptadas à região podem fazer da criação de vacas leiteiras uma atividade sustentável. Uma alternativa seria a utilização de uma fonte energética de menor custo e disponível na região (MELO et al., 2003). Nesse contexto, a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) apresenta-se como recurso alimentar importante e devido a sua adaptação às condições edafoclimáticas da região, tem sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, especialmente nos períodos de longas estiagens (FERREIRA et al., 2008). Neste sentido, a palma forrageira, independentemente do gênero (*Opuntia* e *Nopalea*), é considerada importante recurso alimentar, devido ao elevado teor de água, potencial de produção de massa (241,75 t/ha MV e 12,46 t/ha MS) e valor nutricional (destaque como fonte de energia), para ser utilizada na produção de ruminantes (NEFZAOU e BEN SALEM, 2001;

FERREIRA et al., 2012; COSTA et al., 2016), comparada com fontes volumosas tradicionais.

Alguns estudos avaliaram o uso da palma forrageira para ruminantes no Brasil e no mundo, sobretudo na produção de leite (COSTA et al., 2009; VILELA et al., 2010; MAHOUACHI et al., 2012; COSTA et al., 2016; LOPES et al., 2017). No entanto, existem lacunas quanto à utilização em dietas para vacas mestiças Holandês/Zebu, composição genética para produção de leite, e amplamente utilizada no Brasil (SANTOS et al., 2012).

O baixo teor de fibras na palma forrageira (FERREIRA et al., 2012; COSTA et al., 2016) tem sido apontado como limitante de seu uso como fonte exclusiva de volumoso para ruminantes, devido à ocorrência de distúrbios metabólicos, redução no teor de gordura no leite, redução no consumo de matéria seca e perda de peso corporal em vacas em lactação (FERREIRA et al., 2012). Dessa forma, Ben Salem et al. (2002) sugeriram a utilização de palma forrageira associada com outros volumosos tradicionais como silagens, fenos e capineiras em dietas para ruminantes, visando elevar o teor da fração fibrosa, reduzir a taxa de passagem da digesta no rúmen e o surgimento de distúrbios metabólicos nos animais.

Como hipótese, a inclusão de palma forrageira associada com outros volumosos na dieta de vacas F1 Holandês/Zebu, em lactação, modifica os níveis de energia na dieta alterando a ingestão e digestibilidade de nutrientes, o balanço de nitrogênio, o comportamento ingestivo e o desempenho produtivo dos animais. Portanto, o objetivo deste estudo foi comparar diferentes fontes de volumosos, silagem de sorgo ou capim-elefante cv. Roxo, associados ou não com a palma forrageira, em dietas de vacas F1 Holandês/Zebu em lactação, sob a ingestão e digestibilidade de nutrientes, balanço de nitrogênio, desempenho produtivo e comportamento alimentar.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi aprovado pela Comissão de Ética e Bem Estar Animal da Universidade Estadual de Montes Claros (Protocolo138/2017).

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Universidade Estadual de Montes Claros (Unimontes), Janaúba, Minas Gerais, Brasil (coordenadas geográficas: latitude 15°52'38" Sul, longitude 43°20'05" Oeste).

Animais, delineamento experimental, dieta e manejo

Foram utilizadas 08 vacas F1 Holandês/Zebu com 72 ± 11 dias de lactação ao início do experimento. O delineamento experimental foi em dois quadrados latinos 4x 4 simultâneos, compostos, cada um, por quatro animais, quatro tratamentos e quatro períodos experimentais. Foram utilizadas quatro dietas experimentais, sendo: Tratamento 1 – Dieta como volumoso a silagem de sorgo; Tratamento 2 – Dieta com 50% de silagem de sorgo e 50% de palma forrageira; Tratamento 3 – Dieta como volumoso o capim-elefante cv. Roxo; Tratamento 4 – Dieta com 50% de capim-elefante cv. Roxo e 50% de palma forrageira. A relação volumoso:concentrado, na matéria seca (MS) total da dieta, foi de 75:25.

O experimento teve duração de 72 dias, divididos em quatro períodos de 18 dias, sendo os primeiros 14 dias de cada período para adaptação dos animais às dietas e os quatro últimos dias para coleta de dados e amostras. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, e atender vacas com média de 550 kg de peso corporal e produção média de 15 kg de leite corrigido para 3,5 % de gordura/dia (NRC, 2001) e foram fornecidas para as vacas duas vezes ao dia, às 07h e às 14h, em sistema de dieta completa.

A ureia foi utilizada para correção dos teores de proteína bruta da fração volumosa das dietas (COSTA et al., 2016), sendo utilizado um único

concentrado nas quatro dietas experimentais. Para garantir a manutenção da relação volumoso:concentrado na MS total das dietas e que as mesmas fossem mantidas isoproteicas, os teores de MS e proteína bruta (PB) dos volumosos foram analisados semanalmente.

A palma forrageira utilizada foi à espécie *Opuntia ficus-indica* Mill, cv. Gigante, obtida na Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de Nova Porteirinha, no norte de Minas Gerais. O sorgo utilizado para produção da silagem foi o *Sorghum bicolor* (L.) Moench cv. Volumax. O capim elefante, *Pennisetum purpureum* Schum cv. Roxo de Botucatu foi obtido na Fazenda Experimental da Unimontes, manejado com irrigação e colhido com dois metros de altura. Os alimentos ofertados foram pesados diariamente e o fornecimento foi ajustado de forma que as sobras representassem 5% da quantidade de MS fornecida.

As vacas foram mantidas em baias individuais dotadas de cochos (1 metro linear) e bebedouros (capacidade de 200 litros). A ordenha foi realizada com ordenhadeira mecânica duas vezes ao dia, às 8h e às 15h, com a presença do bezerro para o estímulo a descida do leite e, imediatamente após a ordenha, os animais permaneceram com as vacas para mamada do leite residual.

Proporção de ingredientes e composição química das dietas experimentais

As amostras dos ingredientes fornecidos, das sobras e das fezes foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS; 934,01), matéria mineral (MM; 942,05), proteína bruta (PB; 955,04), e extrato etéreo (EE; 920,39) mensurados de acordo com a AOAC (1990). Os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, e fibra em detergente ácido foram determinados pelo método sequencial de Van Soest et al. (1991) usando enzima alfa amilase sem sulfito de sódio e os valores corrigidos

para cinzas e proteínas residual. A celulose foi solubilizada com ácido sulfúrico 72%, e o teor de lignina foi obtido por diferença de peso (DETMANN et al., 2012). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados conforme Sniffen et al. (1992) usando a fórmula $CNF = 100 - MM - EE - FDNcp - PB$. Os compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro e ácido foram estimados conforme Licitra et al. (1996).

A proporção dos ingredientes e a composição química das dietas e dos ingredientes utilizados durante o período experimental podem ser verificadas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 – Proporção dos ingredientes das dietas experimentais (g/kg de matéria seca) e composição química das dietas

Item	Dietas experimentais			
	Silagem de sorgo	Sil. Sorgo + palma	Capim-elefante	Capim-elefante + palma
Proporção dos ingredientes nas dietas (g/kg de matéria seca)				
Silagem de Sorgo	750,00	375,00	0,00	0,00
Capim-elefante	0,00	0,00	750,00	375,00
Palma forrageira	0,00	375,00	0,00	375,00
Milho triturado	170,10	170,10	170,10	170,10
Farelo de soja	71,20	71,20	71,20	71,20
Mistura mineral ¹	8,70	8,70	8,70	8,70
Composição química (g/kg de matéria seca)				
Matéria seca	474,10	380,70	381,90	334,60
Proteína bruta ³	111,70	111,80	114,90	112,20
Extrato etéreo	24,40	22,70	25,30	22,50
Carboidratos não fibrosos	253,50	406,8	200,90	391,70
FDNcp ²	523,90	381,20	568,90	404,30
Lignina	83,20	64,40	84,30	65,00

¹ Mistura Mineral, conteúdo por kg do produto: cálcio (128 g mínimo), fósforo (100 g mínimo), sódio (120 g mínimo), magnésio (15 g), enxofre (33 g), cobalto (135 mg), ferro (938 mg), iodo (160 mg), manganês (1800 mg), selênio (34 mg), zinco (5760 mg), flúor (1000 mg);

²FDNcp = Fibra detergente neutra corrigida para cinzas e proteínas;

³ Concentrações médias de Ureia / sulfato de amônio (9: 1) na matéria seca das frações volumosas das dietas: 7,20 g/kg (silagem de sorgo), 10,70 g/kg (silagem de sorgo associada à palma forrageira), 3,00 g/kg (capim-elefante), 6,00 g/kg (capim-elefante associada com palma forrageira).

Tabela 2 – Composição química dos ingredientes (g/kg de matéria seca) utilizados na formulação das dietas experimentais

Item	Capim Elefante	Silagem do sorgo	Palma Forrageira	Milho moído	Farelo de Soja
	(g/kg de matéria seca)				
Matéria Seca	200,9	332,0	83,0	901,5	900,1
Matéria Mineral	100,0	78,0	44,0	21,0	60,0
Matéria Orgânica	900,0	922,0	954,0	979,0	940,0
Proteína Bruta	80,30	65,5	48,0	92,0	469,0
Extrato Etéreo	15,0	15,5	11,0	43,0	58,8
Carboidratos Totais	774,8	852,6	897,0	844,0	412,2
Carboidratos não fibrosos	75,8	213,6	610,0	644,0	254,2
Fibra em detergente neutro	714,0	650,2	300,1	204,0	161,7
FDNcp ¹	699,0	639,0	287,0	200,0	158,0
Fibra em detergente ácido	462,0	389,0	190,2	59,0	112,2
Lignina	103,5	100,2	52,0	29,0	25,3

¹ FDNcp = Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas.

2.2 Mensurações e amostragem

O consumo de matéria seca (MS) foi calculado diariamente através da quantidade de alimentos fornecida subtraída as sobras. Durante os quatro últimos dias de cada período experimental, foram registradas as produções de leite (PL) por vaca. As produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura foram calculadas utilizando-se a equação proposta por Sklan et al. (1992).

As amostras de leite de cada animal foram coletadas duas vezes ao dia nos últimos quatro dias de cada período, sendo feito um *pool* das amostras do leite da ordenha da manhã e da tarde, proporcionalmente à quantidade produzida. Em frascos contendo o conservante Bronopol foram adicionados e homogeneizados 50 mL das amostras de leite, para posterior encaminhamento à

Clínica do Leite, setor do Departamento de Zootecnia, da Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', da Universidade de São Paulo, localizada em Piracicaba – SP, onde foram determinados os teores de gordura, proteína do leite, nitrogênio uréico do leite (NUL) pelo método infravermelho.

As amostras dos alimentos fornecidos, das sobras e das fezes foram recolhidas diariamente pela manhã e armazenadas em *freezer*. No final do experimento, foi feita uma amostra composta por animal, sendo pré-seca em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. As amostras foram moídas em moinho de facas com peneira com crivos de 1 mm de diâmetro, para análises químico-bromatológicas.

A estimativa da produção de matéria seca fecal foi feita empregando-se a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno. Amostras dos alimentos, das sobras e das fezes foram incubadas em 2 bovinos mestiços adultos, pesando 480 ±30 kg, idade média de 8 anos, fistulado no rúmen, durante 288 horas (DETMANN et al., 2012). O coeficiente de digestibilidade de todos os nutrientes foi calculado utilizando a seguinte equação: [quantidade ingerida– quantidade excretada nas fezes] / quantidade ingerida.

Para avaliação do peso corporal dos animais, ao início e final de cada período experimental, foi utilizada balança mecânica. Os escores de condição corporal (ECC) foram avaliados por um único técnico, ao início e final de cada período experimental, utilizando-se escala de 1 a 5 pontos com intervalos de 0,25 (FERGUSON et al., 1994).

Amostras *spot* de urina foram obtidas no 18º dia do período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação da manhã, durante micção espontânea. Alíquotas de 10 mL dessa amostra foram filtradas e diluídas imediatamente em 40 mL de H₂SO₄ a 0,036 N para posteriores análises de ureia e creatinina, conforme proposto por Oliveira et al. (2001).

Posteriormente, foram transferidas para tubos tipo Eppendorf e analisadas quanto aos teores de ureia e creatinina, pelo método colorimétrico, com uso de kits comerciais específicos. A quantificação do volume urinário diário de cada animal foi feita multiplicando-se o respectivo peso corporal pela quantidade de creatinina excretada diariamente e dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na amostra spot. Foi adotada a média 24,04 (mg/kg Peso Corporal) (Chizzotti et al., 2007) para obtenção da excreção diária total de creatinina.

No cálculo do balanço de compostos nitrogenados (BN), foram consideradas as quantidades de nitrogênio (g/dia) consumidas (N-ingerido) e excretadas nas fezes (N-fezes), na urina (N-urina) e no leite (N-leite). A eficiência de utilização do nitrogênio dietético foi calculada pela divisão da concentração de nitrogênio retido no leite pela ingestão de nitrogênio kg/dia (BRODERICK, 2003).

A conversão alimentar foi calculada dividindo-se o consumo de MS (kg/dia) pela produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (kg/dia). A eficiência alimentar foi calculada pela divisão da produção média de leite (kg/dia) pela ingestão de MS (kg/dia) (VALADARES FILHO et al., 2000).

Durante os dois últimos dias do período experimental (17° e 18° dia), as vacas foram submetidas à observação visual para avaliação do comportamento ingestivo. Durante a observação noturna das vacas, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, estabelecida três dias antes da avaliação do comportamento ingestivo para que os animais se adaptassem a essa condição. No primeiro dia foi realizada a observação visual de cada animal a cada 5 minutos, durante 24 horas, para determinação dos tempos despendidos com alimentação (TA), ruminação (TR) e ócio (TO), números de períodos de alimentação (NPA), ruminação (NPR) e ócio (NPO) e da duração dos períodos de alimentação

(DPA), ruminação (DPR) e ócio (DPO) de acordo com metodologia descrita por Mezzalira et al. (2011).

No dia subsequente, foram realizadas as contagens do número de mastigações meréricas/bolo ruminal e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, com a utilização de um cronômetro digital. Os valores do tempo despendido e do número de mastigações meréricas por bolo ruminal foram obtidos a partir das observações feitas durante a ruminação de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia (10 às 12 h; 13 às 15 h e 18 às 20 h) de acordo com metodologia descrita por Burger et al. (2000). Foram calculados os tempos de consumo de matéria seca (TCMS), consumo de fibra em detergente neutro (TCFDN), ruminação da matéria seca (RMS), ruminação da fibra em detergente neutro (RFDN), mastigação da matéria seca (MMS) e mastigação da fibra em detergente neutro (MFDN), dados em minutos/kg.

A eficiência de alimentação (EA), a eficiência de ruminação (ER), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (NM/dia), da matéria seca e da fibra em detergente neutro, foram obtidos segundo técnica descrita por Burger et al. (2000).

O consumo de água pelas vacas foi mensurado pela medição com régua graduada do nível de água consumida em cada bebedouro individual, sendo que cada centímetro foi equivalente a 2,52 litros de água.

A avaliação dos custos com concentrados, volumosos e dieta total foram calculadas multiplicando-se o consumo pelo respectivo valor de cada fração (calculado de acordo com sua composição e o preço de cada ingrediente) (RENNÓ et al., 2008). Os valores, por quilograma de matéria seca, dos ingredientes da dieta foram: silagem de sorgo R\$ 0,45, e concentrado R\$ 1,43 (Cepea/Esalq, 2018). A palma forrageira R\$ 0,40, e o capim-elefante R\$ 0,40 (valores obtidos no comércio local).

Análises estatísticas

Os dados foram submetidos à análise de variância usando o procedimento mixed do SAS, versão 9.0 (SAS Institute, Inc., Cary, NC, USA). O procedimento UNIVARIATE foi utilizado para detectar outliers ou valores influentes e examinar a normalidade dos resíduos. O consumo de nutrientes, digestibilidade, balanço de nitrogênio, variáveis comportamentais e a produção de leite foram analisados conforme o modelo:

$$Y_{k(ij)} = \mu + P_i + A_j + T_{k(ij)} + PI + e_{k(ij)}$$

Em que:

$Y_{k(ij)}$ = A observação referente ao tratamento “k”, dentro do período “i” e animal “j”;

μ = constante associada a todas as observações;

P_i = Efeito do período “i”, com $i = 1, 2, 3$ e 4 ;

A_j = Efeito animal “j”, com $j = 1, 2, 3$, e 4 ;

$T_{k(ij)}$ = Efeito do tratamento “k”, com “k” = $1, 2, 3$ e 4 ;

PI = Peso inicial como co-variável;

$e_{k(ij)}$ = erro experimental associado a todas as observações ($Y_{k(ij)}$), independente, que por hipótese tem distribuição normal com média zero e variância δ_2 .

Quando significativas pelo teste de F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo Teste de Tukey. Os valores médios foram considerados diferentes quando $P < 0,05$, e a tendência à diferença se $0,05 \leq P \leq 0,10$.

RESULTADOS

Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio

Houve diferença para o consumo de matéria seca (CMS; $P = 0,01$) entre as dietas, sendo o maior valor verificado com a silagem de sorgo que foi 19,95% superior às demais dietas, que não diferiram entre si (15,5 kg/dia). O consumo de proteína bruta variou (CPB; $P < 0,01$) de 1,4 kg/dia para a dieta com silagem de sorgo associado à palma forrageira a 2,13 kg/dia para dieta com capim-elefante (Tabela 3).

Tabela 3 - Consumo, coeficiente de digestibilidade de nutrientes e consumo de água por vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira

Item ^a	Dietas ^b				EPM ^c	P- valor ^d
	Silagem de Sorgo	Sil. Sorgo + Palma	Capim-Elefante	Capim-Elefante + Palma		
<i>Consumo</i>						
Matéria seca, kg/dia	19,43 a	15,91 b	15,84 b	14,91 b	0,85	0,01
Proteína bruta, kg/dia	1,77 b	1,40 c	2,13 a	1,62 bc	0,09	<0,01
Extrato etéreo, kg/dia	0,403 a	0,303 b	0,331 ab	0,293 b	0,02	0,02
CNF, kg/dia	5,51 b	6,84 a	2,88 c	5,71 ab	0,29	<0,01
FDNcp, kg/dia	9,94 a	6,27 b	8,96 a	6,17 b	0,43	<0,01
NDT, kg/dia	9,98 a	9,67 ab	7,66 b	8,34 ab	0,52	0,01
Matéria seca, % PC	3,44 a	2,92 ab	2,86 ab	2,78 b	0,15	0,02
Proteína bruta, % PC	0,316 b	0,257 b	0,386 a	0,303 b	0,02	<0,01
CNF, % PC	0,977 b	1,26 a	0,52 c	1,06 b	0,05	<0,01
FDNcp, % PC	1,76 a	1,15 b	1,62 a	1,15 b	0,08	<0,01
NDT, % PC	1,79 a	1,78 a	1,38 b	1,55 ab	0,08	<0,01
Água, Litros/dia	49,30 a	31,27 b	48,77 a	23,14 b	3,98	< 0,01
<i>Digestibilidade, %</i>						
Matéria seca	62,76 ab	68,39 a	55,74 b	58,66 ab	2,50	0,01
Proteína bruta	60,01 b	68,36 ab	73,26 a	70,33 a	2,45	0,01
Extrato etéreo	15,335 b	30,39 a	15,97 b	19,56 ab	3,35	0,02
CNF	62,26 ab	73,10 a	59,61 b	72,79 a	4,07	0,05
FDNcp	55,84 ab	57,61 a	48,75 b	49,48 ab	2,56	0,05
NDT	52,41 ab	61,19 a	49,11 b	56,45 ab	2,36	0,01

^a MS – Matéria seca; CNF – Carboidratos não fibrosos; FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; NDT – Nutrientes digestíveis totais; PC – Peso Corporal;

^b Silagem de sorgo; Silagem de sorgo associada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS); Capim-elefante *in natura* (*Pennisetum*

purpureum cv. Roxo de Botucatu); Capim-elefante associado à palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS);

^c EPM – Erro padrão da média;

^dP – Probabilidade.

As vacas alimentadas com dietas à base de silagem de sorgo como volumoso consumiram 0,100; 0,072 e 0,110 kg/dia de extrato etéreo (CEE; $P = 0,02$) a mais em relação aos animais que receberam silagem de sorgo associada com palma, capim-elefante e capim elefante associada com palma forrageira, que apresentaram médias de consumo de 0,303; 0,331; 0,293, respectivamente. O menor CEE (0,298 kg/dia) foi verificado nos animais que receberam palma forrageira associada ao capim-elefante na dieta.

A dieta a base de silagem de sorgo associada com palma forrageira possibilitou maior consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), 19,44%; 57,89% e 16,52% ($P < 0,01$), em relação aos animais alimentados com dietas contendo apenas silagem de sorgo, apenas capim-elefante e capim-elefante associado com palma forrageira, respectivamente. O menor CCNF (2,88 kg/dia) foi verificado nas vacas que receberam apenas capim-elefante como fonte de volumoso. Já o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp; $P < 0,01$) foi 34,18% inferior nas dietas contendo palma forrageira (6,22 kg/dia) em relação à média das dietas com silagem de sorgo, e capim-elefante exclusivos (9,45 kg/dia). O consumo de nutrientes digestíveis totais variou (CNDT; $P = 0,01$) de 9,98 kg/dia para a dieta com silagem de sorgo a 7,66 kg/dia na dieta com capim-elefante. Os consumos de matéria seca, proteína bruta, carboidrato não fibroso, fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína, e nutrientes digestíveis totais, expressos em porcentagem do peso corporal, também variaram em função das dietas ($P = 0,02$). A inclusão de palma forrageira na dieta de vacas mestiças em lactação reduziu o consumo de

água em 44,52% em relação aos animais alimentados com dietas a base de silagem de sorgo e capim-elefante, que não diferiram entre si ($P < 0,01$).

Houve variação sobre a digestibilidade da matéria seca (DMS; $P = 0,01$) das dietas, sendo que a dieta a base de silagem de sorgo + palma forrageira apresentou coeficiente 18,49% superior à dieta à base de capim-elefante sem palma forrageira. No entanto, a digestibilidade da proteína bruta (DPB; $P = 0,01$) foi 10,6% superior nas dietas a base capim-elefante exclusivo e capim-elefante associado com palma forrageira em relação às demais dietas (média de 64,18%). A dieta a base de silagem de sorgo associada com palma forrageira apresentou maior coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (DEE; $P = 0,02$) e nutrientes digestíveis totais (NDT; $P = 0,01$) em relação às demais dietas. Foi verificada tendência de maior digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF; $P = 0,05$) nas dietas a base de silagem de sorgo associada com palma forrageira e capim-elefante associado com palma forrageira (média de 72,94%), em relação às demais dietas (média de 60,9%). A dieta a base de capim-elefante exclusivo como fonte de volumoso tendeu a apresentar menor DCNF e da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas (DFDNcp), média de 59,61% e 48,75%, ($P = 0,05$), respectivamente. A DFDNcp da dieta silagem de sorgo associada com palma forrageira tendeu a ser 15,38% superior a dieta com capim-elefante como volumosos único.

As vacas que receberam capim-elefante como fonte exclusiva de volumoso na dieta apresentaram ingestão de nitrogênio 16,98%; 34,45% e 24,19% maiores que os animais alimentados com dietas a base silagem de sorgo, silagem de sorgo associada com palma forrageira e capim-elefante associado com palma forrageira, respectivamente ($P < 0,01$). Entretanto, o nitrogênio excretado no leite ($P = 0,46$) e na urina ($P = 0,37$) em g/dia, não foram influenciados pelo tipo de volumoso utilizado na formulação das dietas, sendo as médias de 74,93 g/dia e 15,49 g/dia, respectivamente (Tabela 4). Porém, foi

verificado que, em relação ao percentual do nitrogênio ingerido, as vacas que receberam silagem de sorgo associado com palma forrageira apresentaram maiores excreções de nitrogênio no leite em relação aos demais tratamentos ($P < 0,01$).

Tabela 4. Balanço e eficiência de utilização de nitrogênio em vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira

Item ^a	Dietas ^b				EPM ^c	P-valor ^d
	Silagem de Sorgo	Sil. Sorgo + Palma	Capim Elefante	Cap. Elefante + Palma		
N - ingerido, g/dia	283,92 b	224,17 d	342,01 a	259,27 c	4,64	<0,01
N - leite, g/dia	80,99 a	77,15 a	69,47 a	72,11 a	5,47	0,46
N - fezes, g/dia	104,78 a	71,67 b	91,41 ab	77,87 ab	8,37	0,05
N - urina, g/dia	21,95 a	14,40 a	10,92 a	14,71 a	4,41	0,37
N - retido, g/dia	76,20c	60,95c	170,21a	94,58b	103	<0,01
N - leite, % N ing.	28,83 b	35,02 a	20,50 c	28,04 b	1,50	<0,01
N - fezes, % N ing.	36,35 a	31,63 ab	26,73 b	29,66 b	2,57	0,09
N - urina, % N ing.	8,27 a	6,12 a	3,20 a	5,73 a	1,75	0,27
N - retido, % N ing.	26,53 c	27,21 c	49,55 a	36,55 b	2,12	<0,01
EUN	0,288 b	0,350 a	0,205 c	0,280 b	0,02	<0,01
NUU, mg/dL	21,89 a	23,38 a	21,27 a	20,77 a	0,76	0,11
NUL, mg/dL	12,45 b	10,97 b	16,07 a	11,90 b	0,81	<0,01

^a MS – Matéria seca; N – nitrogênio; EUN – eficiência de uso do nitrogênio; NUU – Nitrogênio ureico na urina; NUL – nitrogênio ureico no leite.

^b Silagem de sorgo; Silagem de sorgo associada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS); Capim elefante *in natura* (*Pennisetum purpureum* cv. Roxo de Botucatu); Capim elefante associado com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS).

^c EPM – Erro padrão da média.

^dP – Probabilidade.

Houve tendência de maior perda de nitrogênio nas fezes das vacas alimentadas com silagem de sorgo na dieta ($P = 0,05$) em relação demais dietas. Essa perda representou 19,28% do nitrogênio ingerido que também tendeu a ser superior ($P = 0,09$) aos demais tratamentos que apresentaram média de 29,34% do nitrogênio ingerido. Conseqüentemente, o balanço de nitrogênio, ou nitrogênio retido foi 55,23% e 35,55% inferiores nos animais tratados com silagem de sorgo exclusiva e silagem de sorgo associada com palma forrageira em relação às dietas formuladas com capim-elefante e capim-elefante associada com palma forrageira, respectivamente ($P < 0,01$). Vacas alimentadas com capim-elefante como volumoso único reteram 75,63 g/dia de nitrogênio ou 44,43 % ($P < 0,01$) a mais quando comparadas com os animais que receberam capim-elefante associada com palma forrageira.

Mesmo ingerindo menor quantidade nitrogênio (224,17 g/dia), as vacas alimentadas com silagem de sorgo associada com palma forrageira apresentaram melhor eficiência de uso do nitrogênio (EUN; $P < 0,01$), média de 0,350. Embora verificada maior ingestão de nitrogênio nos animais que receberam capim-elefante como fonte de volumoso na dieta, foi observada menor EUN (0,205) nesses animais. A EUN nos animais que receberam silagem de sorgo, e capim-elefante associado com palma foi semelhante com média 0,284.

Não houve diferença entre as dietas para a concentração de nitrogênio ureico na urina (NUU; $P = 0,11$), sendo a média de 21,82 mg/dL. No entanto, os animais que receberam dietas a base de capim-elefante apresentaram concentração de nitrogênio ureico no leite 26,74% superior aos animais que receberam as demais dietas (média de 11,77 mg/dL).

Comportamento ingestivo

As vacas alimentadas apenas com capim-elefante como fonte de volumoso gastaram, em média, 54 minutos (0,9 hora/dia) a mais de tempo de alimentação (TA; $P = 0,01$) em relação aos demais animais dos outros tratamentos (média de 5,22 horas/dia; Tabela 5).

Tabela 5. Comportamento ingestivo de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira

Item	Dietas ^a				EPM ^b	P-valor ^c
	Silagem de Sorgo	Sil. Sorgo + Palma	Capim Elefante	Cap. Elefante + Palma		
Tempo de alimentação, hora/dia	5,27 b	5,00 b	6,14 a	5,41 ab	0,22	0,01
Tempo de ruminação, hora/dia	9,21 a	6,45 b	8,68 a	6,62 b	0,27	<0,01
Tempo de ócio, hora/dia	9,51 b	12,54 a	9,16 b	11,95 a	0,36	<0,01
Períodos de alimentação	6,50	6,50	6,50	7,12	0,71	0,41
Períodos de ruminação	15,12	14,37	13,25	14,12	0,66	0,28
Períodos de ócio	18,25	19,37	17,00	19,25	1,08	0,40
Duração do período de alimentação, min./período	55,17 ab	40,49 b	63,92 a	48,96 ab	6,16	0,08
Duração do período de ruminação, min./período	37,01 ab	37,01 ab	40,49 a	28,53 b	2,51	<0,01
Duração do período de ócio, min./período	31,39 b	39,56 a	32,64 b	38,33 a	2,15	0,03

^a Silagem de sorgo; Silagem de sorgo associada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da matéria seca); Capim elefante *in natura* (*Pennisetumpurpureum* cv. Roxo de botucatu); Capim elefante associado com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da matéria seca)

^b EPM – Erro padrão da média

^c P – Probabilidade

Todavia, o tempo de ruminação ($P < 0,01$) e de ócio ($P < 0,01$) desses animais não diferiu daqueles que receberam apenas silagem de sorgo, sendo as médias de 8,94 horas/dia e 9,33 horas/dia, respectivamente. Os animais

alimentados com palma forrageira, independente do volumoso associado, apresentaram menor tempo dispendido para ruminação (6,53 horas) e, conseqüentemente, 2,91 horas/dia a mais em ócio, em relação aos demais animais.

O número de períodos de alimentação ($P = 0,41$), ruminação ($P = 0,28$) e ócio ($P = 0,40$) não variaram em função das dietas, sendo as médias de 6,65 horas/dia, 14,21 horas/dia e 18,46 horas/dia, respectivamente. Houve tendência ($P = 0,08$) dos animais que receberam capim-elefante na dieta apresentarem maior duração do período de alimentação, 63,92 minutos/período, sendo este, 11,85 minutos/período e 23,43 minutos/período, a mais em relação aos animais que alimentaram apenas com silagem de sorgo como volumoso e silagem de sorgo associada com palma forrageira, respectivamente. As vacas que receberam a dieta a base de capim-elefante também apresentaram maior duração do período de ruminação ($P < 0,01$), sendo este 18,44% superior aos demais tratamentos que apresentaram média de 34,18 minutos/períodos de ruminação. Vacas em lactação alimentadas com silagem de sorgo associada com palma forrageira apresentaram menor tempo de duração dos períodos de ruminação em comparação aos demais animais que receberam as demais dietas. Também foi verificada que os animais que receberam palma forrageira na dieta apresentaram duração do período de ócio 6,93 minutos/período a mais em relação aos animais alimentados com apenas silagem de sorgo e/ou capim-elefante como fonte de volumoso (média de 32,01 minutos/período de ócio; $P = 0,03$).

Vacas alimentadas com silagem de sorgo dispenderam maior tempo para mastigação ($P < 0,01$) e maior número de mastigações ($P = 0,03$) em relação aos animais que consumiram capim-elefante com palma (Tabela 6).

Tabela 6. Variáveis comportamentais de vacas F1 Holandês/Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira

Item ^a	Dietas ^b				EPM ^c	P-valor ^d
	Silagem de Sorgo	Sil. Sorgo + Palma	Capim Elefante	Capim Elefante + Palma		
Tempo de mastigação, bolo	62,01 a	53,88 ab	54,10 ab	51,47 b	2,19	0,01
Número de mastigações, bolo	62,90 a	52,45 ab	54,09 ab	51,23 b	2,74	0,03
Número de mastigações, minutos	59,21 b	61,82 a	60,20 ab	60,16 ab	0,53	0,02
Número de bolos ruminados	545,53 a	452,69 b	582,96 a	472,95 b	10,32	< 0,01
Número de mastigações diárias	33962 a	22620 b	31224 a	23829 b	738	< 0,01
Tempo de mastigação total, hora	14,48 a	11,45 b	14,83 a	12,04 b	0,36	< 0,01
Eficiência alimentar da MS, g/hora	3748 a	3297 a	2592 b	2762 b	133	< 0,01
Eficiência alimentar da FDNcp, g/hora	12128 a	8104 b	11421 a	9807 b	646	< 0,01
Eficiência da ruminação da MS, g/hora	2115 b	2531 a	1819 c	2269 b	58	< 0,01
Eficiência da ruminação da FDNcp, g/hora	7007 ab	6384 b	7997 a	8000 a	277	< 0,01
Consumo de MS, min/kg	16,75 c	19,70 bc	24,54 a	22,35 ab	0,98	< 0,01
Consumo de FDNcp, min/kg	32,79 b	54,01 a	43,59 ab	54,03 a	3,93	< 0,01
Ruminação da MS, min/kg	28,55 b	23,96 c	34,55 a	27,47 bc	1,03	< 0,01
Ruminação da FDNcp, min/kg	55,77 a	65,46 a	61,43 a	66,40 a	4,14	0,28
Mastigação da MS, min/kg	45,30 bc	43,67 c	59,09 a	49,82 b	1,33	< 0,01
Mastigação da FDNcp, min/kg	88,57 b	119,47 a	105,03 ab	120,44 a	7,18	0,02

^a MS – Teor de matéria seca; FDNcp – Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas;

^b Silagem de sorgo; Silagem de sorgo associada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da matéria seca); Capim elefante *in natura*

(*Pennisetum purpureum* cv. Roxo de Botucatu); Capim elefante associado com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da matéria seca);

^c EPM – Erro padrão da média;

^d P – Probabilidade.

O número de bolos ruminados, número mastigação merísticas/dia e o tempo de mastigação total ($P < 0,01$) foram menores nas dietas com palma forrageira. A eficiência alimentar da matéria seca ($P < 0,01$), em g/hora, foi superior nas dietas com silagem de sorgo. Enquanto a eficiência alimentar da FDNcp ($P < 0,01$) foram inferiores com as dietas que continham palma.

A eficiência da ruminação da matéria seca variou ($P < 0,01$) de 2531 g/hora na dieta silagem de sorgo + palma, com maior valor, a 1819 g/hora na dieta capim elefante, de menor valor. A eficiência da ruminação da FDNcp variou ($P < 0,01$), sendo que, nas dietas contendo silagem de sorgo os valores foram menores. O consumo de matéria seca variou ($P < 0,01$) de 24,54 minutos/kg, na dieta com capim-elefante a 16,75 minutos/kg na dieta com silagem de sorgo. Para o consumo de FDNcp em minutos/kg ($P < 0,01$), as dietas com inclusão de palma apresentaram maiores valores em relação à dieta com apenas silagem. A ruminação da matéria seca em minutos/kg variou ($P < 0,01$) de 34,55 minutos/kg na dieta com capim-elefante a 23,96 minutos/kg na dieta com silagem de sorgo + palma. Já a ruminação da FDNcp não foi influenciada pelas dietas. Na mastigação da matéria seca ($P < 0,01$), as dietas com capim-elefante apresentaram maiores valores sobre as dietas com silagem de sorgo. Para mastigação da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína ($P = 0,02$), a dieta com silagem de sorgo apresentou 88,57 minuto/kg, sendo este o menor valor, e as dietas com inclusão de palma obtiveram os maiores valores, com média de 119,95 minutos/kg.

Desempenho

As diferentes estratégias de dietas não influenciaram a produção de leite ($P = 0,70$), produção de leite corrigida para 3,5% de gordura ($P = 0,72$), peso final ($P = 0,60$), conversão alimentar ($P = 0,79$) e eficiência alimentar ($P = 0,61$) de vacas F1 Holandês/Zebu em lactação, sendo as médias de 12,57 kg/dia, 14,30 kg/dia, 549,75 kg, 1,21 kg de MS/kg de leite e 0,79 kg de leite/kg de MS, respectivamente (Tabela 7).

Tabela 7. Desempenho produtivo e eficiência alimentar de vacas F1 Holandês x Zebu alimentadas com diferentes dietas contendo ou não palma forrageira

Item ^a	Dietas ^b				EPM ^c	P-valor ^d
	Silagem de Sorgo	Sil. Sorgo + Palma	Capim Elefante	Cap. Elefante + Palma		
Produção de leite, kg/dia	13,62	12,27	12,09	12,33	1,02	0,70
Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, kg/dia	15,31	14,48	13,47	13,97	1,17	0,72
Peso final, kg	565	544	556	534	16,88	0,60
Escore de condição corporal final	3,1 a	2,7 ab	2,8 ab	2,6 b	0,10	0,01
Diferencial de escore	0,3 a	0,1 ab	-0,2 b	-0,2 b	0,10	< 0,01
Conversão alimentar, kg de MS/ kg de leite	1,34	1,15	1,21	1,15	0,16	0,79
Eficiência alimentar, kg de leite/ kg de MS	0,723	0,808	0,778	0,860	0,07	0,61
Custo alimentar, R\$/dia	13,50	10,76	10,40	9,80	0,31	-

^a MS – Teor de matéria seca;

^b Silagem de sorgo; Silagem de sorgo associada com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS); Capim elefante *in natura* (*Pennisetum purpureum* cv. Roxo de Botucatu); Capim elefante associado com palma forrageira (*Opuntia ficus indica* cv. Gigante; 50% da MS);

^c EPM – Erro padrão da média;

^dP – Probabilidade.

O escore de condição corporal final variou ($P = 0,01$) de 3,1 na dieta com silagem de sorgo a 2,6 na dieta com capim elefante + palma forrageira. O diferencial de escore corporal também variou ($P < 0,01$), sendo que nas dietas contendo silagem de sorgo houve aumento do escore e nas dietas contendo capim elefante diminuição do escore corporal das vacas.

O custo alimentar das dietas com inclusão da palma forrageira a silagem de sorgo e ao capim elefante foram menores, variando de R\$ 2,74 na dieta de silagem com palma, a R\$ 0,60 na dieta capim com palma.

DISCUSSÃO

O maior teor de matéria seca da dieta com silagem de sorgo em relação às demais dietas justifica o maior consumo de matéria seca das vacas desse tratamento. A maior digestibilidade da matéria seca da dieta silagem de sorgo associada à palma em relação apenas à dieta com capim-elefante exclusivo, possivelmente ocorreu devido à menor degradabilidade ruminal do capim comparado à silagem. Além disso, a inclusão da palma forrageira diminuiu o teor de FDN das dietas, influenciando assim a digestibilidade das mesmas. Segundo Muniz et al. (2011), a palma forrageira, diferente de outras forragens, apresenta alta taxa de digestão ruminal, sendo a matéria seca degradada extensa e rapidamente, favorecendo maior taxa de passagem e, conseqüentemente, consumo semelhante ao dos concentrados.

O maior consumo de proteína bruta na dieta com capim-elefante, mesmo as dietas sendo formuladas para ser isoproteicas, pode ser explicado pela maior seletividade das vacas nessa dieta, tendo em vista o maior tamanho de partícula do capim-elefante em relação à silagem de sorgo. Aguiar et al (2015)

verificaram que o consumo de proteína bruta reduziu com a inclusão de palma forrageira na dieta, sendo que o consumo oscilou de 1,25 a 0,62 kg/dia, correspondente aos tratamentos de 0 a 600 g/kg de palma forrageira na dieta. A maior digestibilidade da proteína bruta nas dietas com capim-elefante pode ser relacionada ao maior consumo desse nutriente e, possivelmente, à maior degradabilidade da proteína dessa forrageira em relação à silagem de sorgo. Segundo Andrade e Gomide (1971); Santos et al. (2001), o intervalo de corte é fator importante para a variação da composição química da forragem. Esses autores verificaram redução de mais de 50% no teor de proteína bruta, entretanto com elevação pouco significativa no teor de carboidratos solúveis no capim elefante cortado em intervalos de 56 e 84 dias. Gonçalves e Costa (1997), trabalhando com a cultivar Cameroon, também cortada aos 56 e 84 dias, observaram variação menor no teor de proteína bruta, com médias em torno de 9,36 e 7,13%, respectivamente.

O maior consumo e a maior digestibilidade de carboidratos não fibrosos com a inclusão da palma nas dietas das vacas são decorrentes da maior participação desse componente nesta forrageira. De acordo com Ferreira (2005), os carboidratos não fibrosos que formam a maior fração dos carboidratos totais da palma forrageira são facilmente fermentados no rúmen. Outro fator importante seria a taxa de passagem, que tende a aumentar com a inclusão de palma com o incremento dos teores de CNF, diminuindo o tempo de atuação dos microrganismos e, em consequência, a digestão da fibra. Neste caso, pode ter havido uma compensação, visto que a fibra da palma é bem mais digestível que a do capim-elefante e da silagem (Bispo et al., 2007). Conforme pode ser verificado nas tabelas 1 e 2, a inclusão da palma diminuiu substancialmente os teores de lignina nas dietas com silagem ou capim. O baixo teor de FDN na palma forrageira reduziu o consumo de FDN, entretanto, a digestibilidade da FDN aumentou, especialmente, na associação silagem + palma.

A inclusão de palma forrageira nas dietas possibilitou consumo de NDT semelhante à dieta com apenas silagem, apesar do maior consumo de matéria seca desta dieta em relação às demais, o que é justificado pela maior digestibilidade da palma forrageira, tendo em vista ao maior teor de carboidratos não fibrosos.

O menor consumo de água *in natura* com as dietas com palma é um aspecto relevante, principalmente, em situações de restrição hídrica. A baixa ingestão de água pelas ovelhas alimentadas com dietas à base de palma também foram verificadas por Sirohi et al. (1997) e Gebremariam et al. (2006).

O maior valor de nitrogênio retido com a dieta à base de capim-elefante como volumoso exclusivo é justificado pelo maior consumo de nitrogênio com esta dieta, entretanto, a eficiência de utilização do nitrogênio dietético foi mais baixa e o NUL mais alto. Estes resultados sugerem que a inclusão da palma forrageira, como fonte de CNF, aumentou a disponibilidade de energia para síntese microbiana e, conseqüentemente, melhorou a aproveitamento do nitrogênio dietético. Segundo Doska et al. (2010), o valor médio de NUL em um rebanho leiteiro, em condições brasileiras, deve estar entre 10 e 14mg/dL, sendo que valores médios acima de 14mg/dL indicariam deficiência na fermentação de carboidratos não fibrosos, excesso de proteína na dieta e/ou desequilíbrio entre as disponibilidades de energia e nitrogênio. Somente a dieta com capim-elefante apresentou valor acima do limite citado acima (16,07 mg/dL), o que é explicado pelo menor consumo de carboidratos não fibrosos, e maior consumo de proteína bruta.

O maior tempo de alimentação na dieta com capim-elefante é justificado pelo maior teor de fibra e maior tamanho da partícula do capim. Já o menor tempo de ruminação com a inclusão da palma forrageira é devido ao alto teor de carboidratos não fibrosos (pectina e ácidos orgânicos), de alta fermentação, aumentando a taxa de passagem e diminuindo o tempo ruminação, influenciando

diretamente na duração do período de ruminação e aumento do tempo em ócio. Esta mudança de comportamento pode favorecer a eficiência produtiva do animal, com a diminuição das exigências de manutenção, especialmente, quando a temperatura ambiente é elevada.

Os menores teores de MS e FDN das dietas que continham palma, além da maior digestibilidade desta forrageira em relação às demais avaliadas, influenciaram as características da ruminação das vacas, diminuindo o número de bolos ruminados e número de mastigações por bolo. A maior eficiência de alimentação da MS em g/hora com as dietas que continham silagem é explicada pelo maior consumo de MS, além do maior teor de MS da silagem de sorgo. Já a eficiência de alimentação da FDN em g/hora foi menor nas dietas com palma em função dos menores teores de FDN nestas dietas. Por outro lado, a inclusão de palma forrageira favoreceu a eficiência de ruminação da MS devido a maior diminuição proporcional do tempo de ruminação. A maior eficiência de ruminação da FDN com as dietas à base de capim são justificadas, principalmente, pelo maior teor de FDN, além da menor digestibilidade e características físicas desta forrageira.

Apesar das diferenças no consumo e digestibilidade das dietas com ou sem palma forrageira, a produção de leite, a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e a eficiência alimentar foram semelhantes, o que também foi verificado por Wanderley et al. (2002), que trabalharam com vacas da raça holandesa em lactação, alimentadas com rações contendo diferentes níveis (0, 12, 24 e 36%) de palma forrageira em substituição à silagem de sorgo e não constataram efeito significativo sobre produção de leite com ou sem correção para 3,5% de gordura, mantendo uma média de produção de 25 kg/dia. Entretanto, em associação ao capim-elefante, a dieta com palma implicou em perda de peso e condição corporal das vacas, certamente, em decorrência do menor consumo e teor de MS da dieta com capim em relação à dieta com

silagem. Ramos et al. (2015) observaram quando utilizando palma forrageira em substituição da silagem de sorgo e feno de maniçoba, que as vacas mantiveram a produção de leite, apesar do menor consumo de NDT quando utilizado o feno de maniçoba. Para compensar o déficit no consumo de NDT e manter a produção de leite, as vacas provavelmente mobilizaram reservas corporais para atendimento das exigências de energia.

O custo das dietas com a inclusão de palma forrageira foi satisfatório apresentando uma redução de 20,3% na dieta silagem com palma em relação à dieta com apenas silagem, e de 5,77% na dieta capim com palma em relação à dieta com somente capim. Aguiar et al. (2015) também verificaram diminuição dos custos com a inclusão de palma, sendo que na dieta sem palma forrageira o custo com alimentação representou 74% do custo total. Nas dietas com palma forrageira, o custo decresceu com o aumento do teor da palma e variou de 71% a 65% do custo total com o teor 20 a 60 % de palma forrageira na dieta. Smith (2003) recomenda custo operacional inferior a 65% da renda bruta e esse índice foi obtido, apenas na dieta com 60% de palma forrageira.

CONCLUSÃO

A associação da palma forrageira com silagem de sorgo ou com capim-elefante *in natura* não altera a produção de leite, reduz o consumo, melhora a digestibilidade e diminui o consumo de água. Em associação com o capim-elefante implica redução no escore de condição corporal.

Declaração de conflito de interesse

Declaramos que não existe conflito de interesses neste projeto.

AGRADECIMENTOS

À FAPEMIG, CAPES e CNPq, pelo auxílio com bolsas de estudo/pesquisa; à EPAMIG – Nova Porteirinha; e ao INCT - Ciência Animal.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR, M. do S. M. A.; SILVA, F. F.; DONATO, S. L. R.; RODRIGUES, E. S de O.; COSTA, L.T.; MATEUS, R.G.; SOUZA, D. R.; SILVA, V. L., 2015. Forage cactus in diets of confined dairy cattle: performance and economic viability. **Semina: Ciências Agrárias**, 36, 1013-1030.
- ANDRADE, I.F.; GOMIDE, J.A. 1971. Growth curve and nutritive value of elephant grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.) Taiwan A-146. R. Ceres, (18):431-47.
- ASSOCIATION OF ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, 1990. **Official Methods of Analysis**, 12 ed. AOAC, Washington, D.C 1094 p.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. 2002. Supplementing spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. inermis) based diets with urea-treated Straw or oldman saltbush (*Atriplex nummularia*). Effects on intake, digestion and sheep growth. **Journal Agric. Sci.**, 13, 85–92.
- BISPO, S.V.; FERREIRA, M DE A.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V.; PESSOA, R. A. S.; BLEUEL, M. P. Spineless cactus in replacement of elephantgrass hay. Effect on intake, apparent digestibility and ruminal fermentation characteristics in sheep. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 6. Viçosa. 2007.
- BRODERICK, G. A. Effects of varying dietary protein and energy levels on the production of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 86, 1370-1381. 2003.
- BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; SILVA, J. F. C.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A.D.P. Ingestive behavior in Dutch calves fed diets containing different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, 236-242. 2000.

CARVALHO, G. G. P.; REBOUÇAS, R. A.; CAMPOS, F. S.; SANTOS, E.M.; ARAÚJO, G. G. L.; GOIS, G. C.; OLIVEIRA, J. S.; OLIVEIRA, R.L.; RUFINO, L.M.A., AZEVEDO, J. A. G.; CIRNE, L. G. A. Intake, digestibility, performance, and feeding behavior of lambs fed diets containing silages of different tropical forage species. **Animal Feed Science and Technology**. 228, 140–148. 2017.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumption, digestibility and excretion of urea and purine derivatives in cows of different levels of milk production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 36, 138-146. 2007.

COSTA, C. T. F.; FERREIRA, M. A.; CAMPOS, J. M. S.; GUIM, A.; SILVA, J. L.; SIQUEIRA, M. C. B.; BARROS, L. J. A.; SIQUEIRA, T. D. Q. Intake, total and partial digestibility of nutrients, and ruminal kinetics in crossbreed steers fed with multiple supplements containing spineless cactus enriched with urea. **Livestock Science**, 188, 55-60. 2016.

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

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C.; QUEIROZ, A. C.; BERCHIELLI, T. T.; SALIBA, E. O. S.; CABRAL, L. S.; PINA, D. S.; LADEIRA, M. M.; AZEVEDO, J. A. G. **Methods for food analysis**. Visconde do Rio Branco. Suprema, 214p. 2012.

DOSKA, M. C.; SILVA, D. F. F. DA; HORST, S. A.; VALOTTO, A. A.; ROSSI JUNIOR, P.; ALMEIDA, R. de. Sources of variation in milk urea nitrogen in Paraná dairy cows. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 41, 692-697. 2012.

FERGUSON, J. D.; GALLIGAN, D. T.; THOMSEN, N. Principal descriptors of body condition score in Holstein cows. **J. Dairy Sci.** 77, 2695-2703. 1994.

FERREIRA, M. A. **Feeding palm for dairy cattle feed**. Gráfica Universitária, Recife 68p. 2005.

FERREIRA, M. A.; BISPO, S. V.; ROCHA FILHO, R. R.; URBANO, S. A.; COSTA, C.T.F. The use of cactus as forage for dairy cows in semi-arid regions of Brazil. In: **Petrkon valina**.(Org.), Organic Farming and Food Production. InTech, South Bohemia, pp. 1-22. 2012.

FERREIRA, M. A.; PESSOA, R. A. S.; SILVA, F. M. Use of forage palm in ruminant feeding. In: **Congresso Brasileiro de Nutrição Animal**, Fortaleza. 2008.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Anim. Feed Sci. Technol.** 131, 41-52. 2006.

GONÇALVES, C. A.; COSTA, N. L. Growth curve of elephantgrass cv. Cameroon in the Cerrados of Rondônia. Porto Velho: EMBRAPA. 7p. (Comunicado Técnico, n. 48). 1997.

KHAN, M. I.; JO, C.; TARIQ, M.R. Meat flavor precursors and factors influencing flavor precursors – a systematic review. **Meat Sci.** 110, 278-284. 2015.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Anim. Feed Sci. Tech.** 57, 347-358. 1996.

LOPES, A. L.; CARVALHO, F. F. R.; CABRAL, A. M. D.; BATISTA, Â. M. V.; CAMARGO, K. S.; SILVA, J. R. C.; FERREIRA, J. C. S.; NETO, J. D. P., SILVA, J. L. Replacement of tifton hay with alfalfa hay in diets containing spineless cactus (*Nopalea cochenillifera Salm-Dyck*) for dairy goats. **Small Ruminant Research.** 156, 7-11. 2017.

MAHOUACHI, M.; ATTI, N.; HAJJI, H. Use of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) for dairy goats and growing kids: impacts on milk production, kid's growth, and meat quality. **Scientific World Journal.** 321-567. 2012.

MELO, A. A. S. Partial replacement of soybean meal by urea and forage palm (*Opuntia ficus indica* Mill) in diets for lactating cows: I. performance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 32, 3, 727-736. Viçosa, MG. 2003.

MEZZALIRA, J. C.; CARVALHO, P. C. DE F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M. V.; POLI, C. H. E. C., TRINDADE, J. K. da. Methodological aspects of ingestive behavior of grazing cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40, 1114-1120. 2011.

MUNIZ, E. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.;

RIBEIRO, E. L. DE A.; JÚNIOR, J. N. R.; CAPELARI, M. G. M.; BRITO, V. M. Ruminant degradation kinetics of dry and wet forages carbohydrates: gas production technique. **Semina: Ciências Agrárias**. 32, 1191-1200. 2011.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC, 2001. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. 6.ed. Washington, D.C. 381 p.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. *Opuntia* spp: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. In: Mondragon, C., Gonzalez, S. (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as Forage*: FAO. **Plant Production and protection Paper**, pp. 73–90. 2001.

NICORY, I. M. C.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, O. L.; SANTOS, S. A., SILVA, F. F.; SILVA, R. R.; LOPES, L. S. C.; SOUZA, F. N. C.; FREITAS JUNIOR, J. E. Productive and metabolic parameters in lambs fed diets with castor seed meal. **Livestock Sci**. 181, 171-178. 2015.

OLIVEIRA, A. S.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; RENNÓ, L. N.; QUEIROZ, A. C.; CHIZZOTTI, M. L. Microbial Protein Production and Estimates of Excretions of Purine and Urea Derivatives in Lactating Cows Fed with Isoprotein Recipients CONTAINING DIFFERENT LEVELS OF NON-PROTONIC NITROGEN COMPOUNDS. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, 1621-1629. 2001.

RAMOS, A. O.; FERREIRA, M. A.; SANTOS, D. A.; VÉRAS, A. S. C.; CONCEIÇÃO, M. G.; SILVA, E. C.; SOUZA, A. R. D. L.; SALLA, L. E. The effect of the association of spinelles cactus with maniçoba hay and sorghum silage and two dietary concentrate in lactating dairy. **Arquivo Brasileira de Medicina Veterinária e Zootecnia**, 67, 188 – 197. 2015.

RENNÓ, F. P.; PEREIRA, J. C.; LEITE, C. A. M.; RODRIGUES, M. T.; CAMPOS, O. F.; FONSECA, D. M. DA; RENNÓ, L. N. Bioeconomic efficiency of feeding strategies in milk production systems. Production per animal and per area. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 37, Viçosa. 2008.

SANTOS, E. A.; SILVA, D. S.; FILHO, J. L. Q. Chemical composition of elephantgrass cv. Purple cut at different heights. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30, 18 – 23. 2001.

SANTOS, S. A.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; RUAS, J. R. M.; PRADOS, L. F.; VEJA, D. S. M. Voluntary intake and milk production in F1 Holstein×zebu cows in confinement. **Trop. Anim. Health Prod**. 44, 1303–1310. 2012.

SMITH, T. R. Improving the profitability of dairy farms by increasing the efficiency of operations. **Congresso Internacional Rehagro**. 41. Sete Lagoas. 2003.

SNIFFEN, C. J.; ÓCONNOR, J. D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.** 70, 3562–3577. 1992.

SILVA, R. V. M. M.; CARVALHO, G. G. P.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, M. L. A.; PEREIRA, L.; CAMPOS, F. S.; PERAZZO, A. F.; ARAÚJO, M. L. G. M. L.; NASCIMENTO, C. O.; SANTOS, S. A.; TOSTO, M. S. L.; RUFINO, L. M. A.; CARVALHO, B. M. A. Cottonseed cake in substitution of soybean meal in diets for finishing lambs. **Small Rumin. Res.** 137, 183-188. 2016.

SIROHI, S. A.; KARIM, S. K.; MISRA, A. K. Nutrient intake and utilization in sheep fed with prickly cactus. **J. Arid Environ.** 36, 161–166. 1997.

SKLAN, D. R.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 75, 2463–2472. 1992.

VALADARES FILHO, S. C.; BRODERICK, G. A.; VALADARES, R. F.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, Champaign, 83, 106-114. 2000.

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

VILELA, M. S.; FERREIRA, M. A.; AZEVEDO, M.; MODESTO, E. C.; FARIAS, I.; GUIMARÃES, A. V.; BISPO, S. V. Effect of processing and feeding strategy of the spineless cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) for lactating dairy cows: ingestive behaviour. **Appl. Anim. Behav. Sci.** 125, 1–8. 2010.

WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. A.; ANDRADE, D. K. B.; VERAS, A. S. C.; FARIAS, I.; LIMA, L. E.; DIAS, A. M. A. Replacement of forage cactus (*Opuntia ficusindica* Mill) for sorghum silage (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) in the dairy cows feeding. **Rev. Bras. Zootec.** 31, 273–281. 2002.