

RENATA RODRIGUES DA SILVA

Palma Forrageira (*Opuntia Ficus Indica* Mill) Associada a  
Diferentes Volumosos em Dietas para Vacas da Raça  
Holandesa em Lactação

UFRPE – RECIFE  
FEVEREIRO – 2006

**RENATA RODRIGUES DA SILVA**

**Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) Associada a Diferentes  
Volumosos em Dietas para Vacas da Raça Holandesa em Lactação**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do grau de Mestre.

**Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira**

**Conselheiros: Antonia Sherlânea Chaves Vêras  
Airon Aparecido Silva de Melo**

**UFRPE – RECIFE**

**FEVEREIRO – 2006**

Ficha catalográfica  
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

S586p Silva, Renata Rodrigues da  
Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a  
diferentes volumosos em dietas para vacas da raça holandesa  
em lactação / Renata Rodrigues da Silva. -- 2006.  
50 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade  
Federal Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.  
Inclui bibliografia.

CDD 636.208 52

1. *Opuntia ficus indica*
2. Volumosos
3. Dieta
4. Vaca leiteira
5. Lactação
6. Palma forrageira
7. Nutrição animal
- I. Ferreira, Marcelo de Andrade
- II. Título

Suely Manzi  
Bibliotecária  
CRB 809

**Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) Associada a Diferentes  
Volumosos em Dietas para Vacas da Raça Holandesa em Lactação**

**RENATA RODRIGUES DA SILVA**

**Dissertação defendida e aprovada em 21 de fevereiro de 2006, pela Banca  
Examinadora**

**Orientador:**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Marcelo de Andrade Ferreira**

**Examinadores:**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Airon Aparecido Silva de Melo – UFRPE-UAG**

\_\_\_\_\_  
**Prof<sup>a</sup>. Antonia Sherlânea Chaves Vêras**

\_\_\_\_\_  
**Prof. Francisco Fernando Ramos de Carvalho**

**UFRPE – RECIFE  
FEVEREIRO – 2006**

## **BIOGRAFIA**

Renata Rodrigues da Silva, filha de João Antônio da Silva (*in memorian*) e Maria Eufrasia Rodrigues dos Santos, nasceu em 09 de abril de 1979, na cidade de Paulista – PE.

Graduou-se em Zootecnia em novembro de 2003, pela Universidade Federal de Pernambuco. Em março de 2004 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco na área de Produção de Ruminantes, defendendo Dissertação em fevereiro de 2006.

Aos meus pais, João Antônio da Silva (*in memoriam*) que sonhou em me ver trilhando os caminhos do saber, mas partiu sem desfrutar da felicidade de ver realizado seu sonho, e M<sup>a</sup> Eufrasia Rodrigues dos Santos, que sempre fez de tudo para que meus sonhos se tornassem realidade e pelo constante esforço com que sempre me educou.

A Júnior, pelo amor, paciência e companheirismo. Seu apoio foi fundamental durante minha vida acadêmica.

**OFEREÇO**

## **AGRADECIMENTOS**

Em primeiro lugar, a DEUS, que é a essência de tudo, por ter me presenteado com o dom da vida, dando-me forças e proteção para ir em busca dos meus sonhos.

À minha família, que sempre acreditou em mim, me dando apoio sempre para seguir o meu caminho.

À Alenice, Márcio Vieira e Ricardo Augusto, pela amizade e paciência em todos os momentos que passamos juntos. Obrigada pelo apoio nos momentos difíceis e pelo ombro amigo que precisei tantas vezes.

Ao professor Marcelo pela orientação, dedicação, confiança, apoio e sinceridade em todos os momentos.

Aos conselheiros Airon (além de conselheiro, um grande amigo) e Sherlânea, pela dedicação, ajuda e atenção nos momentos difíceis.

A todos os professores que fazem parte do Programa de Pós-Graduação que contribuíram para minha formação durante esta fase.



A todos os funcionários que compõe o Departamento de Zootecnia da UFRPE, em especial a Nicácio, Cristina e Rachel.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade.

A CAPES e ao CNPq, pela concessão da bolsa de estudo, para que eu pudesse levar adiante o projeto.

À Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária – IPA, que cedeu os animais, as instalações e os funcionários, para que o experimento se tornasse possível.

Ao chefe da Estação Experimental de São Bento do Una, o pesquisador Luiz Evandro de Lima, carinhosamente chamado de “abú” (abreviação de abusado), pois antes de dizer um sim, sempre dizia um não, pelo fundamental apoio para que nada saísse errado durante o experimento e a todos os funcionários que compõe esta casa.

A Preciosa, Pala, Oeira, Lena e Quartinha, peças fundamentais para a realização deste experimento.

A Erivaldo, pela amizade e apoio para que tudo desse certo, pois nos momentos difíceis ele sempre dizia: no final tudo vai dar certo.

Aos alunos da graduação pela amizade, paciência e contribuição na condução do experimento no campo e nas análises laboratoriais, Amanda, Ana, Bárbara, Cris, Daiane, Fabiana, Tiago, Tibério.

A todos os colegas de Mestrado e Doutorado que compõe a casa.

## SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO.....	09
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
CAPÍTULO 1. Palma Forrageira ( <i>Opuntia ficus indica</i> Mill) Associada a Diferentes Volumosos em Dietas para a Raça Holandesa em Lactação.....	13
Abstract.....	14
Introdução.....	15
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	25
Conclusão.....	29
Referências Bibliográficas.....	30
CAPÍTULO 2. Estimativa da Produção de Proteína Microbiana em Dietas a Base de Palma Forrageira ( <i>Opuntia ficus indica</i> Mill) Associada a Diferentes Volumosos para vacas Holandesas em Lactação.....	36
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	41
Resultados e Discussão.....	46
Conclusão.....	50
Referências Bibliográficas.....	51

## INTRODUÇÃO

A atividade pecuária leiteira no Nordeste caracteriza-se por grande número de pequenos e médios produtores. Dos que vivem da atividade agropecuária nesta região, 42 % estão envolvidos com a pecuária, o que corresponde a mais de 3 milhões de pessoas. Em Pernambuco, 55,51 % produziram, em 1997, menos de 100 litros de leite/dia, e 30,86 %, menos de 50 litros/dia. Dessa forma, o grande desafio de todos os envolvidos no agronegócio do leite regional é viabilizar as propriedades, transformando-as em empresas eficientes, lucrativas e sustentáveis (Pimentel e Souza Neto, 2000).

Segundo dados da EMBRAPA Gado de Leite em 2004, a produção de leite no Agreste Pernambucano correspondeu a 72,96 % da produção de todo estado. Já o agreste de Alagoas foi responsável por 48,66 % da produção de leite do estado. A produtividade do rebanho leiteiro nestas duas regiões apresenta valores bastante competitivos, quando comparados com outras regiões produtoras de leite do Brasil (Lira et al., 2004).

A bovinocultura leiteira tem importante papel sócio-econômico-cultural para a região Nordeste do Brasil. A exploração pecuária nesta região é afetada pelas constantes secas e irregularidade das chuvas.

A alimentação dos rebanhos explorados para produção de leite na região semi-árida de Pernambuco, fundamenta-se de forma predominante no pastejo de forrageiras cultivadas e nativas, tornando-os mais susceptíveis aos fatores estacionais à produção de leite.

Contudo, a busca por alimentos forrageiros que, pela qualidade e pelo baixo custo de produção, possibilitem a produção animal nos períodos críticos de prolongadas estiagens tem sido constante. Entre as alternativas atualmente disponíveis, encontram-se os restos culturais, os resíduos e subprodutos da agroindústria e a palma forrageira (Lira et al., 1990).

A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochinillifera*, Salm Dyck), vem se constituindo, nas duas últimas décadas, uma das principais forrageiras cultivadas na bacia leiteira do Estado de Pernambuco, bem como em grande parte da região semi-árida do Nordeste. Chagas (1992), em levantamento realizado no Agreste de Pernambuco, observou que, em propriedades variando de 5 a 50 hectares, a palma é cultivada em 32 % da área.

Segundo Santos et al. (1997), esta cactácea constitui um alimento volumoso succulento de grande importância para os rebanhos, notadamente nos períodos de estiagens prolongadas, pois, além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais. Muitas vezes, se apresenta como único alimento disponível na época seca (Farias et al., 1984; Lima et al., 1985).

O desempenho animal está diretamente relacionado com a nutrição, a qual depende basicamente de quatro fatores: exigências nutricionais, composição e digestibilidade dos alimentos e da qualidade de nutrientes que o animal ingere (Allison, 1985).

Maximizar o consumo de alimentos é um componente chave na formulação de rações e estratégias de alimentação para otimizar a rentabilidade da produção (Rodrigues, 1998), pois o desempenho animal é primeiramente definido pelo consumo voluntário, já que este determina o nível de ingestão de nutrientes (Van Soest, 1994).

Mertens (1994) relatou que a ingestão de matéria seca é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos; o mecanismo físico refere-se a distensão física do rúmen-retículo; o fisiológico é regulado pelo balanço energético; e a regulação psicogênica envolve a resposta comportamental do animal, frente a fatores inibidores ou estimuladores

do alimento, ou do manejo alimentar, que não é relacionada ao valor energético do alimento, nem ao efeito de enchimento do rúmen.

O objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes volumosos associados à palma forrageira sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, produção e teor de gordura do leite, e síntese de proteína microbiana em dietas para vacas da raça Holandesas em lactação.

Os capítulos seguintes estão redigidos segundo as normas da revista *Acta Scientiarum*, com exceção do espaçamento entre linhas, os quais serão enviados para avaliação e posterior publicação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLISON, C.D. Factores affecting forage intake by range ruminants: a review. *J. Ran. Man.*, 38(4):305-11. 1985.
- CHAGAS, A.J.C. Adoção de tecnologia na pecuária pernambucana. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 4, 1992. Recife, PE. *Anais...* Recife: [s.n.], 1992. p.108-116.
- FARIAS, I. et al. *Cultivo da palma forrageira em Pernambuco*. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1984. 5p. (Documentos, 21)
- LIMA, M.A. et al. Emprego da associação da palma forrageira e silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22., 1985, Balneário Camboriú. *Anais...* Balneário Camboriú: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985. p.133.
- LIRA, M.A., et al. Considerações sobre a produção leiteira no semi-árido. In: SEMINÁRIO NORDESTE RURAL, 1., 2004, Aracaju, *Anais...* Aracaju, 2004, CDROM.
- LIRA, M.A., et al. Alimentação de bovinos no Nordeste, suplementação com forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 3, 1990, João Pessoa. *Anais ...* João Pessoa: CCA/UFPB, 1990. p.108-133.
- MERTENS, D.R. 1994. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison, Wisconsin: Amer. Soc. of Agron., p.450-493.
- PIMENTEL, J.C.M., SOUZA NETO, J. Agronegócio do leite no Nordeste: análises e perspectivas. In: II Congresso Nordestino de Produção Animal, VIII Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, 1, 2000. Teresina. *Anais...* Teresina: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2000. p.55-63.
- SANTOS, D. C. et al. *A palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill e Nopalea cochenillifera Salm Dyck) em Pernambuco: Cultivo e utilização*: Recife: IPA, 1997. 23p.(Documentos do IPA; n. 25).
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

**PALMA FORRAGEIRA (*OPUNTIA FICUS INDICA* MILL) ASSOCIADA A DIFERENTES VOLUMOSOS EM DIETAS PARA VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM LACTAÇÃO<sup>1,2</sup>.**

***Associação da Palma a Diferentes Volumosos Para Vacas em Lactação***

**RENATA RODRIGUES DA SILVA<sup>4</sup>, MARCELO DE ANDRADE FERREIRA<sup>3a\*</sup>, ALENICE OZINO RAMOS<sup>4</sup>, AIRON APARECIDO SILVA DE MELO<sup>3</sup>, LUIZ EVANDRO DE LIMA<sup>5</sup>, BÁRBARA FERREIRA FERRAZ<sup>6</sup>.**

<sup>1</sup>Parte da dissertação do Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE; <sup>2</sup>Trabalho realizado através do acordo UFRPE/IPA, Parcialmente financiado pela FACEPE/PROMATA e CNPq; <sup>3</sup>Professor adjunto Departamento de Zootecnia/UFRPE, <sup>a</sup>Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, <sup>4</sup>Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, <sup>5</sup>Pesquisador do IPA, <sup>6</sup>Aluno de iniciação científica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto de Zootecnia, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP: 52171-900. \* Autor para correspondência.

**RESUMO** - O experimento foi realizado com o objetivo de avaliar a associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes volumosos sobre o consumo, produção de leite e digestibilidade aparente de vacas em lactação. Os tratamentos foram as diferentes fontes volumosas: bagaço de cana-de-açúcar (BC), feno de capim tifton (FCT), feno de capim elefante (FCE), silagem de sorgo (SS) e mistura de bagaço de cana + silagem de sorgo (SSBC). Foram avaliados o consumo voluntário de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não-fibrosos (CNF), os coeficientes de digestibilidade aparente de MS, PB, FDN, EE, CHT, CNF, MO, produção e teor de gordura do leite de vacas em lactação da raça Holandesa. As fontes volumosas utilizadas não influenciaram a digestibilidade e a maioria dos nutrientes. Não influenciando também a produção de leite, produção de leite corrigido para 3,5% de gordura e o teor de gordura do leite, com médias de 16,92kg/dia, 17,57kg/dia e 3,76%, respectivamente. Os diferentes volumosos não influenciaram o consumo de alimentos, o desempenho animal e a digestibilidade dos nutrientes.

**PALAVRAS-CHAVE:** bovino de leite, consumo, forragem, produção de leite

**Association of forage cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) with different roughages in the diet of lactating Holstein cows.**

**ABSTRACT** - The experiment was carried out to evaluate the association of forage cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) with different roughage sources on the apparent digestibility, intake and the performance of lactating cows. The treatments contained different roughage sources: sugar cane bagasse (CB), tifton hay (TH), elephant grass hay (EH), sorghum silage (SS) and one mixture of sugar cane bagasse + sorghum silage (CBSS). It was evaluated the intake of dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), organic matter (OM), total carbohydrates (TCHO), total digestible nutrient (TDN), and non fiber carbohydrates (NFC). In addition, the apparent digestibility coefficient for DM, CP, NDF, EE, TCHO, NFC, OM, milk production, and milk fat concentration of lactating holstein cows were also evaluated. The different roughage did not affect the digestibility coefficients and the intake of most nutrients. The roughage sources did not affect also the milk production, fat corrected milk production and milk fat concentration, with average 16.92 kg/day, 17.57 kg/day and 3.76 %, respectively.

**KEY WORDS:** dairy cattle, forage, intake, milk production



## INTRODUÇÃO

O Nordeste é uma região que possui grande potencial agropecuário, tendo em vista a diversidade de recursos naturais presentes em sua área. Isso contribui para a exploração econômica de várias culturas, dentre as quais se destaca a bovinocultura leiteira, a qual apresenta importante papel sócio-econômico-cultural para a região.

Porém, esta atividade apresenta baixa produtividade, em parte, reflexo das carências nutricionais impostas aos animais. Este fato está associado ao alto custo das dietas e à baixa disponibilidade de forragens, em função da irregularidade das chuvas, do manejo e aproveitamento inadequado das pastagens.

A exploração pecuária nessa região é afetada pelas constantes secas e irregularidades das chuvas, uma vez que exige uma regularidade na produção e na oferta de alimentos, fazendo com que os produtores utilizem alimentos alternativos, adaptados à região e ou a substituição de fontes dos diferentes nutrientes, visando minimizar os custos de produção.

A alimentação animal é responsável por grande parte dos custos (60 a 70%) da atividade pecuária com ruminantes, sejam esses animais confinados ou criados extensivamente (Martins et al., 2000), principalmente quando se utilizam fontes alimentares que têm custo elevado. Esse fato impulsiona pesquisas com o objetivo de encontrar fontes alternativas para reduzir o custo da alimentação de ruminantes.

A busca por alimentos forrageiros que, pela qualidade e pelo baixo custo de produção, possibilitem a produção animal nos períodos críticos de prolongadas estiagens tem sido constante. Entre as alternativas atualmente disponíveis, encontram-se os restos culturais, os resíduos e subprodutos da agroindústria e a palma forrageira (Lira et al., 1990).

A consolidação da exploração bovina, no agreste e no sertão de Pernambuco, tem como base à utilização da palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill e *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck).

Segundo Santos et al. (1997), esta cactácea constitui um alimento volumoso succulento de grande importância para os rebanhos, notadamente nos períodos de estiagens prolongadas, pois, além de fornecer um alimento verde, supre grande parte das necessidades de água dos animais. Muitas vezes, se apresenta como único alimento disponível na época seca (Farias et al., 1984; Lima et al., 1985).

A palma forrageira tem indiscutível importância na alimentação dos ruminantes na região do semi-árido. Farias et al. (1984) concluíram que a alimentação do gado leiteiro não pode prescindir da palma como forragem succulenta nas zonas secas do Nordeste brasileiro.

A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos que se constituem na principal fonte de energia para os ruminantes segundo Van Soest (1994), principalmente carboidratos-não-fibrosos (Wanderley, 2001), além de apresentar baixa porcentagem de parede celular, o que a caracteriza como um alimento energético, sem esquecer a sua adaptação às condições edafo-climáticas da região e altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos et al., 1997).

Os carboidratos solúveis são fontes importantes de energia utilizada para atender às exigências de vacas de altas produções (Valadares Filho, 2000). Contudo, altos teores desses compostos podem comprometer a digestibilidade dos nutrientes e causar distúrbios metabólicos, devido à redução do pH ruminal e aumento na taxa de passagem, diminuindo a atividade celulolítica e, conseqüentemente, a digestibilidade da fibra (Van Soest, 1994; Ørskov, 2000).

Andrade et al. (2002), verificaram que a digestibilidade dos nutrientes de dietas à base de palma forrageira foi afetada pelos altos teores de carboidratos não-fibrosos à medida que se incluía palma forrageira na dieta de vacas em lactação.

A palma forrageira apresenta alguns aspectos que devem ser considerados no momento da formulação de rações para vacas de leite, como proteína bruta (Santos et al., 1992) (4,0 a 6,0 %), que se situa no limite inferior às necessidades dos microrganismos do rúmen (Van Soest, 1994); baixos teores de matéria seca (10 a 14 %) e fibra em detergente neutro (26,8 %); por outro lado, apresenta elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca (Santos et al., 1990).

Vários pesquisadores trabalhando com palma forrageira relataram a ocorrência de diarreias (Viana, 1965; Matter, 1990; Santos et al., 1998), provavelmente pelo fato de, nesses experimentos, os teores de fibra das rações terem sido muito baixo. Como alternativa, sua associação a fontes de fibra aumenta o teor de matéria seca da dieta e mantém o rúmen em condições normais, diminuindo os efeitos indesejáveis da sua utilização como volumoso único na dieta de vacas em lactação (Lima et al., 1985; Oliveira, 1996; Mattos et al., 2000; Wanderley et al., 2002).

O teor de fibra tem sido utilizado como índice negativo de qualidade, uma vez que representa a fração menos digestível dos alimentos. A fração fibrosa dilui a energia do alimento e reduz o consumo voluntário, pelo efeito do enchimento ruminal e pela saturação da capacidade de ruminação do animal. Porém, um nível adequado de fibra se faz necessário na ração de ruminantes, principalmente de vacas leiteiras, que são exigentes em tal componente para o normal funcionamento do rúmen e de atividades como ruminação, movimentação ruminal, homogeneização do conteúdo ruminal, secreção salivar (que

favorece a estabilização do pH ótimo ruminal) e manutenção da porcentagem de gordura do leite (Mertens, 1992).

O baixo teor de fibra em detergente neutro da palma, embora de 28,47 % e a alta concentração em carboidratos não-fibrosos (55 %) (Ferreira, 2005) condiciona sua associação com ingredientes fibrosos (Sosa, 2004). Quando a palma forrageira é utilizada em grande proporção na dieta, há aumento considerável na porcentagem de carboidratos não-fibrosos, e isto contribui para a diminuição da digestibilidade dos nutrientes (Andrade et al., 2002). Dessa forma, faz-se necessária à associação da palma forrageira a alimentos fibrosos, a fim de incrementar os teores de matéria seca e fibra da ração, na tentativa de evitar possíveis distúrbios verificados quando fornecida isoladamente.

Mattos et al. (2000) avaliaram a associação da palma forrageira com silagem de sorgo, sacharina, bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado e bagaço *in natura*, como fontes de fibra para vacas mestiças em lactação com produção média de 13 kg/dia, e verificaram que não houve diferença entre os tratamentos quanto à produção de leite total e corrigida para 4 %.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi estudar o efeito de diferentes volumosos associados à palma forrageira sobre o consumo, digestibilidade aparente, produção e teor de gordura do leite em vacas da raça Holandesa em lactação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Estação Experimental de São Bento do Una, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, no período de janeiro a abril de 2005.

O município de São Bento do Una está localizado na mesoregião do Agreste Setentrional e microregião do Vale do Ipojuca, tendo como coordenadas geográficas de posição 8°31'16" de latitude sul e 36°33'0" de longitude oeste, com 650 m de altitude. A precipitação pluviométrica média da região está em torno de 629,9 mm por ano, concentrada nos meses de março a julho, sendo responsável por aproximadamente 60 % do volume total anual. As temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de novembro a janeiro, sendo superiores a 30° C. A temperatura média mensal varia de 21,7 a 25° C e mínima de 15,7 e 15,2° C. A umidade relativa do ar em média de 66 % (FIDEPE, 1982).

Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa, variedade preto e branco, com peso vivo médio de 560 kg, produção inicial de leite com média de 20 kg e período de lactação em torno de 100 dias e nenhum animal havia sido inseminado quando iniciou o trabalho.

Os animais foram distribuídos em um quadrado latino 5x5, sendo cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. Cada período teve duração de 14 dias, sendo 7 para adaptação às dietas e 7 para coleta de dados e amostras, totalizando 70 dias. Os tratamentos experimentais consistiram de ração completa contendo palma forrageira cv. Gigante (*Opuntia ficus indica*, Mill) associada a diferentes volumosos, bagaço de cana (BC), feno de capim-tifton (FCT) (*Cynodon* spp.), feno de capim-elefante (FCE) (*Pennisetum purpureum*, Schum), silagem de sorgo (SS) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e

uma mistura de silagem de sorgo e bagaço de cana (SSBC). As proporções dos diferentes ingredientes e a composição dos ingredientes das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes (% na MS)	Tratamentos				
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC
Palma Forrageira	50,05	49,81	46,66	48,38	49,72
Bagaço de cana	24,07	=	=	=	12,35
Silagem de sorgo	=	=	=	25,62	12,72
Feno de elefante	=	=	27,98	=	=
Feno de Tifton	=	25,35	=	=	=
Farelo de soja	13,44	13,42	13,43	13,76	13,22
Milho moído	4,45	4,44	4,45	4,56	4,38
Farelo de trigo	4,45	4,45	4,45	4,56	4,38
Uréia	1,38	0,38	0,88	0,90	1,11
Mistura mineral*	2,14	2,14	2,14	2,22	2,10

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

\* Sal comum+Sal mineral+Fosfato Bicálcico.

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), lignina, proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos ingredientes das dietas experimentais

Item	Palma	Bagaço	Feno de tifton	Feno de elefante	Silagem de sorgo	Farelo de soja	Milho moído	Farelo de trigo
MS (%)	13,37	84,19	82,00	81,99	26,25	88,99	88,43	88,50
PB <sup>1</sup>	3,0	1,24	8,54	6,11	5,82	49,94	9,24	16,59
FDA <sup>1</sup>	17,88	56,82	34,25	41,50	31,17	9,44	4,61	11,50
FDN <sup>1</sup>	31,62	79,04	64,18	64,81	67,08	12,13	15,58	36,83
EE <sup>1</sup>	1,55	0,18	1,49	1,25	2,01	2,08	4,02	3,31
MM <sup>1</sup>	9,31	3,45	8,57	8,35	7,14	8,43	1,88	8,39
MO <sup>1</sup>	90,69	96,57	91,46	91,62	92,95	91,34	98,26	91,41
CHT <sup>1</sup>	86,13	95,14	81,53	84,25	85,14	40,06	85,3	72,35
CNF <sup>1</sup>	55,49	17,36	21,81	21,87	34,98	30,52	64,31	39,22
Lignina <sup>1</sup>	6,87	18,69	9,65	11,67	8,88	2,24	3,68	5,75
PIDA <sup>1</sup>	0,49	0,95	0,55	0,49	0,64	3,07	0,58	0,45
PIDN <sup>1</sup>	0,97	1,10	4,60	2,13	2,59	2,63	2,10	3,67
NDT <sup>1,2</sup>	69,34	44,85	56,71	53,08	58,09	83,96	90,01	73,56

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

1- (% na MS)

2- Estimado pela equação do NRC (2001).

Na Tabela 3 encontra-se os teores médios dos nutrientes das dietas experimentais.

Tabela 3. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Tratamentos				
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC
MS (%)	21,32	21,70	22,52	19,17	20,2
PB <sup>1</sup>	14,65	13,04	14,23	13,88	13,74
FDA <sup>1</sup>	21,91	17,94	19,39	16,85	19,94
FDN <sup>1</sup>	36,38	34,60	33,91	31,31	34,53
EE <sup>1</sup>	1,48	1,74	1,69	1,91	1,65
MM <sup>1</sup>	6,84	7,94	7,97	7,63	7,24
MO <sup>1</sup>	87,42	87,82	87,19	87,56	87,81
CHT <sup>1</sup>	76,23	74,44	74,30	74,79	76,13
CNF <sup>1</sup>	41,47	42,39	42,26	45,43	43,33
NDT <sup>1,2</sup>	56,51	58,01	56,88	58,75	57,53

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS-

Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

1- (% na MS)

2- Valor estimado através do ensaio de digestibilidade.

Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de 14 dias de adaptação ao manejo experimental e às instalações. Foram realizadas pesagens dos animais no início e final de cada período experimental. Estes animais foram mantidos em baias individuais com piso de terra, separadas entre si por cerca de arame farpado com área coberta de 6 m<sup>2</sup>, dotadas de cochos e bebedores para controle do consumo de alimentos e água. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia (6 h e 30 min e 15 h e 30 min) na forma de mistura completa, permitindo sobras de 5 a 10 % do total de matéria seca (MS) fornecida, como forma de manter os níveis dos ingredientes das dietas.

Diariamente os animais foram transferidos nas horas mais quentes do dia para um local sombreado, onde permaneceram das 10 h às 15 h, quando eram levados para o estábulo

de ordenha retornando logo após as baias experimentais. Este manejo foi adotado com o intuito de minimizar o desconforto térmico dos animais.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2001), para atender às exigências de vacas em lactação, com produção de leite de 20 kg/dia com 3,5 % de gordura e de acordo com o peso vivo dos animais.

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado foi adquirido de usinas e armazenado em local seco e arejado. A silagem e o feno de capim-elefante foram confeccionados na própria estação experimental onde ocorreu o experimento, sendo a silagem armazenada em silo tipo trincheira e a variedade de sorgo utilizada foi SF-25. O feno de capim-tifton utilizado foi oriundo do Rio Grande do Norte. A palma foi picada em máquina forrageira no momento do fornecimento e misturada à fonte volumosa e ao alimento concentrado no cocho.

Durante o período de coleta foram retiradas amostras dos ingredientes da dieta fornecida, bem como das sobras, que foram pesadas individualmente e diariamente pela manhã, pré-secas em estufa de ventilação forçada e armazenadas para posterior processamento. No final de cada período experimental foi feita uma amostra composta.

Foram avaliados consumos diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), extrato etéreo (CEE), matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCHT), nutrientes digestíveis totais (CNDT) e carboidratos não-fibrosos (CCNF); as digestibilidades aparente da matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), extrato etéreo (DAEE), carboidratos totais (DACHT), carboidratos não-fibrosos (DACNF), matéria orgânica (DAMO); produção de leite; porcentagem de gordura do leite e leite corrigido para 3,5 % de gordura.



Todas as análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE, sendo utilizada a metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) para as análises de MS, MM, PB e EE. Para determinação das frações da parede celular (FDN e FDA), utilizou-se metodologia recomendada pelo fabricante do aparelho ANKON. Todas as amostras de FDN foram corrigidas para cinza e proteína; o resíduo da digestão em detergente neutro foi incinerado em mufla a 600 °C por 2 horas e a correção para proteína foi efetuada utilizando-se a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN). Na determinação de PIDN e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foi empregada a metodologia descrita por Licitra et al. (1996). Para determinação da lignina (LDA) foi utilizada a metodologia descrita por Van Soest (1967), utilizando ácido sulfúrico a 72%.

A coleta de fezes foi realizada diretamente na ampola retal dos animais no 2º dia pela manhã e 5º dia à tarde de cada período de coleta. As fezes foram colocadas em estufa de ventilação forçada e pré-secas à 60 °C, e posteriormente moídas em moinho de peneira com crivo de 1 mm de diâmetro e armazenadas para posteriores análises.

Para a estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) e determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes foi utilizada a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) como indicador interno (Cochran et al., 1986), sendo utilizada 1,0 g de amostras para o milho moído, farelo de soja, farelo de trigo e palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) e 0,5 g para o bagaço, silagem, feno de capim-elefante, tifton e sobras, que foram acondicionadas em sacos ANKON, incubadas *in situ* por 144 horas (Craig et al., 1984), em bubalino fistulado no rúmen, determinando-se em seguida a FDA remanescente que foi considerada FDA indigestível (FDAi). A produção de matéria seca

fecal foi determinada pela seguinte fórmula:  $PMSF = \frac{\text{Consumo do indicador (kg)}}{\text{Concentração do indicador nas fezes (\%)}}$ .

Para estimativa dos carboidratos totais (CHT) foi usada equação proposta por Sniffen et al. (1992):  $CHT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$  e, para estimativa dos carboidratos não-fibrosos (CNF) foi usada a equação preconizada por Hall (2001):  $CNF = 100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + CINZAS]$ . O coeficiente de digestibilidade aparente (CD) dos nutrientes foi calculado segundo Silva e Leão (1979):  $CD = \frac{\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutrientes nas fezes (kg)}}{\text{Consumo de nutrientes (kg)}} \times 100$ .

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), em kg, e os teores de NDT (%) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), pelas equações:  $CNDT = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fecal}) + 2,25 (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fecal}) + (CHT \text{ ingerido} - CHT \text{ fecal})$  e  $NDT(\%) = \frac{\text{Consumo de NDT}}{\text{Consumo de MS}} \times 100$ .

Foram realizadas duas ordenhas diárias, às 5 e às 15 horas, sendo a produção individual de cada animal registrada durante todo o período experimental. Nos 6º e 7º dias da semana de coleta, após cada ordenha, foi realizada a determinação do teor de gordura do leite, utilizando-se o método de Gerber descrito por Behmer (1965).

A produção de leite corrigido para 3,5% de gordura foi obtida por meio da equação proposta por Sklan et al. (1992):  $PLCG = (0,432 + 0,1635 \times G) \times PL$ , onde G representa a porcentagem de gordura do leite e PL a produção de leite, em kg/dia.

Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa SAEG-Sistema de Análises Estatísticas e Genética da Universidade Federal de Viçosa (UFV, 1998).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, são apresentados os consumos médios diários de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), nutrientes digestíveis totais (NDT) e carboidratos não-fibrosos (CNF), e os coeficientes de variação (CV) em função dos tratamentos.

O CMS expresso em quilograma por dia (kg/dia), porcentagem de peso vivo (% PV), e peso metabólico ( $\text{g/kg}^{0,75}$ ), os CFDN, CMO, CCHT, CNDT e CCNF (kg/dia) não diferiram nos diferentes tratamentos ( $P>0,05$ ). O CMS não apresentou diferença estatística, possivelmente, devido ao fato dos teores de nutrientes na ração como PB e FDN estarem bastante semelhantes (Tabela 3) e pelo fato de não haver diferença na produção de leite corrigido para 3,5 % de gordura (Tabela 6) e digestibilidade (Tabela 5). Os CFDN, CMO, CCHT, CNDT e CCNF (kg/dia) não diferiram pelo fato de não ter havido diferença no CMS e suas proporções serem bastante semelhantes entre as dietas (Tabela 3).

Tabela 4. Consumo médio de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), extrato etéreo (CEE), matéria orgânica (CMO), matéria orgânica (CMO), carboidratos totais (CCHT), nutrientes digestíveis totais (CNDT), carboidratos não-fibrosos (CCNF) e coeficientes de variação (CV) nos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV (%)
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC	
CMS (kg/dia)	17,77a	17,25a	17,97a	18,77a	18,83a	5,42
CMS (% PV)	3,18a	3,12a	3,19a	3,20a	3,42a	6,88
CMS ( $\text{g/kg}^{0,75}$ )	154,58a	150,98a	155,34a	157,36a	165,50a	6,31
CPB (kg/dia)	2,52a	2,24b	2,55a	2,58a	2,58a	5,28
CFDN (kg/dia)	6,51a	5,97a	6,09a	5,92a	6,50a	9,00
CEE (kg/dia)	0,26c	0,30b	0,30b	0,36a	0,31b	5,11
CMO (kg/dia)	15,60a	15,13a	15,70a	16,45a	16,55a	5,51
CCHT (kg/dia)	13,65a	12,83a	13,40a	14,07a	14,36a	5,65
CNDT (kg/dia)*	9,97a	10,68a	11,25a	12,46a	11,98a	12,14
CCNF (kg/dia)	4,58a	4,60a	4,41a	4,69a	4,10a	24,83

Médias na mesma linha acompanhadas por letras diferentes diferem entre si pelo teste de Tukey

BC- Bagaço-de-cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana

\*Calculado a partir dos resultados do ensaio de digestibilidade.

As dietas apresentaram, em média, 49 % de palma em sua composição, segundo o NRC (2001) a exigência média de NDT para vacas com produção de leite em torno de 20 kg/dia é de 55,51 %, portanto a palma forrageira contribuiu com aproximadamente 60 % da exigência de NDT dos animais, constituindo uma importante fonte energética em dietas para vacas em lactação.

O consumo de PB foi inferior ( $P < 0,05$ ) para os animais que receberam feno de tifton em relação às outras fontes volumosas, com médias de 2,24 e 2,56 kg/dia, respectivamente. O baixo consumo de PB ocorreu possivelmente porque a dieta contendo o feno de tifton apresentou menor teor de PB, como apresentado na Tabela 3 e não houve diferença no CMS. O tratamento contendo silagem de sorgo proporcionou maior consumo de EE e o tratamento com bagaço de cana proporcionou o menor consumo entre os tratamentos, 0,36 e 0,26 kg/dia, respectivamente. Este fato ocorreu provavelmente porque o tratamento com a silagem de sorgo apresentou em sua composição maior teor de EE e o tratamento com o bagaço de cana apresentou o menor teor (1,91 e 1,48 %, respectivamente), conforme pode ser visualizado na Tabela 3.

Na Tabela 5 estão apresentadas as digestibilidades aparentes dos nutrientes avaliados e os coeficientes de variação.

Tabela 5. Digestibilidade aparente média de matéria seca (DAMS), proteína bruta (DAPB), fibra em detergente neutro (DAFDN), extrato etéreo (DAEE), carboidratos totais (DACHT), carboidratos não-fibrosos (CCNF), matéria orgânica (DAMO) e coeficientes de variação (CV) nos tratamentos

Variável (%)	Tratamentos					CV (%)
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC	
DAMS	56,32a	65,41 <sup>a</sup>	64,37a	68,48a	64,69a	13,86
DAPB	72,26a	71,89 <sup>a</sup>	74,41a	76,80a	73,28a	11,50
DAFDN	27,70a	41,88 <sup>a</sup>	34,64a	39,96a	41,09a	36,74
DAEE	48,22a	53,27 <sup>a</sup>	43,84a	52,51a	52,72a	27,77
DACHT	58,57a	68,33 <sup>a</sup>	67,50a	71,20a	67,70a	10,92
DACNF	87,03a	91,64 <sup>a</sup>	94,93a	93,29a	89,79a	4,27
DAMO	58,46a	68,07 <sup>a</sup>	67,09a	70,71a	66,96a	11,62

Médias na mesma linha acompanhadas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana.

As digestibilidades aparentes de MS, PB, FDN, EE, CHT, CNF e MO, avaliados não diferiram ( $P>0,05$ ) entre os tratamentos utilizados, com médias de 63,85; 73,73; 37,05; 50,11; 66,66; 91,33 e 66,26 %, respectivamente. Este fato ocorreu, provavelmente, devido ao fato de não ter havido diferença significativa no CMS.

Muitos fatores podem influenciar a digestibilidade, como consumo de alimentos, proporção e digestibilidade da parede celular, composição da dieta e preparo dos alimentos, além de outros fatores dependentes dos animais e do nível nutricional (McDonald et al., 1993), como local da digestão; natureza dos produtos finais e extensão dos nutrientes perdidos durante o processo (Merchen, 1997). Não houve alterações na maior parte desses fatores no presente experimento, possivelmente, justificando a não diferença significativa dos nutrientes.

A digestibilidade da FDN pode ser considerada baixa se comparada a outros trabalhos com palma forrageira. Uma das causas para esta queda pode ter sido o alto teor de CNF das dietas, acima de 40 %, próximo aos 44 %, que é o valor máximo recomendado pelo NRC (2001).

Na Tabela 6 estão apresentadas as médias referentes à produção de leite, teor de gordura do leite e produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura.

Tabela 6. Produção de leite (PL), teor de gordura (TG) e produção de leite corrigido para 3,5 % de gordura (PLCG) e coeficientes de variação (CV) nos tratamentos

Variável	Tratamentos					CV (%)
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC	
PL (kg/dia)	15,67a	17,04a	16,9a	17,61a	17,36a	4,98
TG (%)	3,75a	3,73a	3,76a	3,78a	3,79a	6,18
PLCG (kg/dia)	16,20a	17,63a	17,55a	18,36a	18,13a	7,00

Médias na mesma linha acompanhadas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) para produção de leite, teor de gordura do leite e produção de leite corrigida para 3,5 % de gordura, o que pode ser parcialmente justificado pelo fato do consumo de MS e composição da dieta estarem bastante semelhantes e não ter havido diferença no consumo de NDT, nem na DAMS e DAMO.

O consumo médio de matéria seca de 18,12 kg/dia encontra-se próximo do preconizado pelo NRC (2001), que para animais com produção de leite de 20 kg/dia e peso vivo de 560 kg que seria de 17,86 kg/dia.

Na Tabela 7 encontra-se as exigências de MS, PB e NDT preconizadas pelos NRC (2001) e NRC (1989).

Tabela 7. Exigências de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e nutrientes digestíveis totais (NDT), recomendadas pelo NRC (1989) e NRC (2001) para vacas com 560 kg de PV e produção de 20 kg/dia com 3,5 % de gordura

Variável	NRC 2001	NRC 1989	Tratamentos				
			BC	FCT	FCE	SS	SSBC
MS (kg/dia)	17,86	16,78	17,77	17,25	17,97	18,77	18,83
PB (kg/dia)	2,55	2,10	2,52	2,24	2,55	2,58	2,58
NDT (kg/dia)	9,24	10,05	9,97	10,68	11,25	12,46	11,98

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana.

Praticamente todas as dietas atenderam às exigências nutricionais dos animais, provavelmente o excesso de nutrientes foi direcionado para a variação positiva de peso (553,94 e 561,84 kg de PV, média inicial e final, respectivamente).

Mattos et al. (2000), avaliando diferentes volumosos em associação com a palma forrageira (silagem de sorgo, sacharina, bagaço de cana hidrolisado e bagaço de cana *in natura*) em dietas para vacas mestiças Holandês-Zebu, com produção média de leite de 13,3 kg/dia, não verificaram diferenças para a produção de leite, produção de leite corrigido

para 4 % de gordura e teor de gordura do leite (13,28 kg/dia; 13,18 kg/dia e 3,93 %, respectivamente).

Os resultados deste experimento indicam a viabilidade da associação da palma forrageira, alimento imprescindível no arraçamento de rebanhos leiteiros nas regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, com diferentes fontes volumosas. A opção pela fonte volumosa a ser utilizada vai depender da disponibilidade e preço.

## **CONCLUSÕES**

A palma forrageira pode ser associada a qualquer das fontes estudadas sem prejuízo do consumo de alimentos, produção de leite e digestibilidade dos nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D.K.B. et al. 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). *Rev. Bras. de Zoot.* v.31, n.5, p.2088-2097, 2002.

BEHMER, M.L.A. *Laticínios, leite, manteiga, queijo, caseína e instalações*. 3.ed. São Paulo: Melhoramento, 1965. 294p.

COCHRAN, R.C. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J. Anim. Sci.*, v. 63, n.5, p. 1476-1483, 1986.

CRAIG, W.M. et al. *In vitro* inoculum enriched with particle-associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.67, n.12, p. 2902-2909. 1984.

FARIAS, I. et al. *Cultivo da palma forrageira em Pernambuco*. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1984. 5p. (Documentos, 21).

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

FUNDAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO/FIDEPE, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. 80p. (*Monografias Municipais*).

HALL, M.B. Recentes avanços em carboidratos não fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE, 2., 2001, Lavras. *Anais...* Lavras, 2001. p. 149-159.

LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Tech.*, Amsterdam, v. 57 n.11 , p.347-358, 1996.

LIMA, M.A. et al. Emprego da associação da palma forrageira e silagem de sorgo na alimentação de vacas holandesas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 22, 1985, Balneário Camboriú. *Anais...* Balneário Camboriú: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1985. p.133.

LIRA, M.A. et al. Alimentação de bovinos no Nordeste, suplementação com forrageiras e pastagens. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 3, 1990, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: CCA/UFPB, 1990. p.108-133.

MARTINS, A.S. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. *Rev. Bras. de Zoot.*, 29, n.1, p. 269-277, 2000.



- MATTER, H.E. The utilization of *Opuntia* for nutrition of livestock. *Anim. Res. Develop.*, v.23, n.1, p.107-115. 1990.
- MATTOS, L.M.E. et al. Associação da Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com Diferentes Fontes de Fibra na Alimentação de Vacas 5/8 Holandês-Zebu em Lactação. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.29, n.6, p.2128-2134. 2000.
- MCDONALD, P. et al. *Nutrition animal*. 4 ed. Zaragoza: Acribia, 1993. 442p.
- MERCHEN, N.K. Current perspective on assessing site of digestion in ruminants. *J. Ani. Sci.*, v.75, n.8, p.2223-2234, 1997.
- MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulações de rações. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES, 1992, Lavras, *Anais...* Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p.188-211.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 6 ed. Washington: D.C., 1989, 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrients requirements of the dairy cattle*. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 363p.
- OLIVEIRA, F.R. Alternativas de alimentação para a pecuária no semi-árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. *Anais...* Natal: Simpósio Nacional de Produção Animal, 1996. p.127-147.
- ØRSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. *Asian-Aust. J. Ani. Sci.*, v.13, p.128-136, 2000.
- SANTOS, D.C. et al. *A palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill e Nopalea cochenillifera Salm Dyck) em Pernambuco: Cultivo e utilização: Recife: IPA, 1997. 23p.*(Documentos do IPA; n. 25).
- SANTOS, M.V.F. et al. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.27, n.1, p. 33-37. 1998.
- SANTOS, M.V.F. et al. Efeito do período de armazenamento pós-colheita sobre o teor de matéria seca e composição química das palmas forrageiras. *Pesq. Agrop. Bras.*, v.27, n.6, p.777-783. 1992.
- SANTOS, M.V.F. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante redonda (*Opuntia ficus indica* Mill.) e miúda (*Nopalea cochenillifera* Salm-Dyck.) na produção de leite. *Rev. da Soc. Bras. de Zoot.*, v.19, n.6, p.504-511. 1990.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos*. 3 (ed), Viçosa: UFV, p.253, 2002.

SKLAN, D. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. *J. Dairy Sci.*, v. 75, n. 9, p. 2463-2472, 1992.

SNIFFEN, C.J. et al. A net carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

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. 47 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2004.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. SAEG - *Sistema de análise estatística e genética*, versão 8.0. Viçosa - MG (manual do usuário), 1998. 150p.

VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.267-338.

VAN SOEST, P.J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its applications to forages. *J. Anim. Sci.*, v. 26, n.1, p. 119-128, 1967.

VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University, 1994. 476p.

VIANA, S.P. O emprego da palma na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, 1965, São Paulo. *Anais...* São Paulo: DPA, 1965, v.2, p.1461-1464.

WANDERLEY, L.W. *Palma forrageira (Opuntia ficus indica Mill) em substituição à silagem de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na ração de vacas Holandesas em lactação*. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2001.

WANDERLEY, W.L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. *Rev. Bras. de Zoot.*, v. 31, n.1, p.273-281, 2002.

**ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA MICROBIANA EM DIETAS A BASE DE PALMA FORRAGEIRA (*OPUNTIA FICUS INDICA* MILL) ASSOCIADA A DIFERENTES VOLUMOSOS PARA VACAS DA RAÇA HOLANDESA EM LACTAÇÃO<sup>1,2</sup>.**

**Diferentes Volumosos Associados a Palma Para Vacas Leiteiras**

**RENATA RODRIGUES DA SILVA<sup>4</sup>, MARCELO DE ANDRADE FERREIRA<sup>3a\*</sup>, ALENICE OZINO RAMOS<sup>4</sup>, ANTÔNIA S. C. VERAS<sup>3a</sup>, AIRON APARECIDO SILVA DE MELO<sup>3</sup>, AMANDA VASCONCELOS GUIMARÃES<sup>5</sup>.**

*<sup>1</sup>Parte da dissertação do Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE; <sup>2</sup>Trabalho realizado através do acordo UFRPE/IPA, Parcialmente financiado pela FACEPE/PROMATA e CNPq; <sup>3</sup>Professor adjunto Departamento de Zootecnia/UFRPE, <sup>4</sup>Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, <sup>5</sup>Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, <sup>5</sup>Aluno de iniciação científica, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Depto de Zootecnia, Av. Dom Manoel de Medeiros s/n, Dois Irmãos, Recife-PE, CEP: 52171-900. \* Autor para correspondência.*

**RESUMO** – Cinco vacas Holandesas foram distribuídas em um quadrado latino 5 x 5, com o objetivo de estimar a produção de proteína microbiana, utilizando-se a excreção total de derivados de purinas (DP) a partir de coletas *spot* de urina, as concentrações de nitrogênio (N)-uréia no plasma, no leite e na urina. As cinco dietas foram formuladas com diferentes fontes volumosas: bagaço de cana-de-açúcar (BC), feno de capim-tifton (FCT), feno de capim-elefante (FCE), silagem de sorgo (SS) e uma mistura de bagaço de cana + silagem de sorgo (SSBC) associados à palma forrageira. As concentrações de uréia (10,98 mg/dL) e N-uréia (5,11 mg/dL) no leite não foram afetados pelos diferentes volumosos, assim como as concentrações plasmáticas de uréia (28,10 mg/dL) e N-uréia (13,09 mg/dL). As excreções urinárias de uréia, N-uréia, alantoína, DP, purinas absorvidas, N-microbiano e concentrações de alantoína no leite não foram alteradas. As diferentes fontes volumosas utilizadas podem ser utilizadas associadas à palma forrageira sem que ocorra alteração na produção de proteína microbiana.

**PALAVRAS CHAVES:** amostra spot, creatinina, derivados de purina, semi-árido

**Microbial protein production estimate in diets based on forrage cactus (*Opuntia ficus indica* Mill) with different roughage associations in lactating Holstein cows**

**ABSTRACT** – Five Holstein cows were allocated in on 5 x 5 Latin square design, with the objective of to evaluate the protein production, using the total purine derivatives (PD) excretion, obtained from spot urine collection, the plasma and milk urea and nitrogen (N)-urea. The treatments contained different roughage sources: sugar cane bagasse (CB), tifton hay (TH), elephant grass hay (EH), sorghum silage (SS) and one mixture of sugar cane bagasse + sorghum silage (CBSS). The milk urea (10.98 mg/dL) and N-urea (5.11 mg/dL) concentrations were not influenced by roughage sources, such as plasma urea (28.10 mg/dL) and N-urea (13.09 mg/dL) concentration. The urinary urea, N-urea, allantoin, PD, absorbed purine, N-microbial urinary excretion and milk allantoin concentration were not altered. The different roughage sources in association with forage cactus, did not alter microbial protein production.

**KEY WORDS:** sample spot, creatinine, purine derivatives, semi-arid

## **INTRODUÇÃO**

As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante a absorção intestinal de aminoácidos provenientes principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética não-degradada no rúmen (Valadares Filho, 1995). Dessa forma, a quantificação da proteína microbiana para os bovinos representa importante área de estudo na nutrição protéica de ruminantes.

Os métodos correntes para a medida da quantidade de compostos nitrogenados microbianos incluem a utilização de marcadores internos, tais como ácido ribonucléico (RNA) e ácido diaminopimélico (DAPA), ou marcadores externos como nitrogênio ( $^{15}\text{N}$ ) e enxofre ( $^{35}\text{S}$ ), tornando necessária a utilização de animais fistulados no abomaso ou intestino delgado.

Em consequência disso, tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não-invasivas para estimar a produção de proteína microbiana. Neste sentido, a excreção urinária de derivados de purinas (DP) pode constituir um método simples, não-invasivo para estimar a produção de proteína microbiana no rúmen.

Este método requer coleta total de urina, entretanto tem o potencial de vir a ser simplificado para ser usado em condições de campo (Oliveira et al., 2001). Uma alternativa interessante é o método com base em amostras *spot* de urina, relacionando a excreção urinária com a concentração de creatinina na urina. É possível a utilização de creatinina como marcador para a estimativa do volume urinário, o que permite estimar a excreção de

DP e de outros compostos sem a coleta total de urina (Valadares et al., 1997; Oliveira et al., 2001).

A técnica de determinação da excreção urinária de DP admite que os ácidos nucleicos no duodeno são de origem predominantemente microbiana e, após digestão intestinal e absorção, tais derivados são proporcionalmente recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (Perez et al., 1996). Entretanto, na urina de bovinos apenas alantoína e ácido úrico estão presentes, devido a grande atividade da xantina oxidase no sangue e tecidos que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico, e este pela ação da uricase é convertido a alantoína (Chen e Gomes, 1992).

Enquanto a excreção de uréia varia com o teor de proteína bruta da dieta, a excreção urinária de creatinina parece não ser afetada (Valadares et al., 1997) e é formada no tecido muscular, pela remoção irreversível do fosfato de creatinina originada do metabolismo de aminoácidos (Harper et al., 1982).

A creatinina é formada no tecido muscular pela remoção não enzimática e irreversível de água do fosfato de creatina, a qual se origina do metabolismo dos aminoácidos (Borsook e Dubnoff, 1947, Murray et al., 1999). Em vários experimentos com bovinos, foi observado que a excreção diária desta molécula, como proporção do peso vivo, é relativamente semelhante entre os animais (Valadares et al., 1997; Rennó et al., 2000a; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001). De outra forma, foi observado também que a relação entre a concentração dos derivados das purinas e creatinina em amostras pontuais de urina é relativamente constante ao longo do dia (Chen et al., 1992; Gonda e Lindberg,

1994; Chen et al., 1995). Com base nisto, tem sido sugerido o uso da concentração de creatinina em amostras pontuais de urina como indicador da excreção urinária total dos animais.

Vários estudos sugerem ser a excreção de creatinina uma função constante do peso vivo e pouco afetado pelo teor de N da dieta, o que levou muitos autores a sugerir que a avaliação da excreção endógena de N possa ser derivada de determinações da excreção urinária de creatinina (Ørskov e Macleod, 1982; Valadares et al., 1997; Rennó et al., 2000). Para medida do balanço de nitrogênio, do teor de energia metabolizável da dieta e, para estimar a síntese protéica microbiana ruminal a partir da excreção dos derivados das purinas em estudos de digestão com ruminantes, é necessário, entre outros, medir a excreção urinária de nitrogênio e dos derivados das purinas. Para tal, normalmente faz-se a coleta total da urina dos animais durante alguns dias em cada período experimental (Schneider e Flatt, 1975). Quando os ensaios são realizados com animais machos, confinados e mantidos em gaiolas metabólicas, este procedimento é relativamente simples. No entanto, a coleta total de urina de fêmeas e de animais em pastejo é mais difícil ou até mesmo impraticável. Em função disto, métodos alternativos têm sido sugeridos para estimativa da produção urinária nestas condições.

A produção de creatinina parece ser constante e proporcional às concentrações celulares de creatina e fosfato de creatina (Borsook e Dubnoff, 1947), mas, uma vez que as taxas de filtração glomerular e de produção de urina variam (Gürtler et al., 1987), as concentrações de creatinina na urina podem variar ao longo do dia. Rennó et al. (2000) analisaram dados de vários experimentos com bovinos e observaram que a excreção de

creatinina entre animais de um mesmo experimento foi semelhante. No entanto, entre experimentos variou de, aproximadamente, 17 até 37mg kg<sup>-1</sup> de peso vivo.

O objetivo deste experimento foi o de avaliar o efeito da associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes volumosos sobre a estimativa da produção de proteína microbiana, eficiência de síntese de proteína microbiana, concentrações de uréia na urina, uréia e N-uréia no plasma e no leite de vacas da raça Holandesa em lactação.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Estação Experimental de São Bento do Una, pertencente à Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, no período de janeiro a abril de 2005.

O município de São Bento do Una está localizado na mesoregião do Agreste Setentrional e microregião do Vale do Ipojuca, tendo como coordenadas geográficas de posição 8°31'16" de latitude sul e 36°33'0" de longitude oeste, com 650 m de altitude. A precipitação pluviométrica média da região está em torno de 629,9 mm por ano, concentrada nos meses de março a julho, sendo responsável por aproximadamente 60 % do volume total anual. As temperaturas mais elevadas são observadas nos meses de novembro a janeiro, sendo superiores a 30° C. A temperatura média mensal varia de 21,7 a 25° C e mínima de 15,7 e 15,2° C. A umidade relativa do ar em média de 66 % (FIDEPE, 1982). Foram utilizadas cinco vacas da raça Holandesa, variedade preto e branco, com peso vivo médio de 560 kg, produção inicial de leite de 20 kg e período de lactação em torno de 100 dias e nenhum animal havia sido inseminado quando iniciou o trabalho.

Os animais foram distribuídos em um quadrado latino 5x5, sendo cinco animais, cinco tratamentos e cinco períodos experimentais. Cada período teve duração de 14 dias, sendo 7 para adaptação às dietas e 7 para coleta de dados e amostras, totalizando 70 dias. Os tratamentos experimentais consistiram de ração completa contendo palma forrageira cv.



Gigante (*Opuntia ficus indica* Mill) associada a diferentes volumosos, bagaço de cana (BC), feno de capim-tifton (FCT) (*Cynodon* spp.), feno de capim-elefante (FCE) (*Pennisetum purpureum*, Schum), silagem de sorgo (SS) (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e mistura de silagem de sorgo e bagaço de cana (SSBC). As proporções dos diferentes ingredientes e a composição dos ingredientes das dietas experimentais estão apresentadas nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

Tabela 1. Composição percentual dos ingredientes das dietas experimentais

Ingredientes (% na MS)	Tratamentos				
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC
Palma Forrageira	50,05	49,81	46,66	48,38	49,72
Bagaço de cana	24,07	=	=	=	12,35
Silagem de sorgo	=	=	=	25,62	12,72
Feno de elefante	=	=	27,98	=	=
Feno de Tifton	=	25,35	=	=	=
Farelo de soja	13,44	13,42	13,43	13,76	13,22
Milho moído	4,45	4,44	4,45	4,56	4,38
Farelo de trigo	4,45	4,45	4,45	4,56	4,38
Uréia	1,38	0,38	0,88	0,90	1,11
Mistura mineral*	2,14	2,14	2,14	2,22	2,10

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

\* Sal comum+Sal mineral+Fosfato Bicálcico.

Tabela 2. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF), lignina, proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e nutrientes digestíveis totais (NDT) dos ingredientes das dietas experimentais

Itens	Palma	Bagaço	Feno de tifton	Feno de elefante	Silagem de sorgo	Farelo de soja	Milho moído	Farelo de trigo
MS (%)	13,37	84,19	82,00	81,99	26,25	88,99	88,43	88,50
PB <sup>1</sup>	3,0	1,24	8,54	6,11	5,82	49,94	9,24	16,59
FDA <sup>1</sup>	17,88	56,82	34,25	41,50	31,17	9,44	4,61	11,50
FDN <sup>1</sup>	31,62	79,04	64,18	64,81	67,08	12,13	15,58	36,83
EE <sup>1</sup>	1,55	0,18	1,49	1,25	2,01	2,08	4,02	3,31
MM <sup>1</sup>	9,31	3,45	8,57	8,35	7,14	8,43	1,88	8,39
MO <sup>1</sup>	90,69	96,57	91,46	91,62	92,95	91,34	98,26	91,41
CHT <sup>1</sup>	86,13	95,14	81,53	84,25	85,14	40,06	85,3	72,35
CNF <sup>1</sup>	55,49	17,36	21,81	21,87	34,98	30,52	64,31	39,22
Lignina <sup>1</sup>	6,87	18,69	9,65	11,67	8,88	2,24	3,68	5,75
PIDA <sup>1</sup>	0,49	0,95	0,55	0,49	0,64	3,07	0,58	0,45
PIDN <sup>1</sup>	0,97	1,10	4,60	2,13	2,59	2,63	2,10	3,67
NDT <sup>1,2</sup>	69,34	44,85	56,71	53,08	58,09	83,96	90,01	73,56

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

1- (% na MS)

2- Estimado pela equação do NRC (2001)

Na Tabela 3 encontra-se os teores médios dos nutrientes das dietas experimentais.

Tabela 3. Teores médios de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), carboidratos totais (CHT), carboidratos não-fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Itens	Tratamentos				
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC
MS (%)	21,32	21,70	22,52	19,17	20,2
PB <sup>1</sup>	14,65	13,04	14,23	13,88	13,74
FDA <sup>1</sup>	21,91	17,94	19,39	16,85	19,94
FDN <sup>1</sup>	36,38	34,60	33,91	31,31	34,53
EE <sup>1</sup>	1,48	1,74	1,69	1,91	1,65
MM <sup>1</sup>	6,84	7,94	7,97	7,63	7,24
MO <sup>1</sup>	87,42	87,82	87,19	87,56	87,81
CHT <sup>1</sup>	76,23	74,44	74,30	74,79	76,13
CNF <sup>1</sup>	41,47	42,39	42,26	45,43	43,33
NDT <sup>1,2</sup>	56,51	58,01	56,88	58,75	57,53

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim tifton, FCE- Feno de capim elefante, SS-

Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo + bagaço de cana

3- (% na MS)

2- Valor estimado através do ensaio de digestibilidade

Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de 14 dias de adaptação ao manejo experimental e às instalações. Foram realizadas pesagens dos animais no início e final de cada período experimental. Estes animais foram mantidos em baias individuais com piso de terra, separadas entre si por cerca de arame farpado com área coberta de 6 m<sup>2</sup>, dotadas de cochos e bebedores para controle do consumo de alimentos e água. A alimentação foi oferecida duas vezes ao dia (6 h e 30 min e 15 h e 30 min) na forma de mistura completa, permitindo sobras de 5 a 10% do total de MS fornecida, como forma de manter os níveis dos ingredientes das dietas.

Diariamente os animais foram transferidos nas horas mais quentes do dia para um local sombreado onde permaneceram das 10 h às 15 h, quando eram levados para o estábulo de ordenha retornando logo após as baias experimentais, este manejo foi adotado com o intuito de minimizar o desconforto térmico dos animais.

As dietas foram formuladas de acordo com as recomendações do NRC (2001), para atender às exigências de vacas em lactação, com produção de leite em torno de 20 kg/dia com 3,5% de gordura de acordo com o peso vivo dos animais.

O bagaço de cana-de-açúcar utilizado foi adquirido de usinas e armazenado em local seco e arejado. A silagem e o feno de capim elefante foram confeccionados na própria estação experimental onde ocorreu o experimento, sendo a silagem armazenada em silo tipo trincheira e a variedade de sorgo utilizada foi SF-25. O feno de capim tifton utilizado foi oriundo do Rio Grande do Norte. A palma foi picada em máquina forrageira no momento do fornecimento e misturada à fonte volumosa e ao alimento concentrado no cocho.

Durante o período de coleta, foram realizadas coletas *spot* de urina, obtidas no 8<sup>o</sup> dia de cada período experimental, aproximadamente quatro horas após a alimentação, durante micção espontânea. Uma alíquota de 10 mL foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,036. Após a diluição, foi aferido o pH e, caso necessário, ajustado para valores inferiores a 3, com pequenas gotas de ácido sulfúrico concentrado, a fim de evitar destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico, sendo armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$ , para posteriormente serem submetidas à análise de Creatinina, Uréia, Alantoína e Ácido úrico.

Na mesma ocasião foram coletadas amostras de sangue de cada animal, por punção da veia jugular, utilizando-se heparina como anticoagulante. As amostras foram

imediatamente centrifugadas a 5.000 rpm durante 15 minutos. O plasma resultante foi armazenado a  $-20^{\circ}\text{C}$  para posterior análise de uréia.

Amostras de leite das duas ordenhas de cada animal foram coletadas no 6<sup>o</sup> e 7<sup>o</sup> dia de coleta, onde de imediato foram submetidas à análise para gordura. Uma quantidade de 10 mL de leite foi misturada com cinco mL de ácido tricloroacético a 25 %, filtrado em papel de filtro e armazenada a  $-20^{\circ}\text{C}$  para análise de uréia e alantoína.

Para análise de uréia no plasma, na urina e no leite desproteinado e creatinina na urina, bem como a análise do ácido úrico na urina, foram utilizados kits comerciais (Labtest), seguindo as orientações dos fabricantes. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFRPE.

As análises de alantoína na urina e no leite desproteinado foram feitas pelo método colorimétrico, proposto por Fugihara et al. (1987), descrito por Chen e Gomes (1992).

O volume urinário foi estimado para cada animal, multiplicando-se o respectivo peso vivo pela excreção diária de creatinina (mg/ kg de PV) e dividindo-se esse produto pela concentração de creatinina (mg/L) na urina *spot*. Para valor da excreção diária de creatinina por kg de PV foi adotada média dos experimentos realizados por Silva et al., 2001; Oliveira et al., 2001 e Valadares et al., 1999.

A excreção total de derivados de purinas (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína excretada na urina e no leite, e excreção de ácido úrico na urina, expressos em mmol/dia.

As purinas absorvidas (PA) (X, mmol/dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (Y, mmol/dia) por intermédio da equação  $X = \{Y - (0,385 * PV^{0,75})\}/0,85$ , em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e  $0,385 PV^{0,75}$ , a contribuição endógena para a excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi calculada em função das PA (X, mmol/dia), utilizando-se uma modificação de equação descrita por Chen e Gomes (1992), substituindo-se a relação Npurina:Ntotal nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme Valadares et al. (1999).  $Y = 70X / 0,83 * 0,134 * 1000$ , em que 70 é o nitrogênio de purinas (mgN/mol); 0,134, a relação N purina:N total das bactérias e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas. A eficiência de síntese microbiana foi calculada pela seguinte forma  $ESPBmic = ((0,629 * \text{purina absorvida}) * 6,25) / \text{CNDT}$ .

Os resultados foram submetidos a análise de variância, utilizando o Sistema de Análise Estatística e Genéticas- SAEG (Universidade Federal de Viçosa – UFV, 1998).

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Observa-se na Tabela 4, as médias referentes à estimativa do volume urinário e as excreções urinárias diárias de creatinina, alantoína, alantoína no leite e alantoína total, purinas totais, purinas absorvidas, síntese de nitrogênio microbiano e proteína bruta microbiana, estimadas a partir da amostra “spot” de urina.

Tabela 4 – Média das estimativas do volume urinário estimado (VUE), excreções urinárias de ácido úrico (AU) e alantoína (ALu), alantoína no leite (ALl), alantoína total (ALt), excreção de derivados purina total (EDPt), purinas absorvidas (Pa) e sínteses de nitrogênio microbiano (SNmic) e proteína (SPBmic), coeficientes de variação (CV) nos tratamentos

Variáveis	Tratamentos					CV (%)
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC	
VUE (L/dia)	17,04a	20,95a	22,12a	18,38a	17,89a	14,59
AU (mmol/dia)	6,37a	7,17a	5,89a	5,15a	5,43a	32,65
Alu (mmol/dia)	278,38a	318,93a	274,27a	298,12a	296,54a	24,71
ALl (mmol/dia)	13,04a	13,97a	13,42a	14,24a	13,88a	10,37
ALt (mmol/dia)	291,42a	332,90a	287,70a	312,36a	310,42a	23,52
EDPt (mmol/dia)	297,51a	337,43a	292,89a	317,86a	316,14a	23,51
Pa (mmol/dia)	298,40a	345,03a	292,32a	320,46a	319,94a	27,29
SNmic (gN/dia)	187,69a	217,03a	183,87a	201,57a	201,24a	27,29
SPBmic (g/dia)	1173,09a	1356,42a	1149,17a	1259,81a	1257,75a	27,29

Médias na mesma linha acompanhadas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim-tifton, FCE- Feno de capim-elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana

O volume urinário estimado pelo indicador metabólico creatinina não foi influenciado pelos diferentes volumosos na dieta, provavelmente, pelo fato de não haver diferença significativa na produção de leite e consumo de matéria seca, cujo valor médio observado foi de 19,27 L/dia. Segundo o NRC (2001), as principais fontes de perda de água pelo animal são pela produção de leite, perdas fecais, e perdas urinárias. As perdas pelo leite e fezes são similares, próximas a 35% da ingestão total de água, respectivamente; enquanto a perda pela urina está em torno da metade das perdas fecais, variando de 15 a 21% em vacas em lactação.

O requerimento de água pelos animais, estimado por meio da equação de Murphy et al. (1993), citados pelo NRC (2001), seria em média, de 84,00 kg/dia, o que leva a uma estimativa de excreção diária de urina de 14,3 e 17,6 L/dia, para os valores de 17 e 21% das perdas totais de água preconizadas. Portanto, estes valores creditam o indicador creatinina para estimar o volume urinário com segurança.

A excreção de ácido úrico apresentou média de 6,00 mmol/dia, este valor encontra-se próximo ao encontrado por Magalhães et al. (2005) de 8,64 mmol/dia e inferior aquele observado por Silva et al. (2001), que corresponde a 23,81 mmol/dia. De acordo com Giesecke et al. (1994) e Johnson et al. (1998), a excreção de ácido úrico pode ser usada para estimar a produção de N microbiano em vacas leiteiras durante todos os estádios da lactação, exceto durante o início da mesma, pois, nesta fase, as vacas tendem a excretar mais ácido úrico e menos alantoína, ocorrendo o oposto ao término da lactação. As razões para estas inclinações, segundo os mesmos autores, poderiam ser as diferenças na atividade da uricase no fígado e tecido extra-hepático, alteração na rota de excreção da alantoína e ácido úrico via urina, leite, saliva e outros meios de excreções e alterações na quantidade e na proporção de perdas endógenas de purinas, via urina, devido aos diferentes estádios fisiológicos.

As excreções urinárias de alantoína não foram afetadas pelos tratamentos e apresentaram média de 293,25 mmol/dia. Estes resultados representam aproximadamente 93% do total excretado de derivados de purina, pouco acima dos valores encontrados por Oliveira et al. (2001) e Vagnoni et al. (1997) que foram de 85,4 e 86,6 %, respectivamente.

A excreção de alantoína na urina reflete a excreção total de derivados de purinas em aproximadamente 85 % (Verbic et al., 1990), desta forma Puchala e Kulasek (1992), sugeriram não realizar todas as análises dos derivados de purinas, mas apenas as de alantoína. A secreção de alantoína no leite, que foi em média 13,71 mmol/dia, também não foi influenciada pelos tratamentos, provavelmente, devido ao fato de não ter havido variação na produção de leite dos animais utilizados neste experimento.

As excreções de derivados de purina total, purinas absorvidas e síntese de nitrogênio microbiano não variaram com os tratamentos, apresentando valores médios de 312,37, 315,23 mmol/dia e 198,28 gN/dia, respectivamente. Silva et al. (2001) trabalhando com vacas com produção de leite em torno de 20 kg/dia, verificaram valores muito próximos aos encontrados no presente trabalho, para excreções de derivados de purinas, purinas absorvidas e nitrogênio microbiano na urina *spot*, que apresentaram média de 311,3; 317,04 mmol/dia e 199,44 gN/dia, respectivamente.

Na Tabela 5 encontram-se as médias referentes à estimativa das eficiências da síntese de nitrogênio microbiano (ESNmic) e proteína bruta microbiana (ESPBmic), uréia na urina, uréia e N-uréia no plasma, uréia e N-uréia no leite.

Tabela 5 – Eficiências médias da síntese de nitrogênio microbiano (ESNmic), e proteína bruta microbiana (ESPBmic), uréia na urina (UU), uréia plasmática (UP) e nitrogênio uréia no plasma (NUP), uréia no leite (UL) e nitrogênio uréia no leite (NUL), coeficientes de variação (CV) em função dos tratamentos

Variáveis	Tratamentos					CV (%)
	BC	FCT	FCE	SS	SSBC	
ESNmic (g/dia)	34,39a	31,72a	26,99a	26,52a	27,94a	31,58
ESPBmic (gPBmic/kg NDT)	124,93a	123,37a	102,66a	100,79a	104,88a	31,09
UU (mg/kgPV)	357,74a	317,42a	265,72a	244,46a	318,71a	41,82
UP (mg/dL)	29,00a	26,07a	28,74a	28,33a	28,39a	27,89
NUP (mg/dL)	13,51a	12,15a	13,39a	13,20a	13,23a	27,89
UL (mg/dL)	11,45a	10,03a	11,75a	10,94a	10,74a	26,49
NUL (mg/dL)	5,33a	4,67a	5,47a	5,09a	5,00a	26,49

Médias na mesma linha acompanhadas por letras iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey

BC- Bagaço de cana, FCT- Feno de capim tifton, FCE- Feno de capim elefante, SS- Silagem de sorgo, SSBC- Silagem de sorgo mais bagaço de cana

A eficiência de síntese de proteína bruta microbiana média entre os tratamentos, de 111,32 gPBmic/kg NDT, encontra-se próximo ao preconizado pelo NRC (2001), que é de 130 gPBmic/kg NDT. Valadares Filho e Chizzotti (2005), revisando trabalhos realizados no Brasil, verificaram uma média de 112,83 gPBmic/kg NDT. A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e de nitrogênio no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Russell et al., 1992; NRC, 1996). Pode-se inferir, a partir desses resultados, que não houve limitação para o crescimento dos microrganismos no presente trabalho.

A excreção urinária de uréia (UU) apresentou média de 300,81 mg/kgPV, não havendo diferença entre os tratamentos. Oliveira et al. (2001) encontraram valores de excreções de uréia variando de 217,05 a 358,80 mg/kgPV, enquanto Silva et al. (2001) relataram média de 395,51 mg/kgPV, o que mostra que os resultados encontrados no presente estudo ficaram entre os valores encontrados na literatura consultada.

As concentrações de uréia (UP) e N-uréia (NUP) plasmáticas, não foram alterados pelos tratamentos, apresentando médias de 28,10 e 13,09 mg/dL, respectivamente. Estes valores estão dentro de uma faixa de variação encontrada na literatura, como valores obtidos por Cruz (2002) de 31,37 e 14,62 mg/dL, Oliveira et al. (2001) que encontraram valores crescentes de 35,52 a 49,52 e 23,08 a 16,43 mg/dL e Valadares et al (1999) com valores de 22,8 e 17,3 mg/dL, respectivamente. A concentração de uréia (UP) e N-uréia (NUP) no plasma depende da quantidade de proteína e energia dietética. A excreção de uréia seguiu o mesmo comportamento de N-uréia no plasma, confirmando a afirmação de



Harmeyer e Martens (1980) de que a quantidade de uréia excretada na urina é influenciada principalmente pela sua concentração no plasma.

As concentrações de uréia (UL) e N-uréia (NUL) no leite não apresentaram diferenças significativas, apresentando médias de 10,98 e 5,11 mg/dL, respectivamente. Este fato, provavelmente ocorreu devido à ausência de significância nas variáveis uréia e N-uréia no plasma, pois segundo Kauffman e St-pierre (2001), citados por Cruz (2002), o aumento na amônia no rúmen, leva ao aumento da concentração sanguínea de uréia e conseqüentemente sua difusão para o leite. A concentração de uréia no leite pode ser um potente indicador do metabolismo protéico em vacas (Roseler et al., 1993; Jonker et al., 1998).

## **CONCLUSÕES**

A síntese de proteína microbiana e as concentrações de uréia não foram influenciados pelas diferentes fontes volumosas associadas a palma forrageira.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

BORSOOK, H.; DUBNOFF, J.W. The hydrolysis of phosphocreatine and the origin of urinary creatinine. *J. Bio. Chem.*, California, v.168, p. 493-510, 1947.

CHEN, X. B.; GOMES, M. J. *Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: An overview of technical details.* INTERNATIONAL FEED RESEARCH. UNIT.. Rowett Research Institute, Aberdeen, United Kingdom (Occasional Publication). p.21, 1992.

CHEN, X.B. et al. Effect of feeding frequency on diurnal variation in plasma and urinary purine derivatives in steers. *Ani. Prod.*, Scotland, v.55, n.2, p.185-191, 1992.

CHEN, X.B. et al. Evaluation of the use of the purine derivative:creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. *J. Agri. Sci.*, v.125, n.1, p.137-143, 1995.

CLARK, J.H. et al. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

CRUZ, M.C.S. *Estimativas de perdas endógenas e balanço de nitrogênio em vacas lactantes alimentadas com níveis crescentes de uréia e mandioca.* Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002. 73f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2002.

FUNDAÇÃO DE INFORMAÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DE PERNAMBUCO/FIDEPE, 1982. São Bento do Una. Recife, 1982. 80p. (*Monografias Municipais*).

GIESECK, D. et al. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. *J. Dairy Sci.*, 77(8):2376-2381, 1994.

GONDA, H.L.; LINDBERG, J.E. Evaluation of dietary nitrogen utilization in dairy cows based on urea concentration in blood, urine and milk, and on urinary concentration of purine derivatives. *Ac. Agr. Scand.*, v.44, n.4, p.236-245, 1994.

GÜRTLER, H. et al. *Fisiol. vet.* 4.ed. Rio de Janeiro : Guanabara Koogan, 1987. 612p.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *J. Dairy Sci.*, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.

HARPER, H.A. et al. *Manual de química fisiológica.* 5.ed. São Paulo: Atheneu, 1982. 736p.

- JOHNSON, L.M. et al. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. *J. Dairy Sci.* 81(9):2408-2420, 1998.
- JONKER, J.S. et al.. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.81, p.2681-2692, 1998.
- MAGALHÃES, K.A. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. *Rev. Bras. Zoot.*, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.
- MURRAY, R.K. et al. *Harper's biochemistry*. 25.ed. New York : McGraw-Hill, 1999. 928p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. *Nutrient requirements of the dairy cattle*. 7. ed. Washington: D.C. 363p. 2001.
- OLIVEIRA, A.S. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. *Brit. J. Nutr.*, v.47, p.625-636, 1982.
- PEREZ, J.F. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using <sup>15</sup>N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *Brit. J. Nutr.*, v.75, p.699-709, 1996.
- PUCHALA, R.; KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. *Canad. J. Ani. Scie.* V.72, p.821-830, 1992.
- RENNÓ, L.N. et al. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000a.
- RENNÓ, L.N. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- ROSELER, D.K. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in holstein cows. *J. of Dairy Sci.*, v.76, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Ani. Sci.*, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SILVA, R.M.N. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.

SCHNEIDER, B.H.; FLATT, W.E. *The evaluation of feeds through digestibility experiments*. Athens : The University of Georgia, 1975. 423p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA- UFV. SAEG- *Sistema de análise estatística e genética, versão 8.0*. Viçosa (manual do usuário). 150p. 1998.

VAGNONI, D.B. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *J. Dairy Sci.*, v.80, p.1695-1702. 1997.

VALADARES FILHO, S.C. Eficiência da síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1995. p.355-388.

VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L. Eficiência da síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 2005, Belo Horizonte, MG. *Anais...* Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2005. p.190-211.

VALADARES, R.F.D. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dairy Sci* Campaign, v. 82, p.2866-2699, 1999.

VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de proteína em dietas de bovino. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *Rev. Bras. de Zoot.*, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

VERBIC, J. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivatives excretion by steers. *J. Agri. Sci.* v. 114, p. 243-248, 1990.