



**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS
LEITEIRAS CONFINADAS**

MARIA DO SOCORRO MERCÊS ALVES AGUIAR

2013



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS
LEITEIRAS CONFINADAS**

Autor: Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar
Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA
BAHIA – BRASIL
Abril de 2013

MARIA DO SOCORRO MERCÊS ALVES AGUIAR

**PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS LEITEIRAS
CONFINADAS**

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Coorientadores: Prof. Dr. Sérgio Luiz R. Donato

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA - BRASIL
Abril de 2013

636.085 Aguiar, Maria do Socorro Mercês Alves.
S282p Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas. / Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar. – Itapetinga-BA: UESB, 2013. 110f.

Tese do Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e coorientação do Prof. D.Sc. Sérgio Luiz Rodrigues Donato e Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Palma forrageira - Novilhas leiteiras - Desempenho. 2. Palma forrageira e silagem de sorgo – Alimentação de novilhas confinadas - Comportamento. 3. Palma forrageira – Novilhas leiteiras – Viabilidade econômica. 4. Palma forrageira – Novilhas leiteiras – Proteína microbiana. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Donato, Sérgio Luiz Rodrigues. IV. Silva, Robério Rodrigues. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Palma forrageira – Alimentação animal
2. Silagem de sorgo - Alimentação animal

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: "Palma Forrageira em Dietas de Novilhas Leiteiras Confinadas".

Autor (a): Maria do Socorro Mercês Alves Aguiar

Orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

Co-orientador (a): Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



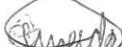
Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva - UESB



Prof. Dr. Sérgio Luiz Rodrigues Donato - IFBAIANO



Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires - UESB



Prof. Dr. Vitor Visintin Silva Almeida - IFBAIANO



Prof. Dr. Mário Norberto Slomp - UNIGUAÇU

Data de realização: 10 de abril de 2013.

Data da defesa: 10 de abril de 2013

UESB - Campus Juvino Oliveira, Praça Primavera nº 40 – Telefone: (77) 3261-8628
Fax: (77) 3261-8701 – Itapetinga – BA – CEP: 45.700-000 – email: ppzootecnia@yahoo.com.br

Continuo amando e acreditando em Deus, mesmo quando os "milagres" que imploro não acontecem, pois os milagres que imploro e os pedidos que faço se baseiam em minha vontade e Deus não está aqui pra me dar o que eu desejo. Deus está aqui é pra me dar o que eu preciso!

Padre Fábio de Mello

Aos meus filhos Davi e Dara; razão da minha vida, alegria e incentivo para continuar.

Ao meu marido Alex, pela compreensão, incentivo e apoio.

Aos meus pais João e Glória, pela confiança e por acreditarem em mim.

Aos meus irmãos Gildeth, Geovane, Viola (Jeovane) e Vitória, pelo apoio.

Ao meu sobrinho e afilhado Jean Ariel, exemplo de dedicação.

As minhas sobrinhas Giovanna, Giulia, Ana Beatriz, Samara e Daniela.

Ao meu sobrinho Cauã.

A minha cunhada Normélia, sempre presente nos momentos certos.

DEDICO

A DEUS, que nunca me deixou nessa caminhada cheia de obstáculos.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

- A Deus, eterna fonte de sabedoria e bondade no coração dos homens;
- Ao Instituto Federal Baiano – *Campus* Guanambi, na pessoa do Professor Carlos Elízio Cotrim e demais diretores que viabilizaram a realização deste projeto;
- À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – *Campus* Itapetinga, em especial aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, pela oportunidade da realização do Curso de Doutorado;
- Ao Prof. Fabiano Ferreira da Silva, pela orientação, paciência, confiança, amizade e toda ajuda dedicada;
- Ao Prof. Sérgio Luiz Rodrigues Donato, pela coorientação, colaboração nas análises estatísticas, paciência, confiança, amizade e disposição;
- Ao Prof. Aureliano José Vieira Pires, pela amizade e toda ajuda disponibilizada;
- Ao Prof. Paulo Bonomo, pela atenção, compreensão e disponibilidade;
- À amiga e colega Professora Aureluci Alves de Aquino, pelo incentivo e disponibilidade sempre que solicitada;
- Aos companheiros de viagem Paulo Emilio, João Abel e Mariana pela companhia, amizade, risadas, orações na Serra do Marçal e conversas animadas em todo o percurso Guanambi – Itapetinga e vice versa;
- A Normélia Chaves Mercês (Diretora de Administração e Planejamento do IFBaiano *Campus* Guanambi), pela dedicação, boa vontade e que não mediu esforços para atender as nossas solicitações na construção do laboratório experimental;
- Ao colega Ancilon Araújo Junior (Coordenador Geral de Produção e Pesquisa do IFBaiano *Campus* Guanambi) pela disposição e boa vontade em atender aos nossos pedidos;
- Ao amigo Antônio Meira (funcionário do IFBaiano *Campus* Guanambi), pela amizade, confiança, oração e por acreditar no projeto; sempre disponível para resolver qualquer problema;
- Ao funcionário do IFBaiano *Campus* Guanambi, Renato Santana Veiga, que foi essencial para o trabalho de campo;
- Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura da UESB - *Campus* Itapetinga, Zezinho, pelo apoio prestado à realização das análises químicas bromatológicas;
- Ao colega Lucas Teixeira Costa, pela ajuda na realização dos cálculos da viabilidade econômica do projeto;
- Ao colega Alex Schio, pela ajuda e disponibilidade na realização dos trabalhos de campo e tese;
- Aos colegas da UESB – Itapetinga -BA, Eli Santana, Dicastro, Antônio, Patrick, Valéria, Vinicius, Danilo, Murilo de Almeida e Rodrigo pela preciosa ajuda nas atividades de campo e laboratório;
- Aos funcionários do IFBaiano *Campus* Guanambi que contribuíram com atividades de manejar as novilhas para pesar, vermifugar, na coleta de sangue,

mistura do concentrado e colheita da palma forrageira; Zezão, Branco, Adalberto, Souza, Biu, Deíco e Tobias;

- Ao ex funcionário IFBaiano *Campus* Guanambi Sr. Joaquim, sempre presente no momento certo e por ceder as palmas para a conclusão do experimento;
- Ao aluno Guilherme Meira, pela ajuda na coleta de sobras e amizade;
- Aos alunos voluntários; Amazon, Diogo, Selimar, Maria Carolina, Sávio e demais alunos voluntários pela ajuda na coleta de dados;
- Ao meu marido Alex Aguiar e aos nossos filhos Davi e Dara, pelo incentivo e paciência em acompanhar cada fase do doutorado, torcendo para dar certo.
- A Rosa, secretária da casa, pela colaboração, tomando conta da nossa casa e pelo café da manhã, antes de ir para o campo;
- A Valdinéia, Rosa, Eliane, Ademir e a todos os outros amigos, por acreditar e sempre orar pela minha família e por essa tese;
- A Cíntia Carmem Batista Guimarães, por colaborar cuidando dos meus filhos, da casa e pelo apoio;
- Aos produtores Elenilton Antônio da Silva, Edimar de Souza Santos, Joelio, Ornofre Pereira Lima, Silvio Pereira da Costa, José Serrilha, Raul Ribeiro Costa, José Luiz, Paulo Amorim, Milton Laranjeiras, Luiz Antônio Pereira Costa; que confiaram e cederam as novilhas para o projeto, sem essa colaboração o projeto não aconteceria;
- Aos alunos IFBaiano *Campus* Guanambi, pela compreensão e torcida;
- Ao professor Jair Marques (*in memoriam*), pela amizade, compreensão e por deixar a mensagem de sempre observar o comportamento do animal;
- A aluna e colega Taty Malheiros, pela colaboração e demonstração de amizade;
- Enfim, a todos aqueles que contribuíram de alguma forma para o êxito deste trabalho, seja pela ajuda direta ou por uma palavra de apoio, torcida e amizade.

Obrigada!

BIOGRAFIA

MARIA DO SOCORRO MERCÊS ALVES AGUIAR, filha de João Alves de Santana e Maria Glória das Mercês Santana, nasceu em 26 de maio de 1967, em Itapetinga - Bahia.

Possui graduação em Zootecnia pela Universidade Federal de Viçosa (1992), licenciatura plena para professores do Ensino Médio pela Fundação de Educação para o Trabalho de Minas Gerais (1995), especialização em aves e suínos pela Universidade Federal de Lavras (1998), especialização em Uso racional dos recursos naturais e seus reflexos pela Universidade Federal de Viçosa (2002), mestrado em Agronomia (Fitotecnia) aproveitamento de resíduos na alimentação de ruminantes pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2004) e doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (2013) área de Concentração Produção de Ruminantes.

Desde 1996, é professora do ensino Básico Técnico e Tecnológico e do Curso Superior do Instituto Federal Baiano *Campus* Guanambi.

SUMÁRIO

| | Páginas |
|--|---------|
| LISTA DE FIGURAS..... | x |
| LISTA DE TABELAS | xi |
| RESUMO..... | xiii |
| ABSTRACT..... | xv |
| I – REFERÊNCIAL TEÓRICO..... | 01 |
| 1.1. Introdução..... | 01 |
| 1.2. Referências Bibliográficas | 05 |
| II – OBJETIVOS GERAIS | 08 |
| III - CAPÍTULO I – TEORES DA PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS LEITEIRAS CONFINADAS: DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E VIABILIDADE ECONÔMICA..... | 09 |
| Resumo..... | 09 |
| Abstract | 10 |
| Introdução | 11 |
| Material e Métodos..... | 12 |
| Resultados e Discussão..... | 21 |
| Conclusões..... | 36 |
| Referências Bibliográficas..... | 37 |
| IV-CAPÍTULO II – TEORES DA PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS LEITEIRAS CONFINADAS: SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E CONCENTRAÇÕES DE UREIA..... | 42 |
| Resumo..... | 42 |
| Abstract..... | 43 |
| Introdução..... | 44 |
| Material e Métodos..... | 46 |
| Resultados e Discussão..... | 52 |
| Conclusões..... | 58 |
| Referências Bibliográficas..... | 59 |

| | |
|--|----|
| V- CAPÍTULO 3 – CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM NOVILHAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA OU SILAGEM DE SORGO | 63 |
| Resumo..... | 63 |
| Abstract | 64 |
| Introdução | 65 |
| Material e Métodos | 66 |
| Resultados e Discussão | 69 |
| Conclusões | 75 |
| Referências Bibliográficas | 76 |

LISTA DE FIGURAS

| | Página |
|--|--------|
| FIGURA 1. Coleta de amostra de urina <i>spot</i> : material utilizado (1A), urina coletada (1B), filtração (1C), alíquota da urina (1D), diluição em ácido sulfúrico (1E) e acondicionamento (1F)..... | 72 |
| FIGURA 2. Coleta de sangue: coleta no animal veia jugular (2A), tubo de ensaio com anticoagulante e sangue (2B), centrifugação (2C), decantação (2D), retirada do plasma (2E) e acondicionamento (2F)..... | 73 |

LISTA DE TABELAS

| | | Página |
|--------------|---|--------|
| TABELA 1.1 | Composição dos alimentos nas dietas experimentais, base na matéria Seca..... | 30 |
| TABELA 1.2. | Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira..... | 31 |
| TABELA 1.3. | Composição química das dietas experimentais..... | 31 |
| TABELA 1.4. | Preços de insumos e serviços utilizados no experimento..... | 36 |
| TABELA 1.5. | Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animais e terra, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total..... | 36 |
| TABELA 1.6. | Consumos médios diários de nutrientes por novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira na dieta..... | 38 |
| TABELA 1.7. | Coefficiente de digestibilidade dos nutrientes e nível de nutrientes digestíveis totais em novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira..... | 43 |
| TABELA 1.8. | Desempenho de novilhas 3/4 holandês-zebu em função de teores de palma forrageira na dieta..... | 47 |
| TABELA 1.9. | Tempos em alimentação, ruminação e ócio, em minutos, de novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira..... | 48 |
| TABELA 1.10. | Eficiência de alimentação (kg MS e FDN/h) e ruminação (kg de MS e FDN/bolo), mastigações meréricas, número de períodos de refeição, ruminação e ócio (n ^o /dia)..... | 51 |
| TABELA 1.11. | Renda bruta, custo operacional efetivo, custo operacional total, | |

| | | |
|--------------|--|-----|
| | lucro por novilha por dia..... | 55 |
| TABELA 1.12. | Taxa interna de retorno mensal e o valor presente líquido para taxas de retorno de 6, 10 e 12%, respectivamente, para um ano..... | 57 |
| TABELA 2.1. | Composição dos alimentos nas dietas experimentais, base na matéria seca..... | 70 |
| TABELA 2.2. | Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira..... | 70 |
| TABELA 2.3. | Composição química das dietas experimentais..... | 71 |
| TABELA 2.4. | Balanço de compostos nitrogenados, concentrações de N uréico na urina e no plasma e excreções de ureia e N uréico na urina de novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira..... | 77 |
| TABELA 2.5. | Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana em novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira..... | 81 |
| TABELA 3.1. | Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira..... | 93 |
| TABELA 3.2. | Consumos médios diários dos nutrientes por novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com palma forrageira ou silagem de sorgo..... | 96 |
| TABELA 3.3. | Coefficiente da digestibilidade dos nutrientes em novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com dieta exclusiva de palma forrageira ou silagem de sorgo..... | 99 |
| TABELA 3.4. | Desempenho de novilhas 3/4 holandês-zebu, expresso pelo peso corporal médio inicial, peso corporal médio final, alimentadas exclusivamente com palma forrageira ou silagem de sorgo..... | 102 |

RESUMO

AGUIAR, M.S.M.A. **Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas.** Itapetinga - BA: UESB, 2013. 113 p. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se com o presente estudo avaliar a influência de teores crescentes da palma forrageira na dieta sobre o desempenho, comportamento ingestivo, viabilidade econômica e produção microbiana de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu. Foram utilizadas vinte e quatro novilhas 3/4 Holandês-Zebu com peso corporal médio inicial de $163,00 \pm 18$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Utilizaram-se silagem de sorgo como volumoso, concentrado e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg⁻¹). Quanto ao desempenho das novilhas, não houve diferença para altura à cernelha, perímetro torácico e conversão alimentar entre os tratamentos. O ganho de peso diário médio variou de 1,18 kg a 0,78 kg para os teores de 0,00 e 600,00 g kg⁻¹ de palma na dieta. Os pesos corporais finais avaliados variaram de forma quadrática em função dos tratamentos. Os consumos de matéria seca, e em relação à porcentagem de peso corporal, de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína em relação ao peso corporal e proteína bruta variaram de forma linear decrescente. Os consumos de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, os dados ajustaram de forma quadrática. A digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta não diferiu entre os tratamentos. Os teores dos nutrientes digestíveis totais responderam de forma linear decrescente com a inclusão da palma forrageira. Os parâmetros de comportamento ingestivo com a adição da palma forrageira na dieta afetaram o tempo despendido na atividade de alimentação de forma linear crescente. O modelo ajustado apresentou um comportamento quadrático e o maior tempo estimado ruminando foi de 459,34 minutos dia⁻¹, correspondendo ao teor máximo de 435,57g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta e o menor tempo em ócio foi de 716,81 minutos dia⁻¹, correspondendo ao tempo máximo de 568,87 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. A eficiência de alimentação e ruminação (kg de MS e FDN hora⁻¹) apresentou comportamento linear decrescente. Conclui-se que é viável a inclusão de 400 g kg⁻¹ da palma forrageira quanto ao desempenho e viabilidade econômica na dieta de novilhas leiteiras. Quanto ao balanço de compostos nitrogenados e à produção de proteína microbiana, foram influenciados pela inclusão de palma na dieta das novilhas através dos valores observados para o nitrogênio digerido e retido, o que pode estar relacionado aos efeitos similares encontrados para o consumo de nitrogênio e nas excreções de nitrogênio nas fezes e urina. O nitrogênio digerido em porcentagem do ingerido e o nitrogênio retido em porcentagem do ingerido e digerido não apresentaram diferença com a inclusão de palma na dieta, sendo observado valor de 66,29; 62,53 e 94,28%, respectivamente. A concentração de nitrogênio uréico na urina das novilhas apresentou

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Coorientadores: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

efeito quadrático com ponto de máxima excreção no nível de 275,80 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. Em consequência, a excreção de nitrogênio uréico e ureia na urina apresentaram efeito semelhante com pontos de máxima excreção nos níveis de 293,75 e 319,00 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. A concentração de nitrogênio uréico no plasma não apresentou diferença, com valor de 13,19 mg dL⁻¹. A síntese de nitrogênio e proteína bruta microbiana apresentou efeito quadrático. A eficiência microbiana não foi influenciada pela inclusão da palma forrageira na dieta com valor médio de 108,10 g PBmic kg⁻¹ de NDT. Objetivou-se, ainda no trabalho, analisar os efeitos da palma forrageira ou silagem de sorgo como dieta exclusiva sobre o consumo e a digestibilidade de novilhas leiteiras. Utilizaram-se 12 novilhas leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso corporal médio inicial de 220,00 ± 13 kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. Avaliaram-se os consumos de matéria seca e dos demais nutrientes e as digestibilidades da MS, PB, FDNcp, CNF e EE. Não houve diferenças significativas no consumo de matéria seca e os demais nutrientes, exceto para o consumo da FDNcp e da FDNcp em % PC foi significativa e superior para o tratamento com silagem de sorgo em relação à palma forrageira. A digestibilidade da MS, PB, EE, CNF e NDT foi significativa e superior para as novilhas alimentadas exclusivamente com palma, porém, a digestibilidade da FDNcp não diferiu entre os tratamentos. O uso exclusivo da palma forrageira ou silagem de sorgo não é indicado por não atender às exigências nutricionais de novilhas.

Palavras-chave: *Opuntia*, *Sorghum*, desempenho, comportamento, viabilidade, proteína microbiana

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

ABSTRACT

AGUIAR, M.S.M.A. Forage cactus in diets of dairy heifers confined. Itapetinga - BA: UESB, 2013. 113 p. (Thesis - Doctor Degree in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The objective of the present study was to evaluate the influence of increasing levels of cactus pear in the diet on performance, feeding behavior, economic viability and microbial production of crossbred heifers 3/4 Holstein-Zebu. Were used twenty-four 3/4 Holstein-Zebu heifers with initial body weight of 163.00 ± 18 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and six replications. It was used as forage sorghum silage, concentrate and increasing levels of forage in the diet (0, 200, 400 and 600 g kg⁻¹). The performance of the heifers were not different on height at withers, heart girth and feed conversion between treatments. The average daily weight gain ranged from 1.18 kg to 0.78 kg for the contents of 0.00 and 600.00 g kg⁻¹ dietary palm. The final body weights evaluated ranged from a quadratic function of the treatments. The dry matter intake, and in relation to the percentage of body weight, neutral detergent fiber corrected for ash and protein in relation to body weight and crude protein varied linearly decreasing. The intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein, non-fiber carbohydrates and total digestible nutrients data fitted quadratically. The digestibility of dry matter and crude protein did not differ between treatments. The levels of total digestible nutrients responded linearly decreasing with the inclusion of cactus pear. The parameters of feeding behavior with the addition of cactus pear in the diet affected the time spent in feeding activity in a linear way. The adjusted model showed a quadratic effect and higher estimated time ruminating was 459.34 minutes day⁻¹, corresponding to a maximum of 435.57 g kg⁻¹ of forage in the diet and lower idle time was 716.81 minutes day⁻¹, corresponding to the maximum time of 568.87 g kg⁻¹ of forage in the diet. The efficiency of eating and ruminating (kg DM and NDF hour⁻¹) decreased linearly. We conclude that it is feasible to include 400 g kg⁻¹ da spineless as to the performance and economic viability in the diet of dairy. As for the nitrogen balance and microbial protein production was influenced by the dietary inclusion of palm heifers through the observed values for nitrogen digested and retained, which may be related to similar effects found for the nitrogen consumption and excretion in nitrogen in feces and urine. Nitrogen digested percentage of intake and nitrogen retention as a percentage of ingested and digested showed no difference with the inclusion of cactus in the diet, being observed value of 66.29, 62.53 and 94.28%, respectively. The concentration of urea nitrogen in the urine of heifers had a quadratic effect point of maximum excretion level of 275.80 g kg⁻¹ of forage in the diet. Consequently, the excretion of urea nitrogen and urea excretion showed similar effect with maximum points excretion levels of 293.75 and 319.00 g kg⁻¹ of forage in the diet. The concentration of urea nitrogen in plasma showed no difference in the amount of 13.19 mg dL⁻¹. The synthesis of nitrogen and microbial crude protein showed a quadratic effect. Microbial efficiency was not influenced by the inclusion of cactus in diets with an average of 108.10 g kg⁻¹ CPMic TDN. The objective is still at work, analyzing the effects of cactus pear or sorghum silage as sole diet on intake and digestibility of dairy heifers. Evaluated in 12 dairy heifers (3/4 holstein-zebu), with initial body weight of 220.00 ± 13 kg, distributed in a completely randomized design with two treatments and six replications. Evaluated the intake of dry matter and other nutrients and digestibility of DM, CP, NDF, NFC and EE. There were no significant differences in dry matter intake and other nutrients, except for the consumption of NDF and NDF% BW was significant and superior to treatment with sorghum silage compared spineless

cactus. The digestibility of DM, CP, EE, NFC and TDN were significant and higher for heifers fed exclusively on palm, however, the NDF digestibility did not differ among treatments. The exclusive use of cactus pear or sorghum silage are not indicated for failing to meet the nutritional requirements of heifers.

Key words: *Opuntia*, *Sorghum*, performance, behavior, viability, microbial protein

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Co-Adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi and Robério Rodrigues Silva D.Sc. – UESB.

I – REFERENCIAL TEÓRICO

1.1. INTRODUÇÃO GERAL

De modo geral, o desempenho da pecuária na região semiárida do nordeste do Brasil tem sido limitado pela baixa disponibilidade de forragens, principalmente, nos períodos de prolongadas estiagens (Nascimento, 2008). Devido ao baixo índice pluviométrico, o desenvolvimento de tecnologias de produção de espécies forrageiras adaptadas a essa situação vem crescendo.

Um grande potencial existente na região é a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill). Por suas características morfofisiológicas, é uma planta adaptada às condições do semiárido (Wanderley et al., 2002), que se aclimatou bem e apresentou boa produção de massa verde.

É uma cactácea de origem mexicana (Datamétrica, 2004) introduzida no Brasil por volta de 1880, em Pernambuco, através de material propagativo oriundo do Texas, nos Estados Unidos. De acordo com Morais e Vasconcelos (2007), essa planta se destaca como um volumoso suculento muito importante para os rebanhos, especialmente nos períodos de secas prolongadas. Segundo Marconato (2008), o Brasil possui a maior área plantada com palma do mundo, aproximadamente 600 mil hectares, sendo a maioria cultivada com a espécie *Opuntia ficus-indica*, mais conhecida como “Palma Gigante”, porém, sua produtividade é baixa, próximo de 40 t ha⁻¹. No México, local de origem da espécie, os agricultores produzem até 400 t ha⁻¹. Essa diferença se deve provavelmente à falta de informações e/ou de acesso a recursos para investimentos; ainda são relativamente poucos os produtores que cultivam a palma forrageira nos moldes tecnológicos de forma a obter um melhor rendimento e qualidade.

A composição química da palma forrageira é variável segundo a espécie, o cultivo, a idade do artigo e a época do ano (Santos, 1996), com significativos teores de minerais, principalmente cálcio (22,00 g kg⁻¹ na matéria seca), potássio (23,70 g kg⁻¹ na matéria seca) e magnésio (8,50 g kg⁻¹ na matéria seca) (Wanderley et al., 2002). Apresenta altos teores de carboidratos não fibrosos (CNF) (617,90 g kg⁻¹ na matéria seca), elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca (DMS) (75%) e possui baixos teores de matéria seca (126,30 g kg⁻¹), proteína bruta (PB) (44,50 g kg⁻¹ na

matéria seca) e fibra em detergente neutro (FDN) (261,70 g kg⁻¹ na matéria seca). A composição química pode variar também com o manejo de adubação, espaçamento (Donato, 2011; Silva, 2012; Silva et al., 2012) e densidade populacional.

Vários avanços derivados de trabalhos sobre o uso racional da palma na alimentação de ruminantes têm sido obtidos e precisam ser efetivamente adotados (Ferreira et al., 2008). A palma forrageira é considerada uma das principais plantas capazes de produzir grande quantidade de matéria seca para alimentação de ruminantes no semiárido, com a particularidade de estar disponível no período de maior escassez de forragem.

Mesmo considerado um alimento de alto valor energético, a palma forrageira não pode ser fornecida aos animais exclusivamente, pois apresenta limitações quanto ao valor proteico e de fibra, não atendendo a todas as necessidades nutricionais do rebanho (Silva & Santos, 2006). O uso exclusivo de palma forrageira na dieta ou em quantidades excessivas pode causar perda de peso, decréscimo na produção e no teor de gordura do leite, bem como distúrbios digestivos, além de fezes moles e diminuição da ruminação (Andrade et al., 2002).

Baixos teores de fibra em detergente neutro ou de fibra em detergente neutro efetivos, como os encontrados na palma forrageira, diminuem o tempo total de mastigação, reduzem a secreção de saliva rica em agentes tamponantes que manterão as condições normais do rúmen (Wanderley et al., 2002). Portanto, o fornecimento da palma forrageira deve ser em consórcio com alimentos fibrosos, para evitar efeitos indesejáveis na digestão ruminal.

Mattos et al. (2000) pesquisaram a associação da palma forrageira com quatro diferentes fontes de fibra: sacharina, silagem de sorgo, bagaço de cana hidrolizado e bagaço de cana *in natura* sobre o desempenho de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação e verificaram que a palma forrageira quando associada a um alimento fibroso e fornecida na ração pode ser empregada sem prejuízos na produção e no teor de gordura do leite.

Ferreira (2005) avaliou a produção de matéria seca do milho, sorgo e palma forrageira em Pernambuco, e verificou que essa cactácea produz mais energia por unidade de área (6,43 t ha⁻¹ ano⁻¹ de nutrientes digestíveis totais) do que as duas gramíneas, milho e sorgo (4,32 t ha⁻¹ ano⁻¹ e 5,16 t ha⁻¹ ano⁻¹, respectivamente). Ainda, segundo esse autor, a palma forrageira apresenta coeficiente de digestibilidade *in vitro*

na matéria seca da ordem de 75%, para a palma forrageira cultivar gigante, o teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) encontrado foi de 61,1%, cujos dados foram confirmados no trabalho de Tosto et al. (2007).

De acordo com Santos et al. (2006), a palma forrageira pode ser incluída em até 400,00 a 500,00 g kg⁻¹ da matéria seca da dieta dos bovinos, pois possui uma digestibilidade superior à da silagem de milho. Outro fator positivo é que, depois de colhida, pode ser armazenada à sombra por um período de até 16 dias, sem perda do valor nutritivo.

De acordo com Pessoa et al. (2004), em dietas à base de palma forrageira, deve-se proceder ao fornecimento dos alimentos na forma de mistura completa. Esse aspecto está em função, principalmente, da disponibilidade dos carboidratos, condição que requer maior atenção no tocante à fração fibrosa da palma forrageira, sendo imprescindível à manutenção do equilíbrio entre carboidratos fibrosos e não fibrosos na dieta.

A fibra representa a fração fibrosa de carboidratos dos alimentos, de digestão mais lenta ou indigestível e, dependendo de sua concentração e digestibilidade, restringe o consumo de matéria seca (MS) e energia. Por outro lado, a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de 18% de fibra na dieta que permitam manter a atividade de mastigação e a motilidade do rúmen (Nussio et al., 2000).

O uso da palma forrageira com volumosos pode beneficiar o ambiente ruminal, propiciando condições adequadas ao desenvolvimento das bactérias celulolíticas e, conseqüentemente, otimização da digestão da fibra (Freitas et al., 2000).

Wanderley et al. (2002), ao avaliarem o desempenho de vacas Holandesas em lactação alimentadas com rações contendo diferentes teores de palma forrageira (0,00; 120,00; 240,00; 360,00 g kg⁻¹) em substituição à silagem de sorgo, na forma de mistura completa, não encontraram diferenças significativas para produção de leite com e sem correção a 35,00 g kg⁻¹ de gordura. Os autores também não observaram distúrbios metabólicos, como diarreias, para os teores de palma forrageira fornecida e ressaltaram a importância do fornecimento da planta em associação adequada com fontes de alimentos ricos em fibra, a fim de melhorar o uso dessa forrageira.

Para a produção de leite no semiárido nordestino, a água tem sido um fator limitante. A palma forrageira, na dieta desses animais, contribui para o atendimento de

grande parte das exigências de água dos mesmos, pois é um alimento bastante suculento com aproximadamente 90% de água. (Pessoa et al., 2004).

Arnaud (2005) e Carvalho et al. (2005) avaliaram a substituição de feno de capim-tifton por palma forrageira na dieta de vacas Holandesas e observaram menor consumo de água via bebedouro à medida que aumentou o teor de palma forrageira na dieta. Pessoa (2007) observou ausência total de consumo de água (via bebida) por novilhas leiteiras submetidas a dietas com 640,00 g kg⁻¹ de palma forrageira na base da matéria seca.

O consumo voluntário refere-se à quantidade máxima de matéria seca que o animal ingere espontaneamente. É considerada a variável mais importante a influir no desempenho animal, pois possibilita determinar a quantidade de nutrientes ingerida e obter estimativas da quantidade de produto animal elaborado (Torres et al., 2008).

Quando comparada à maioria das forrageiras, a palma forrageira apresenta baixo conteúdo de matéria seca. O teor de matéria seca em média para as palmas redonda, gigante e miúda é de: 110,00; 106,00; e 120,00 dag kg⁻¹, respectivamente (Santos et al., 2001). Esse baixo teor compromete o atendimento das necessidades de matéria seca dos animais que recebem exclusivamente palma forrageira (Santos et al., 2001).

De acordo com Ferreira (2005), em razão do baixo teor de matéria seca da palma forrageira e de sua alta palatabilidade, altas quantidades podem ser consumidas, dependendo da categoria animal, da forma de fornecimento da dieta, composição da dieta e do número de refeições.

Portanto, a procura por forrageiras adaptadas a condições climáticas é essencial para melhoria da produtividade da pecuária desta região, alternativas atualmente disponíveis a silagem de sorgo e a palma forrageira.

1.2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D.K.B.; FERREIRA, M.A.; VERAS, 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 fícus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2088-2097, 2002.

ARNAUD, B.L. **Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de palma forrageira**. 2005. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, UFRP, Recife.

CARVALHO, M.C.; FERREIRA, M.A.; CAVALCANTI, C.V.A.; LIMA, L.E.; SILVA, F.M.; MIRANDA, K.F.; VERAS, A.S.C.; AZEVEDO, de M.; VIEIRA, V.C.F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça Holandesa. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.2, p.247-252, 2005.

DATAMÉTRICA. **Projeto palma: relatório técnico**. Federação da Agricultura do Estado de Pernambuco (FAEPE), PE. 2004.110p.

DONATO, P.E.R. **Avaliação bromatológica, morfológica, nutricional e de rendimento em palma forrageira sob diferentes espaçamentos e doses de esterco bovino**. 2011 134p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga.

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

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

FREITAS, S.P.G.; OSPINA, H.; MUHLBACH, P.R.F. Efeito da utilização de blocos multi nutricionais na suplementação de feno de baixa qualidade sobre os parâmetros ruminais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p. 107.

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V. F.; BATISTA, A.M.V.; VÉRAS, A.S.C. Associação da palma forrageira (*Opuntia fícus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000.

MARCONATO, C. Salva de palmas. Sistema de cultivo desenvolvido pelo agrônomo Paulo Suassuna multiplica a produtividade, incentiva a criação de agroindústrias e gera renda no sertão paraibano. **Revista globo rural**. Edição 272 – Junho, 2008.

MORAIS, D.A.E.F.; VASCONCELOS, A.M. de. Alternativas para incrementar a oferta de nutrientes no semiárido brasileiro. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.2, n.1, p.01-24, 2007.

NASCIMENTO, J.P. **Caracterização morfológica e estimativa da produção de *Opuntia ficus-indica* Mill. Sob diferentes arranjos populacionais e doses de fósforo no semi-árido da Paraíba, Brasil.** 2008. 47p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle.** Washington: D.C. National Academy Press, 2001. 57p.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; BALSALOBRE, M.A. Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2000, p. 121.

PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; LIMA, L.E. LIRA, A.S.C.; VÉRAS, A.E.V.N.; SILVA, M.Y.; SOSA, M.; AZEVEDO, K.F.; MIRANDA, F.M.; SILVA, A.A.S.; MELO, A.A.S. Respuesta de vacas lecheras sometidas a diferentes estratégias de alimentación. **Archivos de Zootecnia**, v.53, n.203, p.309-320, 2004.

PESSOA, R.A.S. **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras.** 2007. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

PESSOA, R.A.S.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; SILVA, F.M.; BISPO, S.V.; WARDERLEY, W.L.; BELCHIOR, M.A.A.; BLEUEL, M.P.; GUIMARÃES, A.V.; FOTIUS, A.C. Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos em dietas para ovinos. Características ruminais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia. 2008.

SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; FERNANDES, A.P.M.; FREITAS, E.V.; MOREIRO, J.A. Produção e composição química da palma forrageira c.v. “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Pernambucana**, v.9, n. especial, p.69-78, 1996.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; LIRA, M. Desempenho produtivo de vacas 5/8 Holando/Zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

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

SILVA, C.C.F. da; SANTOS, L.C. Palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. **Revista Eletrônica de Veterinária**, v.7, n.10, p.1-13, 2006. Disponível em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet>. Consultado em 10 de novembro de 2011.

SILVA, J.A. **Palma forrageira cultivada sob diferentes espaçamentos e adubações química**. 2012, 78p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga.

SILVA, J.A.; BONOMO, P.; DONATO, S.L.R.; PIRES, A.J.V.; ROSA, R.C.C; DONATO, P.E. Composição mineral de cladódios de palma forrageira sob diferentes espaçamentos e adubações química. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.7, p.866-875, 2012.

TOSTO, M.S.L.; ARAÚJO, 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 Saúde Produção Animal**. v.8, n.3, p. 239-249, 2007.

TORRES, L.C.L. **Substituição da palma gigante por palma miúda em dietas de bovinos em crescimento**. 2008. 29p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

WANDERLEY, W.L.; FERREIRA, M. de A.; ANDRADE, D.K.B. de; VÉRAS, A.S.C.; LIMA, L.E. ; DIAS, A.M. Palma forrageira (*Opuntia fícus 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.

II – OBJETIVOS GERAIS

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de teores crescentes de palma forrageira na dieta sobre o desempenho, comportamento ingestivo, síntese de proteína microbiana em novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu e a viabilidade econômica das dietas oferecidas.

Estudar os efeitos da palma forrageira ou silagem de sorgo como dieta exclusiva sobre o consumo e digestibilidade de novilhas leiteiras.

III - CAPÍTULO 1

PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS LEITEIRAS CONFINADAS: DESEMPENHO, COMPORTAMENTO INGESTIVO E VIABILIDADE ECONÔMICA

AGUIAR, M.S.M.A. **Palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas. Desempenho, comportamento ingestivo e viabilidade econômica.** Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98p. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de teores crescentes de palma forrageira na dieta sobre desempenho, comportamento ingestivo de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu e a viabilidade econômica. Utilizaram-se 24 novilhas com peso corporal médio inicial de $163,00 \pm 18$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Utilizaram-se silagem de sorgo, concentrado e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg^{-1}). Quanto ao desempenho das novilhas, não houve diferença para altura à cernelha, perímetro torácico e conversão alimentar entre os tratamentos. O ganho de peso diário médio diminuiu com os teores de 0,00 a 600,00 g kg^{-1} de palma na dieta. Os pesos corporais finais variaram de forma quadrática em função dos tratamentos. Os consumos de matéria seca e, em relação à porcentagem de peso corporal, de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína em relação ao peso corporal e proteína bruta diminuíram com os tratamentos. Os consumos de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais foram influenciados pela inclusão de palma forrageira e os dados ajustaram de forma quadrática. A digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta não diferiu entre os tratamentos. Os teores dos nutrientes digestíveis totais decresceram com a inclusão da palma forrageira. A inclusão da palma forrageira até 400 g kg^{-1} obteve melhor desempenho. A adição da palma forrageira na dieta afetou o tempo despendido na atividade de alimentação de forma linear crescente. O modelo ajustado apresentou um comportamento quadrático e o maior tempo estimado ruminando e em ócio foi, respectivamente, de 459,34 e 716,81 minutos dia^{-1} , correspondendo ao teor máximo de 435,57 e 568,87 g kg^{-1} de palma forrageira na dieta. A eficiência de alimentação e ruminação (kg hora^{-1} de MS e FDN) apresentou comportamento linear decrescente. Quanto à viabilidade econômica, a taxa interna de retorno comprova que o tratamento, cujos resultados foram mais satisfatórios, foi o que utilizou 400 g kg^{-1} de palma forrageira na dieta, mais viável para um produtor e investidor, à taxa de retorno de 3,15% ao mês.

Palavras-chave: *Opuntia*, *Sorghum*, digestibilidade, forrageiras, ganho de peso.

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

ABSTRACT

AGUIAR, M.S.M.A. Forage cactus in diets of dairy heifers confined. Performance, ingestive behavior and economic viability. Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98 p. (Thesis - Doctor Degree in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The objective of this work was to evaluate the influence of increasing levels of forage in the diet on performance, feeding behavior of crossbred heifers 3/4 Holstein-Zebu and economic viability. We used 24 heifers with initial body weight of 163.00 ± 18 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and six replications. The treatments consisted of four diets. It was used as forage sorghum silage, concentrate and increasing levels of forage in the diet (0, 200, 400 and 600 g kg⁻¹). The performances of the heifers were not different on height at withers, heart girth and feed conversion between treatments. For final body weight and average daily gain significant difference. The average daily weight gain ranged from 1.18 kg to 0.78 kg for the contents of 0.00 and 600.00 g kg⁻¹ dietary palm. The final body weights ranged from a quadratic function of the treatments. The dry matter intake, and in relation to the percentage of body weight, neutral detergent fiber corrected for ash and protein in relation to body weight and crude protein decreased with the treatments. The intake of neutral detergent fiber corrected for ash and protein, non-fiber carbohydrates and total digestible nutrients were influenced by forage cactus and data fitted quadratically. The digestibility of dry matter and crude protein did not differ between treatments. The levels of total digestible nutrients decreased with the inclusion of cactus pear. The inclusion of cactus forage up to 400 g kg⁻¹ performed better. The addition of cactus pear in the diet affected the time spent in feeding activity in a linear way. The adjusted model showed a quadratic effect and higher estimated time ruminating and idle was, respectively, 459.34 and 716.81 minutes day⁻¹, corresponding to a maximum of 435.57 and 568.87 g kg⁻¹ palm forage in the diet. The efficiency of eating and ruminating (kg hour⁻¹ DM and NDF) was significantly and linearly decreased. The DM and NDF (kg day⁻¹) showed decreasing linear and quadratic simultaneously, which explains the results obtained for feed efficiency and rumination, which is directly related to consumption. As the economic viability internal rate of return, which proves that the treatment showed better results was the use of 400 g kg⁻¹ of forage in the diet, more feasible for a producer and investor, the rate of return of 3.15% the month.

Keywords: digestible, forage, weight gain, *Opuntia*, *Sorghum*

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Co-Adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva D.Sc. – UESB.

1 INTRODUÇÃO

A região semiárida é caracterizada por baixa quantidade e irregularidade das precipitações pluviométricas. Essa condição compromete a disponibilidade de recursos alimentares para o rebanho períodos de entressafra e impõe aos produtores a necessidade de utilização de alimentos alternativos, derivados de cultivos adaptados à região, visando minimizar os custos de produção para manter o equilíbrio nutricional dos animais, para que as novilhas alcancem a puberdade com o peso ideal da raça.

Assim, 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 de extrema importância 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). Vale ressaltar que a elevada umidade observada na palma forrageira é uma característica importante no atendimento de grande parte das necessidades de água dos animais, principalmente no período seco do ano (Santos et al., 2001). A palma forrageira é um alimento rico em carboidratos não fibrosos, alto teor de cinzas, embora possua baixos teores de proteína bruta e fibra em detergente neutro (Ferreira, 2005). Nesse sentido, recomenda-se que a palma forrageira seja fornecida associada a outros volumosos e alimentos proteicos.

Dentre os alimentos volumosos, o sorgo tem se mostrado promissor, devido a sua extraordinária capacidade de suportar estresses ambientais e menor exigência quanto à fertilidade do solo (Dias et al., 2001). Além disso, a silagem de sorgo destaca-se por ser um alimento de alto valor nutritivo e altos rendimentos de matéria seca por unidade de área (Neumann et al., 2002).

O sucesso do programa de criação das novilhas é medido pelo desempenho. Para que as novilhas atinjam a puberdade mais cedo, é fundamental o fornecimento de dieta adequadamente balanceada. A subnutrição da novilha resulta em menor crescimento e, conseqüentemente, em idade avançada à primeira cobrição. Já a superalimentação pode resultar em má formação da glândula mamária e menor produção de leite durante a primeira lactação.

Sabe-se que o comportamento ingestivo do animal é estudado com a finalidade de observar os efeitos do arraçamento ou a quantidade e a qualidade nutritiva de alimentos; estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário, além de averiguar o uso potencial do conhecimento sobre o comportamento ingestivo para melhoria do desempenho animal (Albright, 1993).

De acordo com Silva et al. (2004), os fatores que afetam o comportamento ingestivo estão ligados ao alimento, ao ambiente e ao animal. Mendonça et al. (2004) citam que o estudo do comportamento deve ser utilizado como ferramenta para avaliação de dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor performance.

Segundo Peres et al. (2004), os custos de produção, a receita obtida e a rentabilidade do capital investido são fatores importantes para o sucesso de qualquer sistema de produção. Essa análise permite a detecção do componente que, em determinado momento, pode viabilizar a atividade, como as oscilações de preços no mercado.

Peres et al. (2004) asseguraram que alguns indicadores econômicos podem ser adotados para a avaliação financeira de sistemas de produção, entre eles o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR).

Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência dos teores crescentes de palma forrageira na dieta de novilhas mestiças 3/4 Holandês-Zebu sobre o desempenho, comportamento ingestivo e a viabilidade econômica das dietas oferecidas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no setor de bovinos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, Estado da Bahia, no período de agosto a novembro de 2010. O referido local apresenta latitude de 14°17'27'' S, longitude de 42°46'53'' W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C.

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso vivo médio de 163,00 ± 18 kg e idade de 8 meses, identificadas com brincos numerados. Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de 14 dias de adaptação ao manejo experimental e às instalações. E o período de coleta de

dados foi de 84 dias. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto. As baias foram providas de cocho individual para alimentação e controle de consumo e um bebedouro comum às duas baias.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas, com o objetivo de serem isonitrogenadas e isoenergéticas. Utilizou-se silagem de sorgo como volumoso e, como concentrado, milho, farelo de soja, ureia, sal de recría, calcário, fosfato bicálcio e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg⁻¹).

Para a preparação da silagem, foi feita a colheita do sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] aos 100 dias de idade, com os grãos no ponto pastoso-farináceo. A planta foi então fragmentada com o uso de ensiladeira em partículas de 0,5 a 2,0 cm, com a finalidade de facilitar a compactação, o processo digestivo e o desempenho dos animais. O material fragmentado foi então armazenado em silo tipo superfície e compactado com trator. A vedação ocorreu após o término do enchimento.

O silo foi aberto aos 120 dias, e foi verificada a qualidade aparente da silagem, atestada pela coloração normal e cheiro agradável. Posteriormente, foram realizadas análises da composição químico-bromatológica (Tabela 1). Diariamente, era retirada uma fatia de silagem em torno de 20 cm, com a finalidade de alimentar os animais e evitar perdas da silagem.

A palma forrageira utilizada na dieta dos animais foi cv. Gigante, plantada e adubada com esterco de ovinos e caprinos cuja composição químico-bromatológica (Tabela 1) apresenta valores diferentes da literatura. A palma forrageira foi colhida manualmente, transportada e armazenada em galpão coberto, com quantidade suficiente para o preparo de uma dieta durante o período de uma semana. No momento de fornecer aos animais, foi utilizado um picador de palma com objetivo de fragmentar a mesma e expor a mucilagem.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira

| Componentes | Silagem de sorgo | Palma forrageira |
|----------------------|------------------|------------------|
| MS | 325,60 | 92,80 |
| PB ¹ | 110,50 | 101,60 |
| FDNcp ¹ | 580,40 | 314,70 |
| FDA ¹ | 416,30 | 222,70 |
| EE ¹ | 17,10 | 13,50 |
| MM ¹ | 88,30 | 151,30 |
| Lignina ¹ | 75,10 | 32,60 |
| FDNi ¹ | 198,60 | 114,50 |
| NIDN ² | 221,10 | 226,70 |
| CNF ¹ | 203,40 | 418,70 |

¹g kg⁻¹ na matéria seca, ²g kg⁻¹ do nitrogênio total. Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp); fibra em detergente ácido (FDA); extrato etéreo (EE); material mineral (MM); fibra em detergente neutro indigestível (FDNi); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

Os tratamentos foram distribuídos às novilhas (Tabela 2), sendo as dietas compostas de concentrado, silagem de sorgo e palma forrageira. As dietas foram calculadas para conterem nutrientes suficientes a fim de proporcionarem ganho de peso corporal (PC) de 0,80 kg dia⁻¹, de acordo com o NRC (2001) utilizando dados das análises bromatológicas dos alimentos previamente realizadas no início do período de adaptação.

Tabela 2. Composição das dietas experimentais, base na matéria seca

| Ingredientes dieta (g kg ⁻¹) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| Silagem de sorgo | 647,00 | 555,60 | 444,40 | 342,00 |
| Palma forrageira | 0,00 | 185,20 | 388,90 | 591,50 |
| Milho | 236,60 | 157,40 | 79,60 | 0,00 |
| Farelo soja | 96,10 | 81,50 | 66,70 | 46,20 |
| Ureia | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,40 |
| Sal recria | 5,50 | 5,60 | 5,60 | 5,50 |
| Calcário | 5,50 | 5,60 | 5,60 | 5,50 |
| Fosfato bicálcio | 1,80 | 1,90 | 1,90 | 1,80 |

As composições químicas resultantes das combinações percentuais dos alimentos para cada dieta experimental constam na Tabela 3.

Tabela 3. Composição química das dietas experimentais

| Componentes | Teores de palma forrageira na dieta (g kg ⁻¹) | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| MS | 424,10 | 227,10 | 157,50 | 123,80 |
| PB ¹ | 154,30 | 161,70 | 154,40 | 131,40 |
| FDA ¹ | 278,10 | 277,50 | 271,00 | 267,80 |
| FDNcp ¹ | 422,00 | 420,20 | 389,80 | 375,80 |
| EE ¹ | 16,20 | 15,30 | 14,90 | 14,50 |
| Lignina ¹ | 52,30 | 47,40 | 44,80 | 42,90 |
| MM ¹ | 79,00 | 101,60 | 132,40 | 139,60 |
| CNF ¹ | 157,20 | 217,40 | 276,60 | 335,50 |
| NIDN ² | 207,40 | 216,40 | 217,80 | 220,60 |

¹g em kg da matéria seca, ²g em kg do nitrogênio total; matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente ácido (FDA); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNCP); extrato etéreo (EE); material mineral (MM); carboidrato não fibroso (CNF); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

A dieta foi fornecida duas vezes ao dia (às 07:00 e às 17:00 horas) na forma de mistura completa, e a água suprida permanentemente à vontade. O oferecido foi calculado de modo a permitir sobras entre 5 a 10 g kg⁻¹ da MS. O oferecido e as sobras foram pesados diariamente para determinação do consumo. Amostras da silagem, da palma e das sobras foram coletadas diariamente e agrupadas em porções compostas para cada período de sete dias. O concentrado foi recolhido semanalmente. Todas as amostras dos materiais (silagem, palma, concentrados e sobras) foram devidamente armazenadas a -5 °C e, posteriormente, pré-secas em estufa com ventilação forçada, sob temperatura de 65°C e moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos, para posteriores análises laboratoriais.

Para a estimativa da digestibilidade dos nutrientes, foi realizada a coleta de amostras de fezes na 11ª semana experimental, pela manhã e à tarde. A coleta foi efetuada individualmente por animal, com o auxílio de uma pá, diretamente do chão, logo após cada animal defecar. Foram pesadas, homogeneizadas e armazenadas a -5 °C. Posteriormente, as amostras foram pré-secas em estufa com ventilação forçada, a uma

temperatura de 65°C, moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos, para posteriores análises laboratoriais. A coleta de amostras seguiu a metodologia de Itavo et al. (2002).

A concentração do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), em amostras de alimentos, sobras e fezes foram estimadas por procedimentos *in situ* (Casali et al., 2008). A estimativa da produção de matéria seca fecal foi realizada por meio do indicador fibra em detergente neutro indigestível (FDNi). Amostras de 1,0 g de silagem, palma forrageira e concentrado e 0,5 g de sobras e fezes, foram individualmente acondicionadas em sacos de tecido não-tecido (TNT) e incubadas em um bovino com fístula permanentemente no rúmen por 240 horas. O material remanescente da incubação foi levado ao Laboratório de Forragicultura e Pastagens do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga*.

A produção fecal foi estimada com base na razão entre a quantidade do marcador interno, fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), ingerida pelo animal e sua concentração nas fezes:

Produção fecal (g dia⁻¹) = Gramas de FDNi ingerido / Concentração de FDNi nas fezes.

As análises das amostras da silagem de sorgo, da palma forrageira, concentrados, das sobras e das fezes foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus Itapetinga*, de acordo as metodologias descritas por Silva & Queiroz (2009): matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e carboidratos insolúveis em detergente neutro (CIDN).

Todas as amostras de fibra em detergente neutro (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 realizada utilizando 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).

Nas análises de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) dos concentrados, silagem de sorgo, palma forrageira e sobras, foram adicionadas amilase termoestável para minimizar interferência do amido (Silva e Queiroz, 2009).

Os teores de carboidratos não fibrosos foram corrigidos para cinza e proteína (CNFcp) e foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:

$$\text{CNFcp} = (100 - \% \text{FDNcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{cinza}).$$

Em que: FDNcp é a fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína, PB é proteína bruta e EE é extrato etéreo.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) corrigindo para cinza e proteína, conforme equação:

$$\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + 2,25\text{EED}$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; FDNcpD = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível; CNFcp D = carboidrato não fibroso corrigido para cinza e proteína digestíveis; e EED = extrato etéreo digestível.

Foram medidos os consumos diários de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), extrato etéreo (CEE), nutrientes digestíveis totais (CNNDT), carboidratos não fibrosos (CCNF), consumo da matéria seca em relação à % peso corporal (CMS/PC) e consumo de FDNcp em relação ao kg do peso corporal. Sendo o peso corporal:

$$\text{PC} = (\text{peso inicial} + \text{peso final}) / 2$$

A digestibilidade das dietas (silagem + palma forrageira + concentrado) e coleta de amostras de fezes foram determinadas na décima primeira semana de avaliação do desempenho.

Para calcular o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CD), foi utilizada equação proposta por Silva e Leão (1979), em que:

$$\text{CD} = [(\text{Consumo Nutriente (kg)} - \text{Nutrientes Fezes (kg)}) / \text{Consumo nutrientes (kg)}] \times 100$$

Foram calculadas as digestibilidades da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e da proteína (DFDNcp), do extrato etéreo (DEE) e dos carboidratos não fibrosos (DCNF).

Para mensurar o ganho diário, altura à cernelha e perímetro torácico; foram realizadas pesagens e tomadas as medidas dos animais, após jejum de 18 horas, ao início e ao final do experimento (1° e 84° dia). As pesagens intermediárias ocorreram a

cada 28 dias sem jejum, para determinação do ganho de peso vivo, altura à cernelha e perímetro torácico.

O comportamento ingestivo dos animais foi determinado nos dois últimos dias do período experimental, pela quantificação, durante dois períodos de 24 horas dia⁻¹ (Fischer et al., 1998), do tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio. A observação visual dos animais foi feita a cada cinco minutos por quatro observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados estrategicamente de forma a não incomodar os animais, totalizando 288 observações por período. No mesmo dia, foi realizada a contagem do número de mastigações merísticas MMnb (nº bolo⁻¹) e do tempo despendido para ruminação de cada bolo MMtb (seg bolo⁻¹), com a utilização de um cronômetro digital. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e 18-20 h). Foram computados o tempo e o número de mastigações por bolo ruminal por animal.

As variáveis g de MS e FDN bolo⁻¹ foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas). O número diário de bolos foi obtido pela divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio para ruminar cada bolo, conforme descrito anteriormente. A eficiência de alimentação e ruminação, em g h⁻¹ de MS e g h⁻¹ FDN, foi calculada por meio da divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e ou ruminação durante 24 horas, respectivamente. Estas variáveis e também o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total (TMT) e o número de mastigações merísticas por dia (MMnd) foram obtidas conforme metodologia descrita por Bürger et al. (2000).

Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Durante o ano, foram coletados, junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região, dados necessários para elaboração e composição dos custos, bem como as informações utilizadas (preços de forragens, novilhas e vida útil etc.).

O preço de insumos e serviços utilizados no experimento (Tabela 4) e o valor total (Tabela 5) foram empregados de acordo às metodologias de custos operacionais

utilizadas pelo IPEA(Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada) segundo Rodrigues Filho, 2002).

Tabela 4. Preços de insumos e serviços utilizados no experimento

| Discriminação | Unidade | Preço unitário (R\$) |
|--|--------------------------|----------------------|
| Concentrado para dieta sem palma | kg de MS | 0,88 |
| Concentrado para dieta com 200 g kg ⁻¹ de palma | kg de MS | 0,93 |
| Concentrado para dieta com 400 g kg ⁻¹ de palma | kg de MS | 1,01 |
| Concentrado para dieta com 600 g kg ⁻¹ de palma | kg de MS | 1,36 |
| Silagem de sorgo | kg de MS | 0,26 |
| Palma forrageira | kg de MS | 0,50 |
| Vermífugo | mL | 0,08 |
| Carrapaticida | mL | 0,10 |
| Mão-de-obra | Dias homem ⁻¹ | 30,00 |
| Outros medicamentos | mL | 0,20 |

Tabela 5. Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total

| Discriminação | Vida útil (anos) | Valor unitário (R\$) | Quantidade (unidade) | Valor total (R\$) |
|-----------------------------------|------------------|----------------------|----------------------|-------------------|
| Balança para pesagem das novilhas | 15 | 7.000,00 | 1 | 7.000,00 |
| Máquina forrageira | 15 | 4.000,00 | 1 | 4.000,00 |
| Garfo de quatro dentes | 2 | 12,00 | 1 | 12,00 |
| Pá | 2 | 6,10 | 1 | 6,10 |
| Unidades de pequeno valor | 1 | 35,30 | 1 | 35,30 |
| Galpão de confinamento | 20 | 8.000,00 | 1 | 8.000,00 |
| Carrinho de mão | 2 | 75,00 | 1 | 75,00 |
| Novilhas | 3 | 1.000,00 | 24 | 24.000,00 |
| Valor total fixo investido | | | | 43.128,40 |

A depreciação de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais de serviço foram estimados pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero, com exceção dos animais (Tabela 5). Para remuneração do capital, utilizou-se a taxa de juros real de 6% ao ano.

Para avaliação da análise econômica, foram utilizados dois indicadores econômicos: o VPL (valor presente líquido) e a TIR (taxa interna de retorno).

O valor presente líquido (VPL) é utilizado como critério de avaliação de projetos mais rigoroso e isento de falhas técnicas (Noronha, 1987; Contador, 1988).

A expressão para cálculo do VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n-1} VF / (1 + r)^t$$

em que VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto; t = período de análise (i = 1, 2, 3...). No cálculo do valor presente líquido, aplicaram-se três taxas de desconto sobre o fluxo líquido mensal de cada sistema de produção. As taxas adotadas foram 6, 10 e 12% ao ano.

Para a taxa interna de retorno, segundo os critérios de aceitação, quanto maior o resultado obtido no projeto, maior a atratividade para sua implantação. A taxa interna de retorno (TIR) é determinada por Contador (1988) como a taxa de juros que iguala a zero o VPL de um projeto, ou seja, é a taxa de desconto que iguala o valor presente dos benefícios de um projeto ao valor presente de seus custos.

Assim, a taxa interna de retorno é o valor de r que iguala a zero a expressão:

$$VPL = VF_0 + VF_1/(1+r)^1 + VF_2/(1+r)^2 + VF_3/(1+r)^3 + \dots + \underline{VF_n}/(1+r)^n$$

em que VF = fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3,...,n); r = taxa de desconto.

Para o cálculo da taxa interna de retorno e do valor presente líquido, fez-se uma simulação de um ano para estudo de características econômicas, sendo computada, assim, a depreciação de benfeitorias e máquinas neste período (Tabela 5).

Os dados das avaliações de desempenho e comportamento ingestivo foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram a adequação do modelo aos fenômenos estudados, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca e dos nutrientes foi influenciado ($P < 0,05$) pela inclusão de palma forrageira na dieta (Tabela 6).

Tabela 6. Consumos médios diários de nutrientes por novilhas 3/4 holandês-zebu em função dos teores de palma forrageira na dieta

| Variável | Teores de palma na dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV (%) | P | Equação | r ² /R ² |
|--------------------------------|--|------|------|------|--------|---------|---|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| CMS (kg dia ⁻¹) | 8,04 | 7,51 | 6,93 | 5,16 | 10,82 | 0,00001 | $\hat{Y} = 8,29143 - 0,0046007^{**}X$ | 0,90 |
| CMS (%PC) | 3,09 | 3,03 | 2,89 | 2,51 | 6,98 | 0,00030 | $\hat{Y} = 3,166373 - 0,0009458^{**}X$ | 0,88 |
| CFDNcp (kg dia ⁻¹) | 3,46 | 3,09 | 2,53 | 1,70 | 8,63 | 0,00000 | $\hat{Y} = 3,45342 + 0,0011937^{ns}X - 0,0000287^{**}X^2$ | 0,99 |
| CFDN (%PC) | 1,41 | 1,29 | 1,06 | 0,86 | 7,88 | 0,00000 | $\hat{Y} = 1,43758 - 0,0009446^{**}X$ | 0,98 |
| CPB (kg dia ⁻¹) | 1,25 | 1,12 | 1,06 | 0,62 | 8,72 | 0,00000 | $\hat{Y} = 1,300638 - 0,0009756^{**}X$ | 0,85 |
| CCNF (kg dia ⁻¹) | 2,53 | 2,26 | 2,14 | 1,62 | 7,99 | 0,00000 | $\hat{Y} = 2,50131 + 0,0004624^{ns}X - 0,0000161^{**}X^2$ | 0,96 |
| CNDT (kg dia ⁻¹) | 5,20 | 4,56 | 4,12 | 2,79 | 7,97 | 0,00000 | $\hat{Y} = 5,14795 - 0,0012298^{*}X - 0,0000435^{**}X^2$ | 0,98 |

Consumo de matéria seca (CMS), consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMS,%PC), consumo de fibra em detergente neutro na MS (CFDNcp), Consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso vivo (CFDNcp,%PV), Consumo de proteína bruta (CPB), Consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e Consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT).

O consumo de matéria seca (kg dia⁻¹) em relação à porcentagem de peso corporal (%PC) foi influenciado de forma linear decrescente ($P < 0,05$) pelos teores de palma forrageira na dieta (Tabela 6). O consumo de matéria seca (kg dia⁻¹) variou de 8,04 kg dia⁻¹ para 5,16 kg dia⁻¹ para os tratamentos com 0 e 600 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, respectivamente (Tabela 6). O modelo ajustado estima um decréscimo 0,004 kg dia⁻¹ para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida. Esse comportamento pode ser justificado pelo decréscimo do teor de matéria seca nas dietas com o aumento do teor de palma forrageira (Tabela 3). Santos et al. (1997) relataram que grandes quantidades de palma forrageira podem reduzir o consumo de matéria seca, em função do alto teor de umidade presente na mesma, mas resulta em consumo de grandes quantidades de matéria natural. Carvalho et al. (2005) pesquisaram o consumo de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg⁻¹MS), bagaço de cana (276,00 g kg⁻¹ MS) e ureia (26,00 g kg⁻¹ MS) e encontraram resultados para a suplementação de 7,49 kg dia⁻¹ (farelo de trigo), de 8,58 kg dia⁻¹ (farelo de soja) e de 7,20 kg dia⁻¹ (fubá de milho). Esses autores não observaram diferenças significativas entre os tratamentos. Pessoa (2007) avaliou a dieta composta de 640,00 g kg⁻¹ de palma forrageira e 300,00 g kg⁻¹ de

bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, encontrou consumo de MS de 6,28 kg dia⁻¹. Valor inferior aos tratamentos com até 400 g kg⁻¹ de palma forrageira.

O consumo de matéria seca (%PC) foi influenciado ($P < 0,05$) pelos teores de palma forrageira na dieta e responderam de forma linear decrescente. O consumo de matéria seca (% PC) variou de 3,09 para 2,51%, para os tratamentos com 0 e 600 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, respectivamente (Tabela 6). O modelo ajustado estima um decréscimo de 0,0009kg dia⁻¹ para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida

Carvalho et al. (2005) avaliaram o efeito da suplementação (1,00 kg novilha⁻¹ dia⁻¹), sobre o consumo de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg⁻¹ MS), bagaço de cana (276,00 g kg⁻¹ MS) e ureia (26,00 g kg⁻¹ MS) e encontraram consumos de 3,13; 3,61 e 3,15% PC para a suplementação com farelo de trigo, farelo de soja e fubá de milho, sem diferenças significativas e com valores similares aos tratamentos até 400g kg⁻¹ de palma forrageira do presente trabalho.

O NRC 2001 sugere valor próximo de 2,6% para consumo de matéria seca em função do peso corporal em novilhas leiteiras com peso corporal médio de 225,00 kg. O tratamento com 600 g kg⁻¹ de palma forrageira e o consumo de matéria seca foi de 2,51%, próximo ao sugerido pelo NRC (NRC, 2001) para os demais tratamentos superiores (Tabela 6).

O consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína foi influenciado ($P < 0,05$) pela inclusão de palma forrageira na dieta e os dados se ajustaram de forma quadrática. O modelo ajustado estima o maior consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína que foi de 3,58 kg dia⁻¹, correspondente ao teor de 207,80 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. O consumo de fibra em detergente neutro corrigida apresentou modificações com a inclusão da palma forrageira na dieta, provavelmente, devido à relação volumoso:concentrado influenciou o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, da fibra em detergente neutro.

Os teores de consumo de fibra em detergente neutro (FDNcp) em relação ao peso corporal reduziram ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira na dieta. Esse teor variou de 1,41 kg de FDNcp em %PC no tratamento sem palma forrageira e declinou com o incremento da mesma nos tratamentos com valores de até 0,86 de consumo de fibra em detergente neutro (FDNcp) em %PC. O modelo ajustado estima um

decréscimo de $0,0009 \text{ kg dia}^{-1}$ para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida. Os dados evidenciaram uma relação inversa à adição da palma forrageira e ao consumo de fibra em detergente neutro (CFDNcp) em relação ao PC. Pessoa (2007) encontrou valor de 1,14% para o consumo de fibra em detergente neutro (FDN) em relação ao peso corporal, ao analisar dieta composta de $640,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira, $300,00 \text{ g kg}^{-1}$ de bagaço de cana-de-açúcar *in natura* e concentrado para novilhas. Torres et al. (2008) também encontraram valor semelhante ao tratamento com inclusão de 200 g kg^{-1} , de 1,19% de consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) em relação ao peso corporal quando utilizaram dietas experimentais com $380,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira, $420,00 \text{ g kg}^{-1}$ de bagaço de cana e concentrado na alimentação de novilhas da raça Holandesa.

O valor encontrado neste estudo correspondeu ao esperado, pois o teor de fibra em detergente neutro (FDN) na matéria seca diminuiu com a inclusão da palma forrageira na dieta, conseqüentemente, decresceu o consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em relação ao peso animal.

O consumo de proteína bruta (PB) reduziu ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira na dieta. Sendo que o consumo oscilou de $1,25$ a $0,62 \text{ kg dia}^{-1}$, correspondente aos tratamentos de 0 a 600 g kg^{-1} de palma forrageira na dieta. O modelo ajustado estima um decréscimo $0,0009 \text{ kg dia}^{-1}$ para cada g de palma forrageira incluída por kg de dieta fornecida. Sendo verificado consumo inferior ($P < 0,05$) com maiores teores de palma forrageira na dieta. Pode-se observar que com o teor de proteína bruta nas dietas foram semelhantes. O comportamento se deve ao consumo de matéria seca que reduziu com o aumento dos teores de palma forrageira (Tabela 3).

O consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$) pelos teores de palma forrageira na dieta (Tabela 6). O modelo ajustado estimou que o maior consumo de CNF foi de $2,53 \text{ kg}$, com o teor máximo de $143,50 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira. Esses resultados evidenciam que a inclusão de palma forrageira aumenta o teor de carboidratos não fibrosos na dieta, sendo o consumo desses carboidratos reduzido devido ao menor consumo de matéria seca.

Torres et al. (2008) analisaram dietas experimentais com $380,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira e $420,00 \text{ g kg}^{-1}$ de bagaço de cana na alimentação de novilhas da raça Holandesa e encontraram valor de $1,50 \text{ kg dia}^{-1}$ de consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF), valor este, inferior ao encontrado em todos os tratamentos testados na

presente pesquisa. Pessoa (2007) pesquisou dieta composta de 640,00 g kg⁻¹ de palma forrageira, 300,00 g kg⁻¹ de bagaço de cana-de-açúcar *in natura*, 40,00 g kg⁻¹ de mistura ureia: sulfato de amônio (9:1) e 20,00 g kg⁻¹ de mistura mineral, em base da matéria seca (MS) e encontrou valor de 1,89 kg dia⁻¹ para o consumo de carboidratos não fibrosos, valor superior ao tratamento de 600,00 g kg⁻¹ de palma forrageira e inferior aos demais tratamentos.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) na matéria seca foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de palma forrageira na dieta de forma quadrática (Tabela 6). O modelo ajustado estima que o maior consumo de nutrientes digestíveis totais na matéria seca foi de 5,23 kg, atingindo o teor máximo de 141,20 g kg⁻¹ de palma forrageira.

Estimativas para o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) com base nos valores sugeridos pelo NRC (NRC, 2001) para animais de 225,00 kg, com ganho de peso médio diário de 800 g é de 3,80 kg de nutrientes digestíveis totais. Diante do exposto, observa-se que os animais no presente estudo consumiram nutrientes digestíveis totais suficientes para o atendimento das suas exigências (Tabela 6). Constata-se, portanto, que os tratamentos de 200 e 400 g kg⁻¹ de palma forrageira foram os que mais aproximaram dos valores preconizados pelo NRC (NRC, 2001). Valores encontrados por Carvalho et al. (2005), Pessoa (2007) e Torres et al. (2008) de 4,56, 4,44 e 3,50, respectivamente, foram semelhantes ao encontrado neste trabalho.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína bruta (DPB) não diferiu ($P > 0,05$) com a adição de palma forrageira na dieta (Tabela 7). A digestibilidade dos demais nutrientes foi afetada ($P < 0,05$) com a inclusão de palma forrageira na dieta.

O teor médio de digestibilidade da matéria seca nos tratamentos foi de 61,04%, confirmando que a palma forrageira é um alimento de alta digestibilidade, por não haver diferença significativa com a inclusão de palma forrageira, provavelmente devido à qualidade dos nutrientes presentes na palma forrageira.

A inclusão da palma forrageira não alterou a digestibilidade da proteína bruta, com valor médio de 66,29%. Observa-se que o consumo da proteína bruta reduziu com a inclusão de palma forrageira, a digestibilidade não foi alterada devido à qualidade e degradabilidade da proteína presente na palma. Pessoa (2007) avaliou novilhas mestiças girolanda utilizando 640,00 g kg⁻¹ de palma forrageira e 300,00 g kg⁻¹ de bagaço de cana-de-açúcar e encontrou valor de 77,91%, próximo ao encontrado por Torres et al.

(2008) de 73,48% que pesquisaram novilhas holandesa alimentadas com 380,00 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta e superior à presente pesquisa.

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e valores de nutrientes digestíveis totais em novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira

| Item | Teores de palma forrageira na dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV(%) | P | Equação | r ² /R ² |
|------------|---|-------|-------|-------|-------|--------|---|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| DMS (%) | 59,10 | 58,61 | 62,13 | 64,32 | 6,9 | 0,0945 | $\hat{Y} = 61,04^{ns}$ | |
| DPB (%) | 65,98 | 63,85 | 67,84 | 67,48 | 9,65 | 0,3028 | $\hat{Y} = 66,29^{ns}$ | |
| DEE (%) | 47,80 | 49,19 | 43,70 | 40,46 | 8,84 | 0,0046 | $\hat{Y} = 48,2602 + 0,00357^{ns}X - 0,000289^{*}X^2$ | 0,91 |
| DFDNcp (%) | 65,32 | 62,57 | 59,02 | 54,74 | 3,12 | 0,0000 | $\hat{Y} = 65,7087 - 0,0176482^{**}X$ | 0,99 |
| DCNF (%) | 78,95 | 79,34 | 85,83 | 87,03 | 3,44 | 0,0005 | $\hat{Y} = 78,1774 + 0,0153625^{**}X$ | 0,87 |
| NDT (%) | 65,00 | 60,00 | 57,32 | 50,33 | 4,56 | 0,0000 | $\hat{Y} = 65,5132 - 0,0237827^{**}X$ | 0,97 |

Digestibilidade da matéria seca (DMS); digestibilidade da proteína bruta (DPB); digestibilidade do extrato etéreo (DEE); digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp); digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF); nutrientes digestíveis totais (NDT).

O coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (DEE) foi influenciado ($P < 0,05$) pelos níveis de palma forrageira na dieta e respondeu de forma quadrática (Tabela 7). O modelo ajustado estima indica que a maior digestibilidade do extrato etéreo na matéria seca foi de 48,37%, correspondendo ao teor de 61,90 g kg⁻¹ de palma forrageira. O teor de extrato etéreo decresceu com a inclusão da palma forrageira na dieta. Em relação ao extrato etéreo, tanto a palma forrageira como a silagem de sorgo apresentam baixo teor de 1,35 e 1,71.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (DFDNcp) na matéria seca reduziu ($P < 0,05$) com a adição de palma forrageira na dieta (Tabela 7). A digestibilidade oscilou de 65,32 a 54,74%, correspondente aos tratamentos de 0 a 600 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. O modelo ajustado estima um decréscimo de 0,176g dia⁻¹ para cada g de palma forrageira incluída por kg de dieta fornecida. Essa menor digestibilidade se deve ao fato de que a inclusão da palma forrageira eleva os carboidratos não fibrosos na dieta, a digestibilidade da FDNcp diminuiu, provavelmente devido à relação de CNF e FDNcp. Esse efeito também foi observado por Detmann et al. (2003) que, em revisão sobre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) por bovinos em confinamento, relataram queda na

digestibilidade da mesma com aumento na proporção de carboidratos não-fibrosos na dieta. Os valores observados no presente trabalho foram superiores aos resultados encontrados por Carvalho et al. (2005), Pessoa (2007) e Torres et al. (2008), que foram de 32,05%; 44,42% e 44,78%, respectivamente.

A presente pesquisa sugere e considera como satisfatório o uso da palma forrageira para todos os tratamentos, já que a palma forrageira apresenta baixo teor de matéria seca e fibra em detergente neutro e alta degradabilidade como comprova a digestibilidade. Da mesma forma, Santos et al. (2000), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*), concluíram que todos apresentaram alta degradação potencial e alta taxa de digestão ruminal.

Em função da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), o efeito foi, como esperado, oposto à digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp), pois a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos ajustou ao modelo linear crescente com um acréscimo $0,153 \text{ g dia}^{-1}$ para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida (Tabela 7), ou seja, à medida que aumentaram os teores de palma forrageira, a digestibilidade aumentou proporcionalmente de forma direta, possivelmente, devido à maior digestibilidade dos CNF da palma forrageira em relação ao da silagem e concentrado; valores superiores ao encontrado por Pessoa (2007), que foi de 78,95% com $640,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira em dieta experimental para novilhas mestiças. Cavalcanti et al. (2008) relatam que os carboidratos não fibrosos da palma forrageira são rapidamente fermentados no rúmen, melhorando o aporte de energia ao animal. Segundo Detmann et al. (2006) os carboidratos não fibrosos são fonte de energia para os ruminantes, principalmente para os microrganismos que utilizam essa fração. Valadares Filho (2000), entretanto, destacou a importância de se utilizar fontes proteicas de rápida e média degradação no rúmen quando os carboidratos não fibrosos compõem a principal fração de carboidratos da dieta, objetivando a sincronização entre liberação de energia e nitrogênio. Assim, houve aumento no CDCNF, com o aumento dos teores de palma forrageira, provavelmente devido à fermentação e sincronização dos carboidratos não fibrosos com a proteína fornecida.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram influenciados ($P < 0,05$) pelos teores de palma forrageira na dieta e responderam de forma linear decrescente

com uma redução de $0,237 \text{ g dia}^{-1}$ para cada g de palma forrageira aportada por kg de dieta fornecida (Tabela 7) e variou de 65 a 50,33% para o tratamento de 0 e 600 g kg^{-1} de palma na dieta.

Os nutrientes digestíveis totais, em todos os tratamentos, apresentaram resultados aceitáveis e esperados, pois, à medida que houve a inclusão da palma forrageira na dieta, o teor do concentrado e da silagem decresceu, conseqüentemente, aumentou os nutrientes da palma forrageira e a digestibilidade.

Em pesquisas com novilhas, Carvalho et al. (2005) encontraram resultados semelhantes aos da presente pesquisa, 58,37%, quando trabalharam com dietas acrescentadas de farelo de soja como suplemento. Pessoa (2007) encontrou valor de nutrientes digestíveis totais de 56,31%.

Em relação ao desempenho dos animais, não houve diferença para ganho em altura à cernelha, ganho em perímetro torácico e conversão alimentar ($P > 0,05$) entre os teores crescentes de palma forrageira na dieta (Tabela 8); apresentando valores médios de 0,07 cm; 0,19 cm e 6,74, respectivamente. Torres et al. (2003) pesquisaram novilhas mestiças confinadas, com diferentes níveis de substituição do farelo de soja pela mistura de milho mais ureia, com níveis constantes de palma forrageira (500 g kg^{-1}) e bagaço de cana (300 g kg^{-1}) verificaram conversão alimentar média de 5,23. Quanto ao ganho de altura, à cernelha e o perímetro torácico não houve diferenças, possivelmente devido ao pouco tempo experimental.

Em relação ao peso corporal final e ao ganho médio diário, houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre os teores de palma forrageira na dieta. O ganho médio diário variou de 1,18 kg com $0,00 \text{ g kg}^{-1}$ a 0,78 kg com $600,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira na dieta (Tabela 8).

Tabela 8. Desempenho de novilhas 3/4 holandês-zebu em função de teores de palma forrageira na dieta

| Item | Teores de palma (g kg^{-1}) | | | | CV (%) | P | Equação | r^2 / R^2 |
|----------|--|--------|--------|--------|--------|--------|--|-------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| PCi (kg) | 162,00 | 170,33 | 163,17 | 157,00 | | | | |
| PCf (kg) | 260,83 | 264,00 | 256,33 | 222,33 | 10,75 | 0,0514 | $\hat{Y} = 260,058 + 0,07779^{ns}X - 0,002323^{**}X^2$ | 0,99 |
| GMD (kg) | 1,18 | 1,12 | 1,11 | 0,78 | 16,24 | 0,0024 | $\hat{Y} = 1,15748 + 0,0004112^{ns}X - 0,000017^{**}X^2$ | 0,92 |
| GAC (cm) | 0,07 | 0,08 | 0,07 | 0,05 | 34,89 | 0,5578 | $\hat{Y} = 0,07$ | |
| GPT (cm) | 0,23 | 0,19 | 0,21 | 0,14 | 23,13 | 0,9878 | $\hat{Y} = 0,19$ | |
| CA | 6,90 | 6,80 | 6,27 | 6,92 | 13,86 | 0,4381 | $\hat{Y} = 6,74$ | |

Peso corporal inicial (PCi), peso corporal final (PCf), ganho médio diário (GMD), ganho em altura à cernelha (GAC), ganho em perímetro torácico (GPT) e conversão alimentar (CA).

O peso corporal final e o ganho médio diário variaram de forma quadrática em função dos teores crescentes de palma forrageira na dieta (Tabela 8). Segundo os modelos ajustados, estima-se o maior valor de PC em 266,57 kg e GMD de 1,18 kg para os teores de palma forrageira de 167,40 g kg⁻¹ e 121,80 g kg⁻¹ na dieta, respectivamente. O consumo de matéria seca justificou o desempenho das novilhas e, mesmo obtendo resultados aceitáveis, os tratamentos que propiciaram maior consumo resultaram em maiores ganhos. Os valores encontrados no presente trabalho, inclusive para o tratamento de 600,00 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, são considerados aceitáveis para ganho de novilhas leiteiras, pois com o aumento do teor da palma forrageira, o teor de concentrado decresceu. Adicionalmente, a previsão de ganho era de 0,80 kg dia⁻¹ de acordo com o NRC (NRC, 2001).

Torres et al. (2003) ao alimentarem novilhas mestiças com rações à base de palma forrageira (500,00 g kg⁻¹), bagaço de cana (300,00 g kg⁻¹) e farelo de soja (200,00 g kg⁻¹) constataram o ganho de 1,15 kg dia⁻¹, valores superiores ao deste trabalho para os tratamentos com teores acima 121,80 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, o que é justificado pelo farelo de soja na dieta. Carvalho et al. (2005) avaliaram o desempenho de novilhas da raça Holandesa alimentadas com rações contendo palma forrageira (698,00 g kg⁻¹), bagaço de cana (276,00 g kg⁻¹) e ureia (26,00 g kg⁻¹) suplementada com farelo de soja. Os autores encontraram ganho diário de 1,17 kg dia⁻¹.

O tempo despendido na atividade de alimentação aumentou com a adição da palma forrageira na dieta ($p < 0,05$) com um acréscimo de 0,118 minutos para cada g da palma aportada por kg de dieta fornecida (Tabela 9), esse comportamento pode ser justificado pela alta aceitabilidade, baixo teor de fibra e baixo teor de matéria seca. Possivelmente, o maior tempo da alimentação tenha decorrido da necessidade das novilhas de elevar o consumo para atender o requerimento de energia e proteína, uma vez que o consumo de matéria seca apresentou um comportamento linear decrescente (Tabela 6). Esse fato ocorreu devido à palma forrageira apresentar menor teor de matéria seca e, conseqüentemente, maior teor de umidade (Santos et al., 1997). De acordo com Ferreira (2005), em razão do baixo teor de MS da palma e de sua alta palatabilidade, altas quantidades podem ser consumidas, dependendo da categoria animal, forma de fornecimento da dieta, composição da dieta e do número de refeições.

Tabela 9 – Tempos em alimentação, ruminação e ócio, em minutos, de novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira

| Atividades | Teores de palma na dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV (%) | P | Equação | r ² /R ² |
|--------------------------------|--|--------|--------|--------|--------|-------------------------|--|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| Alimentação (min) | 206,66 | 221,25 | 259,58 | 272,08 | 19,64 | 0,00375 | $\hat{Y} = 204,708 + 0,117299^{**}X$ | 0,95 |
| Ruminação (min) | 386,66 | 435,00 | 461,66 | 447,91 | 14,52 | 0,03121 | $\hat{Y} = 385,729 + 0,33802^{**}X - 0,00039^{**}X^2$ | 0,99 |
| Ócio (min) | 840,00 | 782,50 | 715,83 | 721,25 | 11,67 | 0,0038 | $\hat{Y} = 844,062 - 0,447396^{**}X + 0,00039^{**}X^2$ | 0,96 |
| TMT (min) | 593,33 | 656,25 | 721,25 | 720,00 | 12,97 | 0,001837 | $\hat{Y} = 589,91 + 0,463125^{**}X - 0,000401^{**}X^2$ | 0,97 |
| BRD (n°.dia ⁻¹) | 445,07 | 558,71 | 686,33 | 706,97 | 13,67 | 5,83 x10 ⁻¹⁰ | $\hat{Y} = 462,277 + 0,456658^{**}X$ | 0,93 |
| TMT. bolo ⁽¹⁾ (seg) | 51,95 | 46,72 | 40,43 | 38,09 | 4,30 | 3,50x10 ⁻²² | $\hat{Y} = 51,6715 - 0,024342^{**}X$ | 0,97 |

Tempo de mastigação total (TMT); bolos ruminados por dia (BRD)

Em relação ao tempo gasto com ruminação, a resposta foi quadrática em função do aumento do teor da palma forrageira ($p < 0,05$). O modelo ajustado estima que o maior tempo de ruminação foi de 459,34 minutos dia⁻¹, correspondendo ao teor de 435,57 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. Quanto ao tempo gasto com o ócio, a resposta foi quadrática em relação ao aumento do teor da palma forrageira ($p < 0,01$). O modelo ajustado estima que o menor tempo de ócio foi de 716,81 minutos dia⁻¹, correspondendo ao teor de 568,87 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. Portanto, a palma forrageira, como um ingrediente energético rico em carboidratos não fibrosos, acarretou maior taxa de passagem com menor tempo de permanência do alimento no rúmen. Van Soest (1994) relata que o tempo de ruminação é influenciado pela natureza da dieta e é proporcional ao conteúdo de parede celular dos volumosos. Carvalho et al. (2004) pesquisaram comportamento ingestivo de cabras alpinas, alimentadas com cinco dietas contendo diferentes teores de FDN, com a elevação da quantidade oferecida na forma de mistura completa, e verificaram que o tempo gasto com ruminação aumentou com a elevação da quantidade de FDN da dieta. Sosa et al. (2005) concluíram, ao utilizarem a palma forrageira para vacas da raça Holandesa na forma de mistura completa, que o tempo gasto com ruminação aumentou com a elevação da quantidade de FDN da dieta.

Bispo et al. (2010) encontraram resultados similares ao presente estudo ao pesquisarem a inclusão da palma forrageira na dieta de ovinos, em que o tempo de alimentação apresentou comportamento crescente, fato explicado pelo aumento do consumo de matéria seca, assim maiores quantidades de matéria natural foram ofertadas e concluíram que os tempos de alimentação e ruminação apresentaram respostas inversas de aumento e de diminuição, respectivamente.

O tempo despendido na atividade de ócio foi superior ao tempo de mastigação total, exceto para o tratamento de 400g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, em minutos e esse apresentou um comportamento quadrático em função do aumento do teor da palma forrageira (P<0,05), de modo que o valor mínimo foi estimado em 723,61 minutos dia⁻¹, para o teor máximo de 577,40 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta. Arnaud et al. (2005) observaram em vacas leiteiras que, com maior teor de palma, os animais passaram mais tempo em ócio do que ruminando ou se alimentando, fato também observado em todos os tratamentos do presente estudo.

O número de bolos ruminados por dia (nº dia⁻¹) diferiu entre os tratamentos (P<0,01) e apresentou um comportamento linear crescente com o aumento do teor de palma forrageira (Tabela 9), possivelmente devido ter despendido maior tempo na alimentação de matéria verde. Por outro lado, o tempo médio gasto em mastigações por bolo ruminado (segundos) apresentou um comportamento linear decrescente. O que explica a maior taxa de passagem, com menor tempo de permanência da dieta no rúmen, o que confirma a alta digestibilidade dos CNF da palma forrageira.

A eficiência de alimentação e ruminação (kg hora⁻¹ de MS e FDN) diminuiu (P<0,05) com adição de palma forrageira na dieta (Tabela 10). Neste trabalho, os consumos de MS e FDN (kg dia⁻¹) apresentaram comportamento linear decrescente e quadrático, simultaneamente, o que explica os resultados obtidos para a eficiência alimentar e de ruminação, que pode estar relacionada ao menor consumo, pelo efeito físico devido ao alto teor de água ou pelo perfil da fração fibrosa destas dietas, a qual proporciona menor estímulo à mastigação, contribuindo para menor produção de saliva e diluição do conteúdo ruminal, diminuindo a taxa de passagem do líquido e o escape de microrganismos.

Tabela 10 - Eficiência de alimentação (kg MS e FDN/h) e ruminação (kg de MS e FDN/bolo), mastigações meréricas, número de períodos de refeição, ruminação e ócio (no/dia)

| Ítem | Teores de palma forrageira na dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV(%) | P | Equação | r ² /R ² |
|--|---|----------|----------|----------|-------|------------------------|---|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| Eficiência de alimentação (kg MS e FDN/h) | | | | | | | | |
| MS | 2,18 | 1,70 | 1,65 | 1,35 | 30,28 | 0,0392 | $\hat{Y} = 2,356530 - 0,25249^{**}X$ | 0,90 |
| FDN | 0,98 | 0,62 | 0,74 | 0,49 | 30,31 | $1,77 \times 10^{-5}$ | $\hat{Y} = 1,048220 - 0,133626^{**}X$ | 0,70 |
| Eficiência de ruminação (kg de MS e FDN/bolo) | | | | | | | | |
| MS | 1,17 | 0,84 | 0,89 | 0,78 | 21,44 | $9,28 \times 10^{-5}$ | $\hat{Y} = 1,205120 - 0,111240^{**}X$ | 0,70 |
| FDN | 0,52 | 0,31 | 0,40 | 0,28 | 21,00 | $5,91 \times 10^{-9}$ | $\hat{Y} = 0,541336 - 0,063074^{**}X$ | 0,54 |
| Mastigações meréricas | | | | | | | | |
| Horas.dia ⁻¹ | 9,89 | 10,94 | 12,02 | 12,00 | 12,96 | 0,0018 | $\hat{Y} = 9,831950 + 0,07787^{**}X - 0,000007^{**}X^2$ | 0,97 |
| Nº.bolo ⁻¹ | 56,71 | 57,11 | 50,43 | 42,81 | 14,52 | $1,91 \times 10^{-18}$ | $\hat{Y} = 10,093 - 0,003708^{**}X$ | 0,88 |
| Nº.dia ⁻¹ | 25126,72 | 31899,51 | 34557,85 | 30231,03 | 14,18 | $3,32 \times 10^{-5}$ | $\hat{Y} = 24983,2 + 50,6091^{**}X - 0,069373^{**}X^2$ | 0,99 |
| Número de períodos de alimentação, ruminação e ócio (no/dia) | | | | | | | | |
| Alimentação | 16,83 | 17,41 | 17,08 | 16,16 | 19,96 | 0,1719 | $\hat{Y} = 16,88$ | ns |
| Ruminação | 19,75 | 22,66 | 23,66 | 24,66 | 13,45 | 0,0019 | $\hat{Y} = 20,325 + 0,007875^{**}X$ | 0,91 |
| Ócio | 29,50 | 33,83 | 34,33 | 33,66 | 15,11 | 0,9234 | $\hat{Y} = 32,83$ | ns |
| Tempo gasto por período de alimentação, ruminação e ócio (min) | | | | | | | | |
| Alimentação | 12,57 | 12,99 | 15,93 | 17,30 | 25,27 | 0,0072 | $\hat{Y} = 12,133 + 0,008562^{**}X$ | 0,93 |
| Ruminação | 19,53 | 19,39 | 19,90 | 18,38 | 17,67 | 0,2707 | $\hat{Y} = 19,30$ | ns |
| Ócio | 30,66 | 23,58 | 21,13 | 22,28 | 33,09 | 0,0267 | $\hat{Y} = 30,6109 - 0,0446^{**}X + 0,000051^{**}X^2$ | 0,99 |

Segundo Valadares Filho et al. (2006), a taxa de passagem é um dos fatores que influenciam os padrões de fermentação ruminal e a síntese microbiana. De acordo com Nocek e Russell (1988), a eficiência do crescimento microbiano depende da partição da energia em manutenção e crescimento e está inversamente relacionada ao tempo de permanência dos microrganismos no ambiente ruminal. Nesse sentido, quanto mais rápida a passagem de microrganismos, menor a utilização de energia para manutenção e maior a eficiência de síntese microbiana. Arnaud et al. (2005) pesquisaram o comportamento ingestivo de vacas leiteiras da raça Holandesa em lactação, alimentadas com rações contendo diferentes teores de palma forrageira (0, 120, 250, 380 e 510 g kg⁻¹

¹) e encontraram valores similares ao estudo para a eficiência alimentar e de ruminação para o FDN (kg hora^{-1} de FDN).

Carvalho et al. (2008) avaliaram a inclusão de diferentes níveis (0, 100, 200 e 300 g kg^{-1}) de farelo de cacau - alimento rico em carboidratos não fibrosos e pobre em fibra em detergente neutro, no concentrado da dieta de ovinos - e não observaram efeito com a inclusão do farelo de cacau para a eficiência em alimentação e ruminação.

Do mesmo modo, Bispo et al. (2010) pesquisaram o comportamento ingestivo de vacas em lactação para avaliarem o efeito da substituição total do milho e parcial da soja por palma forrageira e ureia e não encontraram resultados significativos para a eficiência em alimentação. Os autores justificaram que, devido aos consumos de matéria seca e fibra em detergente neutro serem semelhantes entre as dietas experimentais, os resultados obtidos para a eficiência alimentar são diretamente relacionados ao consumo e à digestibilidade dos nutrientes.

Em relação à eficiência de ruminação, houve decréscimo com a inclusão de palma forrageira na dieta, esse comportamento é explicado pela menor digestibilidade da FDN_{cp} com o aumento do teor de palma forrageira.

O número de mastigações meréricas (horas dia^{-1}) e o número de mastigações por dia foram significativos ($P < 0,05$) ($P < 0,01$) em relação ao teor de palma forrageira na dieta e apresentaram comportamento quadrático, com valores máximo de 12,10 horas dia^{-1} e 34.213,37 mastigações para o teor de $582,53 \text{ g kg}^{-1}$ e $364,76 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira na dieta, respectivamente (Tabela 10). De acordo Mertens (2001), o tempo de mastigação está relacionado ao consumo de matéria seca, à concentração de fibra em detergente neutro (FDN) da dieta e ao tamanho da partícula. Nesse sentido, o consumo de matéria seca e FDN decresceram com o aumento do teor de palma forrageira na dieta. Outro fator que pode ter influenciado esse resultado foi a maior quantidade de carboidratos não fibrosos na dieta, uma vez que, segundo Paulino et al. (2005), alimentos energéticos possuem maior coeficiente de digestibilidade, dessa forma, o tempo de mastigação necessário para essa dieta foi menor.

O resultado do número de mastigações por bolo foi significativo ($P < 0,01$) e ajustou ao modelo linear decrescente, o que explica a alta degradabilidade da palma forrageira e o resultado da digestibilidade do FDN (Tabela 7) que ajustou de forma linear decrescente, à medida que o teor de palma forrageira aumentava na dieta, a digestibilidade diminuía devido ao aumento dos carboidratos não fibrosos e diminuição

da fibra na dieta. Nesse sentido, Sosa et al. (2005) concluíram que o fornecimento de palma forrageira e silagem, na forma de mistura completa, promovem maior tempo de ruminação e mastigação.

Os períodos de refeição e ócio (n° dia⁻¹) não foram influenciados pela inclusão de palma forrageira ($P < 0,05$), com valores médios de 16,87 e 32,83, respectivamente. O número de períodos ruminando foi significativo ($P < 0,05$) e apresentou comportamento linear crescente, devido ao maior tempo alimentando e com o aumento do número de bolos. (Tabela 10).

O tempo gasto por período alimentando foi significativo ($P < 0,05$) e proporcionou um modelo linear crescente com o aumento do teor de palma forrageira. Isso explica a alta aceitabilidade e o maior tempo para ingestão dessa palma. Como ela foi oferecida na forma de mistura completa, não limitou a procura do alimento por parte dos animais, o que é explicado pelo aumento linear da ruminação, porém o tempo de ruminação por período não foi significativo ($P > 0,05$).

O resultado do tempo gasto por período em ócio foi relevante ($p < 0,05$) e ajustou ao modelo quadrático com valor mínimo de 20,92 minutos para o teor de 434,25 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta.

A análise de viabilidade econômica das dietas experimentais integra o rol de atividades que buscam identificar quais são os benefícios esperados em dado investimento para colocá-los em comparação com outros investimentos e custos associados ao mesmo a fim de verificar a sua viabilidade de implementação. Em relação ao presente trabalho, os preços dos concentrados, da silagem de sorgo, da palma forrageira e dos insumos utilizados estão de acordo com a média histórica da região e são representativos para análises.

Os valores de renda bruta aumentaram até o teor de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta, o que é justificado pelo aumento do teor de palma forrageira com a diminuição da silagem de sorgo e do concentrado, causando a diminuição no custo da dieta. Outro fator que contribuiu foi a manutenção do ganho de peso diário das novilhas até o valor de 400 g kg⁻¹ (Tabela 11).

O valor do custo operacional efetivo representa quanto de recurso foi utilizado para cobrir as despesas dos animais. Menores valores foram encontrados para dietas com maiores teores de palma forrageira e que utilizou o concentrado em menor quantidade e com menores gastos, confirmando que o custo com alimentação é o

operacional inferior a 65% da renda bruta e esse índice é obtido, apenas na dieta, com 600 g kg⁻¹ de palma forrageira.

Os valores do custo operacional em relação à renda bruta calculados, no presente estudo, foram de 76,40%; 74,11%; 68,78% e 86,49% para as dietas com 0; 200; 400; 600 g kg⁻¹ de palma forrageira.

A alimentação 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. O melhor resultado foi para a dieta com teor de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira, o que é explicado pelo ganho de peso das novilhas, em resposta a uma dieta com um custo menor. No caso da dieta com o teor de palma de 600 g kg⁻¹, o custo operacional foi menor, porém, a renda bruta, também, foi a menor devido ao baixo ganho de peso.

Oliveira et al. (2007) avaliaram vacas em lactação alimentadas com dietas formuladas com diferentes teores (0; 120; 250; 380 e 510g kg⁻¹) de palma forrageira em substituição total ao milho e em substituição parcial ao feno de capim tifton e calcularam que a receita com alimentação na dieta sem palma correspondeu a 86,0% da receita do leite, enquanto, no tratamento com 510 g kg⁻¹ de palma, o comprometimento foi de 58,0%. Os autores concluíram que a palma forrageira pode constituir alternativa regional de fonte de energia, baixando os custos sem alterar a produção de leite e o teor de gordura.

Os valores de custo operacional total, que é a soma do custo operacional efetivo mais a depreciação, apresentaram comportamento semelhante ao custo operacional efetivo, uma vez que a mesma infraestrutura foi utilizada por todos os animais.

O custo total por animal, que envolve a remuneração de capital (custo oportunidade), decresceu à medida que aumentou o teor de palma forrageira na dieta. O lucro total por animal elevou-se até o teor de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira, fato que comprova a eficiência econômica do uso da palma em dietas de novilhas leiteiras.

A taxa interna de retorno comprova que o tratamento que apresentou melhor resultado foi o uso de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta (Tabela 12), o que explica ser este teor o mais viável para um produtor e investidor, à taxa de retorno de 3,15% ao mês.

Tabela 12 - Taxa interna de retorno mensal e o valor presente líquido para taxas de retorno de 6, 10 e 12 %, respectivamente, para um ano

| Item | Teores de palma forrageira na dieta (g kg ⁻¹) | | | |
|-----------------------------------|---|----------|-----------|----------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| Taxa interna de retorno (%) | 2,41 | 2,54 | 3,15 | 0,56 |
| Valor presente líquido, 6% (R\$) | 8.907,44 | 9.483,47 | 12.304,47 | 263,79 |
| Valor presente líquido, 10% (R\$) | 7183,19 | 7745,36 | 10498,57 | -1252,72 |
| Valor presente líquido, 12% (R\$) | 6327,61 | 6882,83 | 9601,97 | -2003,91 |

O cálculo do valor presente líquido (Tabela 12) mostra que esse investimento é de grande importância para todas as taxas de desconto utilizadas, obtendo maior valor na dieta com teor de 400 g kg⁻¹ de palma forrageira. Portanto, pelo indicador, o tratamento viável é o que apresentar maior VPL, que foi a dieta com 400 g kg⁻¹ de palma forrageira.

Vale salientar que, na dieta com 600 g kg⁻¹ de palma forrageira, houve um ganho médio diário de 0,78 kg por novilha leiteira, foi previsto pelo NRC (2001) o ganho de 0,80 kg. Costa et al. (2011) citam que um projeto é viável e deve ser adotado quando sua TIR for igual ou maior que o custo de oportunidade dos recursos para sua implantação.

4 CONCLUSÕES

A inclusão da palma forrageira a dietas com silagem de sorgo e concentrado de até 400 g kg⁻¹ proporcionam melhores resultados para novilhas leiteiras nos parâmetros que se referem ao desempenho e ao aspecto econômico.

Teores de palma forrageira acima de 400 g kg⁻¹ devem ser utilizados quando se espera um ganho médio de 780 g dia⁻¹ para novilhas mestiças.

A inclusão de palma forrageira na dieta altera os tempos despendidos para alimentação, ruminação, ócio e a eficiência de ruminação e alimentação.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRIGHT, J.L. Nutrition, feeding and calves. In: Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.76, p.485-498, 1993.

ARNAUD, B.L. **Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo níveis crescentes de palma forrageira**. 2005. 42p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

BISPO, V.B.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; MODESTO, E.C.; GUIMARÃES, A.V.; PESSOA, R.A.S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2024-2031, 2010.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, J.F.C.; FILHO, S.C.V.de.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, H.G.O. de.; BONOMO, P.; MENDONÇA, S.S. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.

CARVALHO, M.C; FERREIRA, M.A; CAVALCANTI, C.V.A; LIMA, L.E; SILVA, F.M; MIRANDA, K.F; VERAS, A.S.C; AZEVEDO, M; VIEIRA, V.C.F. Associação do bagaço de cana-de-açúcar, palma forrageira e ureia com diferentes suplementos em dietas para novilhas da raça Holandesa. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.27, n.2, p.247-252, 2005.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.

CASALI, A.O; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C; PEREIRA, J.C; HENRIQUES, L.T; FREITAS, S.G; PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

CAVALCANTI, C.V.A.; FERREIRA, M.A. CARVALHO, M.C. Palma forrageira enriquecida com ureia 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, p.689-693, 2008.

CONTADOR, C.R. Indicadores para seleção de projetos. In: CONTADOR, C. (Ed.) **Avaliação social de projetos**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 1988. p.41-58.

COSTA, L.T.; SIVA, F.F.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.J.V.; NETO ROCHA, A.L.; MENDES, F.B.L.; RODRIGUES, E.S.O.; SILVA, V.L. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n. 5, P. 1155-1162, 2011.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A. C.; CECON P. R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L. S.; LANA, R.P. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p. 1763-1777, 2003.

DETMANN, E; VALADARES FILHO, S.C; HENRIQUES, L.T; PINA, D.S; PAULINO, M.F; VALADARES, R.F.D; CHIZZOTTI, M.L; MAGALHÃES, K.A. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006.

DIAS, A.M.A.; BATISTA, A.M.V.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; SAMPAIO, I.B.M. Efeito de estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zeamays*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.2086-2092, 2001.

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

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; AMOUCHE, E.H.; DUTILLEUL, P.; LOBATO, J.F.P. Efeitos da pressão de pastejo sobre o padrão neotemeral do comportamento ingestivo de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p.164-170, 1998.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

ÍTAVO, L.C.V. Consumo, digestibilidade e eficiência microbiana de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado, utilizando diferentes indicadores e períodos de coleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1024-1032, 2002.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.

MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; NASCIMENTO, W.G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, n.1, p. 269-277, 2000.

MELO A. A. S. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficusindica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MERTENS, D.R. FDN fisicamente efetivo e seu uso na formulação de ração para vacas leiteiras In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em Nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.38.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R. F. D.; SOARES, C. A.; LANA, R. P.; QUEIROZ, A. C.; ASSIS, A. J.; PEREIRA, M. L. A. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728,2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requeriments of the dairy cattle**. Washington: D.C. National Academy Press, 2001, 57p.

NEUMANN, M.; RESTLE, J.; ALVES FILHO, D.C.; BRONDANI, I.L.; PELLEGRINI, L.G.; FREITAS, A.K. Avaliação do valor nutritivo da planta e da silagem de diferentes híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.293-301, 2002.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relation of ruminal protein and carbohydrates availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2.ed. São Paulo: Atlas, 1987. 269p.

OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A.; MODESTO, E.C.; ARNAUD, B.L.; SILVA, F.M. Substituição total do milho e parcial do feno do capim-tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.4, p.928-935, 2007.

PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ALEXANDRINO, E.; FIGUEIREDO, D.M. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.957-962, 2005.

PERES, A.A.C.; SOUZA, P.M.; MALDONADO, H.; SILVA, J. F. C.; SOARES, C. S.; BARROS, S. C. W.; HADDADE, I. R. Análise econômica de sistemas de Produção a Pasto para Bovinos no Município de Campos dos Goytacazes-RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1557-1563, 2004.

PESSOA, R.A.S. **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras**. 2007. 106p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

RODRIGUES FILHO, M.; MANCIO, A.B.; GOMES, S.T.; SILVA, F. F.; LANA, R. P.; RODRIGUES, N. E. B.; SOARES, C. A.; VELOSO, C. M. Avaliação econômica do confinamento de novilhos de origem leiteira, alimentados com diferentes níveis de concentrado e de cama de frango. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.2055-2069, 2002.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.; ARRUDA, G.P.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1997. 23p.

SANTOS, G.R.A.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; LIRA, M.A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 holando/zebu alimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia e Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SILVA, J.F.; LEAO, M.I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380f.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV. 3ª edição, 4ª reimpressão. 2009. 235p.

SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; FRANCO, I.L.; NASCIMENTO, P.V.N.; BONOMO, P. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *Brachiaria decumbens*. Aspectos metodológicos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.5, n.10, p.1-7, 2004.

SIMITH, T.R. Melhorando a lucratividade de fazendas leiteiras através do aumento na eficiência das operações, 2003, Sete Lagoas. In: CONGRESSO INTERNACIONAL REHAGRO, 1., 2003, Sete Lagoas. **Anais...** Sete Lagoas: Congresso Internacional Rehagro, 2003. 41p.

SOSA, M.Y; BRASIL, L.H.A; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C; LIMA, L.E; PESSOA, R.A.S; MELO, A.A.S; LIMA, R.M.B; AZEVEDO, M; SILVA, A.E.V.N; HAYES, G.A. Diferentes formas de fornecimento de dietas à base de palma forrageira e comportamento ingestivo de vacas da raça holandesa em lactação. **Acta Scientiarum**, v. 27, n. 2, p. 261-268, 2005.

TORRES, L.B; FERREIRA, M.A; VÉRAS, A.S.C; MELO, A.A.S; ANDRADE, D.K.B. Níveis de bagaço de cana e ureia como substituto ao farelo de soja em dietas

para bovinos leiteiros em crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.760-767, 2003.

TORRES, L.C.L. **Substituição da palma gigante por palma miúda em dietas de bovinos em crescimento**. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2008. 29p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

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.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; AZEVEDO, J.A.G. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR Corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Gráfica Suprema, 2006b. 142p.

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

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, Ithaca. **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

IV- CAPÍTULO 2

TEORES DA PALMA FORRAGEIRA EM DIETAS DE NOVILHAS LEITEIRAS CONFINADAS: SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA E CONCENTRAÇÕES DE UREIA

AGUIAR, M.S.M.A. **Teores da palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras confinadas: síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia.** Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98p. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a influência de teores crescentes de palma forrageira na dieta sobre o balanço de nitrogênio, as concentrações de ureia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em novilhas leiteiras $\frac{3}{4}$ Holandês-zebu confinadas. Utilizaram-se 24 novilhas com peso corporal médio inicial de $163,00 \pm 18$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas. Utilizou-se silagem de sorgo como volumoso, concentrado e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0, 200, 400 e 600 g kg^{-1}). O nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e urina, digerido e retido apresentaram efeito linear decrescente, reduzindo 0,16; 0,06; 0,10; 0,006; 0,01 e $0,09 \text{ g dia}^{-1}$, respectivamente, para cada unidade de palma inclusa na dieta das novilhas. O balanço de nitrogênio foi influenciado pela inclusão de palma na dieta das novilhas através dos valores observados entre o digerido e retido, o que pode estar relacionado aos efeitos similares encontrados para o consumo e excreções de nitrogênio nas fezes e na urina. Em relação ao digerido em porcentagem do ingerido e o retido em porcentagem do ingerido e digerido não apresentaram diferença com a inclusão de palma na dieta, sendo observado valor de 66,29; 62,53 e 94,28%, respectivamente. A concentração de nitrogênio uréico na urina das novilhas apresentou efeito quadrático com ponto de máxima excreção no nível de $275,80 \text{ g/kg}$ de palma forrageira na dieta. Em consequência, a excreção ureica e ureia na urina apresentaram efeito semelhante com pontos de máxima excreção nos níveis de 293,75 e $319,00 \text{ g kg}^{-1}$ de palma forrageira na dieta. A concentração de ureia no plasma não apresentou diferença, com valor de $13,19 \text{ mg dL}^{-1}$. Síntese de nitrogênio e proteína bruta microbiana ajustou ao modelo quadrático. A eficiência microbiana não foi influenciada com a inclusão da palma forrageira e apresentou valor médio de $108,10 \text{ g kg}^{-1}$ de PBmic NDT, podendo garantir razoável desempenho animal. As novilhas apresentaram volume urinário semelhante para os níveis de palma de 0, 200, 400 e 600 g kg^{-1} incluídos na dieta, com valor de 5,90 litros de urina por dia, comprovando que a excreção de creatinina na urina não foi afetada pelos teores de palma forrageira nas dietas.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, volume urinário, eficiência, purina.

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

ABSTRACT

AGUIAR, M.S.M.A. **Levels of forage cactus in the diet of dairy heifers confined. microbial protein synthesis and concentrations of urea.** Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98 p. (Thesis - Doctor Degree in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The present study aimed to analyze the influence of increasing levels of forage in the diet on the nitrogen balance, the concentrations of urea in urine and plasma and microbial protein synthesis in dairy heifers $\frac{3}{4}$ Holstein-Zebu confined. We used 24 heifers with initial body weight of 163.00 ± 18 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and six replications. The treatments consisted of four diets. It was used as forage sorghum silage, concentrate and increasing levels of forage in the diet (0, 200, 400 and 600 g kg⁻¹). The nitrogen intake, fecal and urine, digested and retained showed linear effect, reducing 0.16, 0.06, 0.10, 0.006, 0.01 and 0.09 g day⁻¹, respectively, for each unit palm included in the diet of heifers. Nitrogen balance was influenced by the dietary inclusion of palm heifers through the values observed between digested and retained, which may be related to similar effects found for consumption and nitrogen excretion in feces and urine. Regarding the percentage of intake digested and retained as a percentage of ingested and digested showed no difference with the inclusion of cactus in the diet, being observed value of 66.29, 62.53 and 94.28%, respectively. The concentration of urea nitrogen in the urine of heifers had a quadratic effect point of maximum excretion level of 275.80 g / kg of forage in the diet. Therefore, urea and urea excretion in urine showed a similar effect with points of maximum excretion levels 293.75 and 319.00 g kg⁻¹ in the diet of forage. The concentration of urea in plasma showed no difference in the amount of 13.19 mg dL⁻¹. Synthesis of nitrogen and microbial crude protein adjusted to the quadratic model. Microbial efficiency was not influenced by the inclusion of cactus pear, with average value of 108.10 g kg⁻¹ CPMic NDT and can ensure reasonable performance animal. The heifers urine volume similar to the palm of levels 0, 200, 400 and 600 g kg⁻¹ included in the diet, with a value of 5.90 liters of urine per day, proving that the creatinine excretion in the urine was not affected by levels of forage in the diet.

Keywords: nitrogen balance, urinary volume, efficiency, purine.

* Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Co-Advisers: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi and Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

1 INTRODUÇÃO

O objetivo dos estudos de nutrição de ruminantes é maximizar a síntese de proteína microbiana, em virtude de seu excelente balanceamento de aminoácidos (Valadares Filho e Valadares, 2001). Porém, observa-se, em geral, negligência quanto ao manejo e à alimentação de novilhas, com fornecimento de suplemento dietético incompatível com a elevada exigência desses animais para crescimento, o que pode comprometer o ganho de peso e favorecer o aumento na idade ao primeiro parto (Chizzotti, 2006).

O elevado custo com a alimentação desses animais, ainda não compensado pela produção de leite, dificulta o suprimento de uma dieta adequada à expressão do potencial produtivo e por isso é a principal causa dessa baixa produtividade.

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de ureia no soro e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (Pessoa et al., 2009).

O fornecimento de aminoácidos, a partir da proteína microbiana, é fundamental para o metabolismo proteico dos ruminantes, uma vez que a maior parte dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado é proveniente da proteína microbiana. A eficiência de produção microbiana e o fluxo microbiano são fatores determinantes para a quantidade de proteína microbiana que alcança o intestino delgado. De acordo com o NRC (2001), as proteínas sintetizadas pelos microrganismos ruminais possuem excelentes perfis aminoacídicos e composições pouco variáveis. Dessa forma, o estudo dos mecanismos de síntese proteica microbiana e dos fatores relacionados é de grande importância.

Existe uma correlação positiva entre a ingestão de N e a concentração de ureia no soro (Preston et al., 1965). De acordo com Broderick e Clayton (1997), a concentração elevada de ureia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da proteína bruta da dieta. A quantidade de ureia sintetizada no fígado é proporcional à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada ao aporte proteico e à relação energia:proteína dietética

(Harmeyer & Martens, 1980). O teor de nitrogênio uréico no soro (NUS) é utilizado para obtenção de informações adicionais sobre a nutrição proteica de ruminantes, por meio da resposta metabólica à determinada dieta.

Vários estudos confirmam a relação entre produção de proteína microbiana e excreção de derivados de purina na urina (Vagnoni et al., 1997; Rennó et al., 2000). A excreção de derivados de purina na urina consiste em um método simples e não-invasivo para estimativa da produção de proteína microbiana no rúmen. Nessa técnica, assume-se que os ácidos nucléicos presentes no duodeno são de origem predominantemente microbiana e que, após digestão intestinal dos nucleotídeos purínicos, as purinas absorvidas são catabolizadas e recuperadas proporcionalmente na urina como derivados de purinas.

Segundo Chen e Gomes (1992), a alantoína e o ácido úrico são os principais derivados de purina presentes na urina de bovinos, pois a alta atividade da enzima xantina oxidase no sangue e nos tecidos converte xantina e hipoxantina em ácido úrico antes da excreção, sendo a excreção de xantina e hipoxantina considerada irrisória em bovinos.

Segundo Valadares et al. (1997), é possível simplificar a coleta de urina utilizando-se a excreção de creatinina na urina como indicador da produção urinária, uma vez que essa excreção é relativamente constante em função do peso corporal pelo fato de ser pouco ou não afetada por fatores dietéticos (Chen et al., 1995; Rennó et al., 2000).

Assim, se coletada uma única amostra de urina, denominada amostra *spot*, e determinada a concentração de creatinina, a excreção de compostos urinários como a ureia e os derivados de purinas (DP) pode ser estimada, facilitando a obtenção de dados experimentais e possibilitando a utilização dessa técnica a campo.

Como alternativa para manter os ganhos de peso ideais em novilhas leiteiras com menor custo, sugere-se o uso de alimentos alternativos, como a palma forrageira.

Objetivou-se avaliar a influência de teores crescentes de palma forrageira na dieta sobre o balanço de compostos nitrogenados, as concentrações de ureia na urina e no plasma e a síntese e a produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras confinadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi conduzido no setor de bovinos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, Município de Guanambi, Estado da Bahia, no período de agosto a novembro de 2010. O referido local apresenta latitude de 14°17'27" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C.

Foram utilizadas 24 novilhas mestiças leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso corporal médio de 163,00 ± 18 kg, identificadas com brincos numerados. Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de 14 dias de adaptação ao manejo experimental e às instalações. O período de coleta de dados foi de 84 dias. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto. As baias foram providas de cocho individual para alimentação e controle de consumo e um bebedouro para duas baias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em quatro dietas, com o objetivo de serem isonitrogenadas e isoenergéticas. Utilizou-se silagem de sorgo como volumoso e como concentrado milho; farelo de soja, ureia, sal de recria, calcário, fosfato bicálcio e teores crescentes de palma forrageira na dieta (0; 200; 400 e 600 g kg⁻¹).

Para a preparação da silagem, foi realizada a colheita do sorgo forrageiro [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] aos 100 dias de idade, com os grãos no ponto pastoso-farináceo. Foi utilizada ensiladeira e a planta foi fragmentada em partículas de 0,5 a 2,0 cm, com a finalidade de facilitar a compactação, o processo digestivo e o desempenho dos animais. Posteriormente, o material fragmentado foi armazenado em silo tipo superfície e compactado com trator. A vedação ocorreu após o término do enchimento.

Ao final de cento e vinte dias, o silo foi aberto e a silagem foi observada; esta apresentava coloração normal e cheiro agradável. Posteriormente, foram realizadas análises da composição químico-bromatológica (Tabela 1).

Após o período de adaptação de 14 dias, as novilhas foram submetidas aos quatro tratamentos (Tabela 1), sendo as dietas compostas de concentrado, silagem de sorgo e palma forrageira. Foram calculadas para conterem nutrientes suficientes para um ganho de peso corporal (PC) de 0,80 kg dia⁻¹, de acordo com o NRC (NRC, 2001), com base nos

dados das análises bromatológicas da silagem de sorgo e da palma forrageira, previamente realizadas, no início do período de adaptação (Tabela 2).

Tabela 1. Composição dos alimentos nas dietas experimentais, base na matéria seca.

| Ingredientes dieta (g kg ⁻¹) | Tratamentos | | | |
|--|-------------|--------|--------|--------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| Silagem de sorgo | 647,00 | 555,60 | 444,40 | 342,00 |
| Palma forrageira | 0,00 | 185,20 | 388,90 | 591,50 |
| Milho | 236,60 | 157,40 | 79,60 | 0,00 |
| Farelo soja | 96,10 | 81,50 | 66,70 | 46,20 |
| Ureia | 7,40 | 7,40 | 7,40 | 7,40 |
| Sal recria | 5,50 | 5,60 | 5,60 | 5,50 |
| Calcário | 5,50 | 5,60 | 5,60 | 5,50 |
| Fosfato bicálcio | 1,80 | 1,90 | 1,90 | 1,80 |

Tabela 2. Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira.

| Item | Silagem de sorgo | Palma Forrageira |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| MS | 325,60 | 92,80 |
| PB ¹ | 110,50 | 101,60 |
| FDN _{cp} ¹ | 580,40 | 314,70 |
| FDA ¹ | 416,30 | 222,70 |
| EE ¹ | 17,10 | 13,50 |
| MM ¹ | 88,30 | 151,30 |
| Lignina ¹ | 75,10 | 32,60 |
| FDNi ¹ | 198,60 | 114,50 |
| NIDN ² | 221,10 | 226,70 |
| CNF ¹ | 203,40 | 418,70 |

¹g kg⁻¹ na matéria seca, ²g kg⁻¹ do nitrogênio total. Matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); fibra em detergente ácido (FDA); extrato etéreo (EE); material mineral (MM); fibra em detergente neutro indigestível (FDNi); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

Tabela 3. Composição química das dietas experimentais

| Item | Teores de Palma Forrageira na dieta (g kg ⁻¹) | | | |
|----------------------|---|--------|--------|--------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 |
| MS | 424,10 | 227,10 | 157,50 | 123,80 |
| PB ¹ | 154,30 | 161,70 | 154,40 | 131,40 |
| FDA ¹ | 278,10 | 277,50 | 271,00 | 267,80 |
| FDNcp ¹ | 422,00 | 420,20 | 389,80 | 375,80 |
| EE ¹ | 16,20 | 15,30 | 14,90 | 14,50 |
| Lignina ¹ | 52,30 | 47,40 | 44,80 | 42,90 |
| MM ¹ | 79,00 | 101,60 | 132,40 | 139,60 |
| CNF ¹ | 157,20 | 217,40 | 276,60 | 335,50 |
| NIDN ² | 207,40 | 216,40 | 217,80 | 220,60 |

¹g em kg da matéria seca, ²g em kg do nitrogênio total; matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente ácido (FDA); fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNCP); extrato etéreo (EE); material mineral (MM); carboidrato não fibroso (CNF); nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

A dieta foi dividida em duas refeições oferecidas duas vezes ao dia (às 07:00 e às 17:00 horas), na forma de mistura completa, e a água suprida permanentemente à vontade.

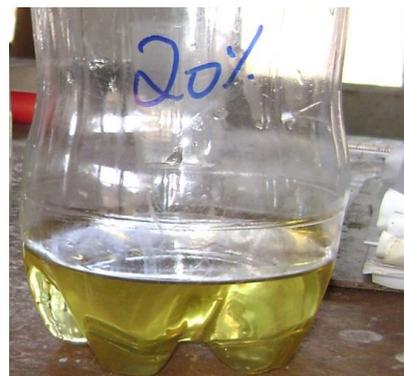
Durante 84 dias, divididos em três períodos de 28 dias, coletaram-se os dados de amostras do oferecido, sobras, peso corporal, altura à cernelha e perímetro torácico. Na última semana do período do experimental, foram realizadas coleta de urina para amostra *spot*, aproximadamente 4 horas após a alimentação, durante micção espontânea.

Com relação à urina coletada, após homogeneização e filtragem em gaze, foram obtidas alíquotas de 10 mL, diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico 0,036N, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Essas alíquotas foram acondicionadas em recipientes plásticos identificados e congelados (Figura1), para posteriores análises e quantificação da ureia, nitrogênio total, creatinina, ácido úrico e alantoína.

Amostras de sangue foram coletadas no primeiro e último dia dos períodos experimentais, via punção da veia jugular, utilizando-se tubos de ensaio (*Vacutainer*TM) de 5mL com EDTA (anticoagulante). Imediatamente, procedeu-se à centrifugação a 5.000 rpm por 15 minutos e, posteriormente, retiraram-se amostras de plasma, que foram acondicionadas eppendorf e armazenadas a -15°C para posteriores análises de ureia (FIGURA 2).



1A



1B



1C



1D



1E



1F

FIGURA 1. Coleta de amostra de urina *spot*: material utilizado (1A), urina coletada (1B), filtragem (1C), alíquota da urina (1D), diluição em ácido sulfúrico (1E) e acondicionamento (1F)



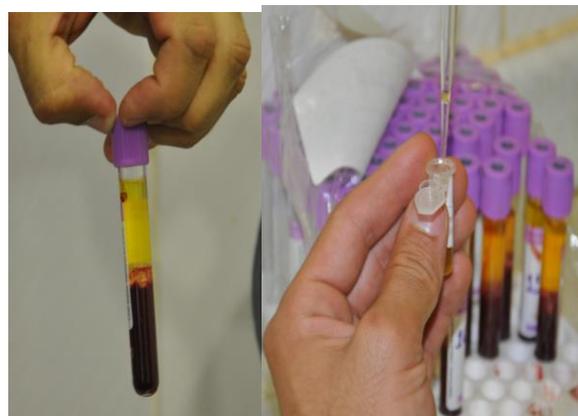
2A



2B



2C



2D

2E



2F

FIGURA 2. Coleta de sangue: coleta no animal veia jugular (2A), tubo de ensaio com anticoagulante e sangue (2B), centrifugação (2C), decantação (2D), retirada do plasma (2E) e acondicionamento (2F)

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e de ureia na urina e no plasma foram estimadas utilizando-se *kits* comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de ureia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667.

Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen e Gomes (1992), e o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva e Queiroz, 2009).

O balanço dos compostos nitrogenados (N retido, g dia⁻¹) foi calculado como:

$$N \text{ retido(g)} = \{N \text{ ingerido (g)} - N \text{ fezes (g)} - N \text{ urina(g)}\}$$

em que: N retido = nitrogênio retido no organismo do animal; N ingerido = nitrogênio ingerido pelo animal; N fezes = nitrogênio excretado nas fezes e N urina = nitrogênio excretados na urina.

A excreção de creatinina (mg kg⁻¹ PC) utilizada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras *spots* foi obtida para cada animal, segundo a equação descrita por Chizzotti (2004):

$$EC = \{32,27 - 0,01093 \times PC\}$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg kg⁻¹ PC); e PC = peso corporal (kg).

Uma vez que, em animais em crescimento, a porcentagem de tecido muscular varia de acordo com o peso corporal e, conseqüentemente, a excreção de creatinina (mg kg⁻¹ de PV) pode ser alterada.

O volume urinário total diário foi estimado dividindo-se as excreções urinárias diárias de creatinina pelos valores observados de concentração de creatinina na urina (Valadares Filho e Valadares, 2001).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e a quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol dia⁻¹) pela excreção de purinas totais (mmol dia⁻¹), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$PA = \left\{ \frac{PT - 0,385 \times PC^{0,75}}{0,85} \right\}$$

em que: PA = purinas absorvidas (mmol dia⁻¹); e PT = purinas totais (mmol dia⁻¹); 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico (PC^{0,75}).

Para estimativa da produção de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas (mmol dia^{-1}) como indicador microbiano, cuja quantificação foi realizada de acordo com técnica de Chen e Gomes (1992):

$$\text{NM}(\text{g}/\text{dia}) = \left\{ \frac{70 \times \text{PA}}{0,83 \times 0,116 \times 1000} \right\}$$

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg mmol^{-1}); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação $\text{N}_{\text{PURINA}}:\text{N}_{\text{TOTAL}}$ nas bactérias.

A eficiência de síntese microbiana foi calculada da seguinte forma:

$$\text{ESPBmic} = [(0,629 \times \text{PA}) \times 6,25] / \text{CNDT}.$$

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e de regressão. Os critérios utilizados para escolha dos modelos de regressão consideraram a adequação do modelo aos fenômenos estudados, os valores dos coeficientes de determinação ajustados e a significância dos parâmetros da regressão pelo teste t.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nitrogênio ingerido, excretado nas fezes, digerido, excretado na urina e retido (Tabela 4) expressaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$), reduzindo 0,16; 0,06; 0,10; 0,01 e 0,09 g dia^{-1} , respectivamente, para cada unidade de palma inclusa na dieta das novilhas.

A redução na quantidade de nitrogênio ingerida está relacionada à diminuição de consumo de MS e a similaridade dos teores de PB das dietas. Corroborando com este efeito, Cruz et al. (2006) avaliaram vacas alimentadas com palma forrageira e silagem de sorgo como volumoso e concentrado contendo quatro níveis de ureia, encontraram maior ingestão de nitrogênio para as dietas que proporcionou maior consumo de matéria seca.

Pessoa et al. (2009) observaram e compararam aos concentrados contendo farelo de trigo e caroço de algodão que houve uma maior ingestão de nitrogênio ocasionada devido à maior concentração de proteína bruta na dieta de novilhas alimentadas com palma forrageira e bagaço de cana como volumoso e concentrado (0,5% do peso corporal) contendo farelo de soja ou farelo de algodão. O ocorrido constitui reflexo dos maiores teores de nitrogênio nesses suplementos.

Tabela 4 – Balanço de compostos nitrogenados, concentrações de N uréico na urina e no plasma e excreções de ureia e N uréico na urina de novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira

| Balanço de compostos nitrogenados | Teores de Palma na Dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV ¹ | P ² | Equ. ³ | r ² /R ² |
|---|--|--------|--------|--------|-----------------|----------------|---|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| N ingerido (g dia ⁻¹) | 200,30 | 179,61 | 169,14 | 99,72 | 8,73 | 0,001 | $\hat{Y} = 209,02 - 0,1561x^{**}$ | 0,85 |
| N fezes (g dia ⁻¹) | 69,21 | 64,83 | 54,28 | 32,48 | 23,94 | 0,001 | $\hat{Y} = 73,311 - 0,0604x^{**}$ | 0,90 |
| N digerido (g dia ⁻¹) | 131,08 | 114,78 | 114,85 | 67,24 | 10,87 | 0,001 | $\hat{Y} = 135,71 - 0,0957x^{**}$ | 0,80 |
| N digerido (% do N ingerido) | 65,98 | 63,85 | 67,84 | 67,48 | 9,65 | 0,697 | $\hat{Y} = 66,29$ | Ns |
| N urina (g dia ⁻¹) | 6,82 | 7,81 | 5,83 | 3,68 | 40,29 | 0,047 | $\hat{Y} = 6,957 - 0,0061x$ | 0,95 |
| N retido (g/dia) | 124,27 | 106,96 | 109,02 | 63,56 | 11,67 | 0,001 | $\hat{Y} = 127,96 - 0,09x$ | 0,79 |
| N retido (% do N ingerido) | 62,47 | 59,45 | 64,44 | 63,75 | 10,32 | 0,562 | $\hat{Y} = 62,53$ | Ns |
| N retido (% do N digerido) | 94,85 | 93,13 | 94,82 | 94,34 | 2,63 | 0,603 | $\hat{Y} = 94,28$ | Ns |
| Concentrações (mg dL⁻¹) | | | | | | | | |
| N uréico na urina | 199,01 | 241,29 | 230,02 | 196,09 | 8,55 | 0,001 | $\hat{Y} = 200,55 + 0,2758x - 0,0005x^2$ | 0,97 |
| N uréico no plasma | 13,59 | 13,29 | 13,09 | 12,78 | 10,94 | 0,272 | $\hat{Y} = 13,19$ | Ns |
| Excreções (g dia⁻¹) | | | | | | | | |
| N uréico na urina | 11,75 | 14,25 | 14,75 | 10,59 | 13,69 | 0,001 | $\hat{Y} = 11,617 + 0,0235x - 0,00004x^2$ | 0,97 |
| Ureia na urina | 31,89 | 38,68 | 40,04 | 28,75 | 13,69 | 0,001 | $\hat{Y} = 31,529 + 0,0638x - 0,0001x^2$ | 0,97 |

¹ Coeficiente de variação em porcentagem. ² Probabilidade de erro. ³ Equação de regressão.

Aumento no consumo de nitrogênio, devido ao aumento do consumo de matéria seca ou maior teor de proteína bruta da dieta, tem sido observado em vários estudos (Valadares et al., 1997; Ítavo et al., 2002; Cavalcante et al., 2006; Cruz et al., 2006; Rennó et al., 2008).

A menor excreção de nitrogênio ($P < 0,05$), nas fezes e urina, à medida que foi incluída palma forrageira à dieta, está relacionada à magnitude da ingestão de nitrogênio. Segundo Van Soest (1994), a excreção de nitrogênio na urina é maior quando a concentração de proteína bruta na dieta e a ingestão de nitrogênio pelo animal aumentam. Valadares et al. (1997) também observaram maior excreção de nitrogênio na urina de novilhos zebuínos em função do aumento da ingestão de nitrogênio da dieta.

Portanto, o balanço de nitrogênio foi influenciado ($p < 0,05$) pela inclusão de palma na dieta das novilhas através dos valores observados para o nitrogênio digerido e retido, o que pode estar relacionado aos efeitos similares encontrados para o consumo de nitrogênio e nas excreções de nitrogênio nas fezes e na urina. Contudo, o nitrogênio digerido em porcentagem do ingerido e o nitrogênio retido em porcentagem do ingerido e digerido não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de palma na dieta, sendo observados valores de 66,29; 62,53 e 94,28%, respectivamente.

A concentração de nitrogênio uréico na urina das novilhas apresentou efeito quadrático ($P < 0,05$) com ponto de máxima excreção correspondente ao teor de 275,80 g kg^{-1} de palma inclusa na dieta. Em consequência, a excreção de nitrogênio uréico e ureia na urina apresentou efeito semelhante com pontos de máxima excreção correspondentes aos teores de 293,75 e 319,00 g kg^{-1} de palma inclusa na dieta. A concentração de nitrogênio uréico no plasma não apresentou diferença ($P > 0,05$), com valor de 13,19 mg dL^{-1} .

Quanto maior o teor proteico da dieta, maior será a produção de amônia e maiores as concentrações de ureia no soro e as perdas nitrogenadas pela urina (Pessoa et al., 2009). Nesta pesquisa, as novilhas que receberam dietas contendo aproximadamente valores entre 275 e 320 g kg^{-1} de palma resultaram em maiores concentrações e excreção de ureia na urina, sendo justificado pelo maior consumo de MS, maior teor de ureia nesta dieta comparada às dietas contendo maiores inclusões de palma e pelo alto teor de nitrogênio não proteico da palma forrageira, 1,80% da matéria seca (Valadares et al., 2013). A excreção de ureia representa elevado custo biológico e desvio de energia

para manutenção das concentrações corporais de nitrogênio em níveis não tóxicos aos animais. A conversão da amônia em ureia custa ao animal 12 kcal g⁻¹ de nitrogênio (Van Soest, 1994).

O comportamento observado para concentração de nitrogênio uréico no plasma está de acordo com os níveis de proteína bruta nas dietas. Os teores de nitrogênio uréico no plasma têm sido utilizados para obtenção de informações sobre o perfil da nutrição proteica de ruminantes, envolvendo suas respostas metabólicas a determinadas dietas (Chizzotti et al., 2006). Nesse sentido, a concentração sérica de ureia está relacionada à utilização da proteína bruta da dieta e maiores concentrações podem caracterizar ineficiência na utilização da proteína e maiores perdas de energia.

Rennó et al. (2000) observaram aumento linear na concentração plasmática de ureia com o incremento dos níveis de proteína bruta na dieta. Valadares et al. (1997), em pesquisa com novilhos alimentados com dietas contendo 7,0; 9,5; 12,0 e 14,5% de proteína bruta, observaram influência do teor proteico da dieta sobre os níveis de nitrogênio uréico no plasma, que foram de 8,1; 9,1; 15,7 e 19,5 mg dL⁻¹, respectivamente. Butler et al. (1995) sugeriram que, quando o nitrogênio uréico no soro excede 19-20 mg dL⁻¹, a taxa de concepção pode ser reduzida em aproximadamente 20,0%.

O volume urinário foi semelhante ($P>0,05$) para os teores de palma de 0, 200, 400 e 600 g kg⁻¹ incluídos na dieta (Tabela 5), com valor de 5,90 litros de urina por dia, comprovando que a excreção de creatinina na urina não foi afetada pelos níveis de palma forrageira nas dietas.

Segundo o NRC (2001), as perdas de água pela novilha ocorrem principalmente pelas perdas fecais e urinárias. As perdas pelas fezes são similares, próximas a 35% da ingestão total de água, respectivamente; enquanto a perda pela urina é próxima à metade das perdas fecais e varia de 15 a 21%. A semelhança do volume urinário observado nesta pesquisa apesar das dietas que continham palma, ter maior teor de água pode estar relacionado à sua maior excreção pelas fezes que apresentaram concentração de 90,16; 91,83; 92,86 e 93,79 de MS para os teores de palma forrageira de 0, 200, 400 e 600 g/kg incluídos na dieta nestes tratamentos.

As excreções urinárias de alantoína, purinas totais e purinas microbianas absorvidas foram influenciadas de forma quadrática ($P<0,05$), o modelo ajustado estima

Tabela 5 – Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana em novilhas 3/4 Holandês-Zebu em função dos teores de palma forrageira

| Item | Níveis de Palma na Dieta (g kg ⁻¹) | | | | CV (%) ¹ | P ² | Equ. ³ | r ² /R ² |
|--|--|--------|--------|--------|---------------------|----------------|---|--------------------------------|
| | 0 | 200 | 400 | 600 | | | | |
| Volume urinário (L dia ⁻¹) | 5,92 | 5,91 | 6,41 | 5,38 | 11,59 | 0,316 | $\hat{Y} = 5,90$ | ns |
| Excreções urinárias (mmol dia⁻¹) | | | | | | | | |
| Alantoína | 111,77 | 148,57 | 88,00 | 64,23 | 37,62 | 0,001 | $\hat{Y} = 118,47 + 0,12559x - 0,0004x^2$ | 0,76 |
| Ácido úrico | 5,37 | 5,64 | 5,76 | 4,69 | 22,28 | 0,144 | $\hat{Y} = 5,36$ | ns |
| Purinas totais | 117,14 | 154,21 | 93,76 | 68,92 | 35,73 | 0,001 | $Y = 123,79 + 0,1296x - 0,0004x^2$ | 0,77 |
| Purinas microbianas absorvidas | 112,72 | 155,82 | 85,37 | 58,36 | 43,45 | 0,001 | $\hat{Y} = 120,57 + 0,1461x - 0,0004x^2$ | 0,76 |
| Em % das purinas totais | | | | | | | | |
| Alantoína | 95,06 | 96,01 | 92,85 | 91,99 | 3,18 | 0,006 | $\hat{Y} = 95,833 - 0,0062x$ | 0,53 |
| Ácido úrico | 4,94 | 3,99 | 7,15 | 8,01 | 49,67 | 0,006 | $\hat{Y} = 6,02$ | ns |
| Síntese de N e PB microbiana (g dia⁻¹) | | | | | | | | |
| N microbiano | 81,95 | 113,29 | 62,07 | 42,43 | 43,45 | 0,001 | $\hat{Y} = 87,657 + 0,1063x - 0,003x^2$ | 0,76 |
| PB microbiana | 512,21 | 708,07 | 387,93 | 265,18 | 42,42 | 0,001 | $\hat{Y} = 547,88 - 0,6642x - 0,002x^2$ | 0,76 |
| Eficiência microbiana | | | | | | | | |
| g kg ⁻¹ PB NDT | 97,63 | 152,79 | 90,16 | 91,84 | 42,16 | 0,004 | $\hat{Y} = 108,10$ | ns |

que a maior excreção de 165,87; 167,48 e 132,76 mmol dia⁻¹, respectivamente, com o teor máximo de 128,89; 134,64 e 132,76 g kg⁻¹ de palma forrageira adicionada à dieta. Conseqüentemente, a síntese de nitrogênio e proteína bruta microbiana também apresentou efeito quadrático (P<0,05), o modelo ajustado estima valores de 96,52 e 603,26 g dia⁻¹ de nitrogênio e proteína microbiana com o teor de 166,77 g kg⁻¹ de palma forrageira na dieta.

Segundo Pessoa et al. (2009), entre os aspectos de maior importância em dietas à base de palma forrageira, destaca-se o equilíbrio entre o suprimento de carboidratos fibrosos e não fibrosos. A inferioridade das dietas com inclusão de palma forrageira, quanto à síntese microbiana, pode estar relacionada ao menor consumo pelo efeito físico devido ao alto teor de água ou pelo perfil da fração fibrosa dessas dietas, que proporcionam menor estímulo à mastigação, contribuindo para menor produção de saliva e diluição do conteúdo ruminal, diminuindo a taxa de passagem do líquido e o escape de microrganismos. Segundo Valadares Filho et al. (2006), a taxa de passagem é um dos fatores que influenciam os padrões de fermentação ruminal e a síntese microbiana. De acordo com Nocek e Russell (1988), a eficiência do crescimento microbiano depende da partição da energia em manutenção e crescimento e está inversamente relacionada ao tempo de permanência dos microrganismos no ambiente ruminal. Nesse sentido, quanto mais rápida a passagem de microrganismos, menor a utilização de energia para manutenção e maior a eficiência de síntese microbiana.

Não houve diferença (P>0,05) para excreção urinária de ácido úrico, apresentando valor de 5,36 mmol dia⁻¹. Esse valor foi próximo ao encontrado por Ferreira et al. (2009) de 6,00 mmol dia⁻¹, que administraram dietas à base de palma forrageira para vacas holandesas. Magalhães et al. (2005) encontraram valor médio de 8,64 mmol dia⁻¹ para animais em crescimento.

A excreção urinária de alantoína em porcentagem das purinas totais expressou efeito linear decrescente (P<0,05), reduzindo 0,01% para cada unidade de palma forrageira incluída à dieta. Já a excreção urinária de ácido úrico em porcentagem das purinas totais não foi influenciada pela inclusão da palma forrageira na dieta (P>0,05), apresentando valor de 6,02 % das purinas totais.

A inclusão da palma forrageira não afetou a eficiência microbiana (P>0,05), com valor médio de 108,10 g kg⁻¹ PB NDT. Considerando que boa parte do nitrogênio total

das dietas foi oriundo da ureia, pode-se inferir que a alta concentração de carboidratos não fibrosos, na palma forrageira, em sincronia com o teor de ureia utilizado na dieta, facilitou a incorporação do nitrogênio da ureia em proteína microbiana. Ferreira et al. (2009) pesquisaram diferentes volumosos e encontraram valor médio de $100,79 \text{ g kg}^{-1}$ PBmic NDT quando utilizaram a silagem de sorgo associada à palma forrageira para vacas leiteiras, valor inferior ao presente neste estudo. O NRC (2001) propõe o valor de 130 g kg^{-1} de PBmic NDT consumido, porém, Valadares Filho et al. (2006) recomendaram, a partir de dados de pesquisas realizadas no Brasil, a utilização de 120 g kg^{-1} de PBmic NDT como referência para eficiência de síntese microbiana em condições tropicais, valor inferior ao de 130 g kg^{-1} de PBmic NDT sugeridos pelo NRC (2001). No presente estudo, a síntese da proteína microbiana apesentou efeito quadrático, mas não afetou a eficiência microbiana g kg^{-1} PB de NDT, com valor inferior ao NRC (2001), mesmo para o tratamento sem palma. O que justifica que a eficiência microbiana está relacionada com a fibra da silagem de sorgo.

De acordo com o NRC (1996), a proteína microbiana pode contribuir com 50,0 a 100,0% das exigências de proteína metabolizável requerida por bovinos de corte. Detmann et al. (2005) ressaltaram que fermentações extensas de carboidratos podem ocorrer, mas resultam em baixo crescimento microbiano caso os compostos nitrogenados sejam fornecidos de forma inadequada. Em situações de elevada participação do nitrogênio não proteico sobre a proteína bruta da dieta basal, com limitação da fração proteica degradada no rúmen de natureza orgânica (aminoácidos e peptídeos), o desempenho animal pode ser comprometido.

4 CONCLUSÕES

O aumento do teor de palma forrageira na dieta das novilhas confinadas proporcionou menor ingestão, digestão, retenção de nitrogênio e menor síntese microbiana, mas não afetou a eficiência da síntese de proteína microbiana com a inclusão da palma forrageira em dietas de novilhas leiteiras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen (MUN) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs. In: CORNELL PROCEEDINGS CONFERENCE, 1., 1995, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1995. p.89-95.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K. G.; PACHECO, L. B. B.; ARAUJO, D.; LEMOS, V. M. C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C.; RIBEIRO, K. G.; PACHECO, L. B. B.; ARAUJO, D.; LEMOS, V. M. C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

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** (Occasional publication). INTERNATIONAL FEED RESOURCES UNIT. Bucksburn, Aberdeen: Rowett Research Institute: 1992. 21p.

CHEN, X.B.; MEJIA, A.T.; KYLE, D.J.; ORSKOV, E.R. Evaluation of the use of purine derivative: creatinine ratio in spot urine and plasma samples as an index of microbial protein supply in ruminants: studies in sheep. **Journal Agricultural Science**, 125:137-143. 1995

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CAMPOS, J. M. S.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1813-1821, 2006(supl.).

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.

CRUZ, M.C.S.; VÉRAS, A.S.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; SANTOS, C.S.; COELHO, M.I.S. Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca. **Acta Sci. Anim.Sci**, v.28, n. 1, p.47-56, 2006.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P. R.; ZERVOUDAKIS, J. T.; CABRAL, L. S.; GONÇALVES, L. C.; VALADARES, R.F.D. Níveis de proteína em suplementos para terminação de bovinos em pastejo durante o período de transição seca/águas: digestibilidade aparente e parâmetros do metabolismo ruminal e dos compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1380-1391, 2005.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de ureia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1 p.159-165, 2009.

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

ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; FERREIRA ITAVO, C. C. B. MORAES, E. H. B. K.; RENNÓ, L. N.; PAULINO, P. V. R. Produção microbiana e parâmetros ruminais de novilhos alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1553-1561, 2002 (supl.).

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAIXÃO, M L.; PINA, D. S.; PAULINO, P. V. R.; CHIZZOTTI, M. L.; MARCONDES, M. I.; ARAUJO, A. M.; PORTO, M. O. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de ureia e excreções de ureia em novilhos alimentados com diferentes níveis de ureia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relation of ruminal protein and carbohydrates availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.

ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M.; LIANG, J. B.; GUADA, J. A. . Excretion of purine derivates in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v.68, n.2-3, p.243-250, 2001.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.S.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PRESTON, R.L.; SCHNAKENBERG, D.D.; PFANDER, W.H. Protein utilization in ruminants. I. Blood urea nitrogen as affected by protein intake. **Journal of Nutrition**, v.68, n.3, p.281-288, 1965.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.

RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; RENNO, F.P.; PAIXÃO, M.L. Níveis de ureia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.556-562, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV. 3ª edição, 4ª reimpressão. 2009. 235p.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K.; HATFIELD, R.D. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.8, p.1695-1702. 1997.

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

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I.B.M. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. , CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.8, n.12, p.2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, SINLEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.228-243.

VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; PINA, D.S.; AZEVEDO, J.A.G. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos - BR Corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Gráfica Suprema, 2006b. 142p.

VALADARES FILHO, S.C., MACHADO, P.A.S., CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; JÚNIOR ROCHA, V.R.; CAPELLE, E.R. **CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos**. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 26 de fevereiro de 2013.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ØRSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

V- CAPÍTULO 3

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES EM NOVILHAS LEITEIRAS ALIMENTADAS COM PALMA FORRAGEIRA OU SILAGEM DE SORGO

AGUIAR, M.S.M.A. **Consumo e digestibilidade de nutrientes em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira ou silagem de sorgo**. Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98p. (Tese – Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar os efeitos da palma forrageira ou silagem de sorgo como dieta exclusiva sobre o consumo e a digestibilidade de novilhas leiteiras. Utilizaram-se 12 novilhas leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso corporal médio inicial de $220,00 \pm 13$ kg, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. Avaliaram-se os consumos de matéria seca (MS), matéria seca em relação ao peso corporal (%PC), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro corrigida em cinza e proteína e em relação ao peso corporal (FDNcp), carboidratos não-fibrosos (CNF), extrato etéreo (EE) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e as digestibilidades da MS, PB, FDNcp, CNF e EE. Não houve diferenças significativas no consumo de MS, MS em % PC, PB, CNF e NDT. Para o consumo da FDNcp e da FDNcp em % PC foi significativa e superior para o tratamento com silagem de sorgo em relação à palma forrageira. O ganho de peso e o peso corporal não foram significativos e o peso se manteve nos dois tratamentos. A digestibilidade da MS, PB, EE, CNF e NDT foi significativa e superior para as novilhas alimentadas exclusivamente com palma, com valores de 84,66, 87,68, 79,85, 93,21 e 70,61%, porém, a digestibilidade da FDNcp não diferiu entre os tratamentos. O uso exclusivo da palma forrageira ou silagem de sorgo não atende às exigências nutricionais de novilhas.

Palavras-chave: *Opuntia*, *Sorghum*, cactácea, nutrientes digestíveis, ruminantes.

* Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Coorientador: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi e Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

ABSTRACT

AGUIAR, M.S.M.A. **Intake and digestibility of nutrients in dairy heifers fed forage cactus or sorghum silage.** Itapetinga-BA: UESB, 2013. 98p. (Thesis - Doctor Degree in Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). *

The present study objective to analyze the effects of forage cactus or sorghum silage as sole diet on intake and digestibility of dairy heifers. We used 12 dairy heifers (3/4 Holstein-Zebu), with initial body weight of 220.00 ± 13 kg, distributed in a completely randomized design with two treatments and six replications. We assessed the intake of dry matter (DM), dry matter in relation to body weight (BW%), crude protein (CP), neutral detergent fiber corrected for ash and protein (NDF), neutral detergent fiber corrected for ash and protein in relation to body weight (BW%), non-fiber carbohydrates (NFC), ether extract (EE) and total digestible nutrients (TDN) and total tract digestibility of DM, CP, NDF, NFC and EE. There were no significant differences in DM intake, DM% BW, CP, NFC and TDN. For consumption of NDF and NDF% BW was significant and superior to treatment with sorghum silage compared to cactus. The weight gain and body weight were not significant and the weight was maintained in both treatments. The digestibility of DM, CP, EE, NFC and TDN were significant and higher for heifers fed exclusively on palm, with values of 84.66, 87.68, 79.85, 93.21 and 70.61%, however, the NDF digestibility did not differ among treatments. The exclusive uses of forage cactus or sorghum silage are not indicated for failing to meet the nutritional requirements of heifers.

Key words: *Opuntia*, *Sorghum*, cactus, digestible nutrients, ruminants

Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc. – UESB e Co-Adviser: Sérgio Luiz Rodrigues Donato, D.Sc. – IF Baiano, *Campus* Guanambi and Robério Rodrigues Silva, D.Sc. – UESB.

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura leiteira é uma atividade fundamental para o desenvolvimento socioeconômico do semiárido brasileiro. No entanto, essa região passa anualmente por prolongadas secas com escassez de forragens durante longos períodos, comprometendo o desempenho dos animais e até mesmo a viabilidade dos empreendimentos rurais (Neves et al., 2010).

A baixa produtividade do rebanho é, em parte, reflexo das carências nutricionais às quais os animais encontram-se submetidos. Esse 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.

Considerando que a alimentação representa de 40 a 60% das despesas do setor de produção de leite, uma opção viável para enfrentar essas limitações seria o uso de forrageiras alternativas adaptadas às condições semiáridas (Neves et al., 2010). Nesse contexto, a palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) e a cultura do sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] surgem como recurso alimentar de extrema importância. Adaptadas às condições edafoclimáticas da região, essas forrageiras têm sido frequentemente utilizadas na alimentação de ruminantes.

O valor nutritivo de um alimento é determinado por interações entre os nutrientes e os microrganismos do rúmen nos processos de digestão, absorção, transporte e utilização de metabólitos (Martins et al., 2000). Grande parte dessas informações é obtida por meio de estudos de digestibilidade (Rodrigues, 1998). Vários fatores podem influenciar a digestão dos alimentos, como composição dos alimentos e das dietas, efeito associativo entre alimentos, preparo e forma de arraçamento, taxa de degradabilidade, relação proteína:energia e fatores inerentes ao animal (Van Soest, 1994; Orskov, 2000).

A utilização de espécies forrageiras mais tolerantes ao déficit hídrico deve ser uma prática a ser adotada. O sorgo é uma cultura que no sistema agropecuário brasileiro

vem se destacando a cada dia, por ser uma gramínea resistente, bastante energética, com alta digestibilidade, produtividade e silagem de alto valor nutritivo (Lima et al., 2010).

A palma forrageira constitui a base da alimentação do gado de leite nas bacias leiteiras do nordeste brasileiro, sendo excelente fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais. Porém, apresenta baixos teores de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e teores consideráveis de matéria mineral (Neves et al., 2010; Wanderley et al., 2002). É também considerado um alimento suculento, rico em água e mucilagem (Wanderley et al., 2002).

Por se tratar de um alimento que apresenta alta aceitabilidade, grandes quantidades de palma forrageira podem ser consumidas pelos animais (Ferreira et al., 2008), mas sua elevada umidade, restringe o consumo pelo controle físico, por meio do enchimento do rúmen (Santos et al., 2001). Ao mesmo tempo, em razão do baixo teor de matéria seca, dietas para novilhas com proporção adequada possuem elevada concentração de umidade, o que é vantagem para regiões semiáridas, onde a escassez hídrica é um fator limitante para os sistemas de produção de leite (Neves et al., 2010).

Pesquisas sobre a utilização de palma forrageira e silagem de sorgo, de forma exclusiva, estimando o consumo e digestibilidade em novilhas mestiças, não foram encontradas na literatura.

Objetivou-se avaliar os efeitos da palma forrageira ou silagem de sorgo como dieta exclusiva sobre o consumo e a digestibilidade de novilhas leiteiras confinadas.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de bovinocultura do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, BA, no período de agosto a novembro de 2010. As coordenadas são: latitude de 14°17'27" S, longitude de 42°46'53" W, altitude de 537 m, precipitação média anual de 680 mm e temperatura média anual de 26 °C.

Foram utilizadas 12 novilhas mestiças leiteiras (3/4 holandês-zebu), com peso corporal médio inicial de 220,00 ± 13 kg, identificadas com brincos numerados. Os animais, após o controle de ecto e endoparasitos, passaram por um período de sete dias

de adaptação ao manejo experimental e às instalações. O período de coleta de dados foi de cinco dias. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto. As baias foram providas de cocho individual para alimentação e controle de consumo e um bebedouro para duas baias.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em duas dietas, com uso exclusivo de palma forrageira ou silagem de sorgo.

Para a preparação da silagem, foi feita a colheita do sorgo forrageiro aos 100 dias de idade, com os grãos no ponto pastoso-farináceo. A planta foi fragmentada em partículas de 0,5 a 2,0 cm, com a finalidade de facilitar a compactação, o processo digestivo e o desempenho dos animais. Posteriormente, o material fragmentado foi armazenado em silo tipo superfície e compactado com trator. A vedação ocorreu após o término do enchimento.

Ao final de cento e vinte dias, o silo foi aberto e, então, observada a qualidade da silagem que apresentava coloração normal e cheiro agradável. Posteriormente foram realizadas análises da composição químico-bromatológica cujos resultados constam na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da silagem de sorgo e da palma forrageira.

| | Silagem de sorgo | Palma Forrageira |
|--------------------------------|------------------|------------------|
| MS | 323,60 | 73,40 |
| PB ¹ | 70,20 | 98,60 |
| FDN _{cp} ¹ | 620,60 | 401,80 |
| FDA ¹ | 406,30 | 283,60 |
| EE ¹ | 16,80 | 22,50 |
| MM ¹ | 88,90 | 153,00 |
| Lignina ¹ | 75,10 | 32,60 |
| FDNi ¹ | 196,90 | 136,80 |
| NIDN ² | 221,10 | 226,70 |
| CNF ¹ | 203,30 | 283,60 |

¹g kg⁻¹ na matéria seca, ²g kg⁻¹ do nitrogênio total; Matéria seca (MS); Proteína bruta (PB); Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}); Fibra em detergente ácido (FDA); Extrato etéreo (EE); Material mineral (MM); Fibra em detergente neutro indigestível (FDNi); Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN).

Diariamente era retirada uma fatia de silagem em torno de 20 cm, com a finalidade de alimentar os animais e evitar perdas.

A palma forrageira utilizada na dieta dos animais foi cv. Gigante, plantada e adubada com esterco de ovinos e caprinos. Além disso, foi colhida manualmente, transportada e armazenada em galpão coberto, com quantidade suficiente para o preparo de uma dieta por um período de uma semana. No momento de fornecer aos animais, na forma de dieta exclusiva, foi utilizado um picador de palma forrageira com o objetivo de fragmentar a mesma.

Para acompanhar o ganho de peso diário das novilhas, foram realizadas pesagens após jejum de 18 horas, no início do experimento; após o período de adaptação (sete dias) e ao final dos cinco dias.

O fornecimento da palma forrageira ou silagem de sorgo foi dividida em duas refeições ao dia (às 07:00 e às 17:00 horas) e foi calculada de forma a permitir sobras de 5,00 a 10,00 g kg⁻¹ de matéria seca no cocho. A água foi oferecida à vontade. Para a determinação do consumo, foram pesados diariamente o oferecido e as sobras da alimentação dos animais.

Amostras da silagem, da palma forrageira e das sobras foram coletadas diariamente e agrupadas em amostras compostas devidamente armazenadas a -5°C por um período de cinco dias. Posteriormente, as amostras passaram por pré-secagem, em estufa de ventilação forçada, com temperatura de 65°C, moídas em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificadas e acondicionadas em potes plásticos.

Para a estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes, foi realizada a coleta total de fezes dos animais por um período de 5 dias. A coleta foi efetuada individualmente, com o auxílio de uma pá, diretamente do chão, logo após cada animal defecar. As fezes coletadas foram pesadas e foi então retirada uma porção de aproximadamente 10% do total. Essas porções foram congeladas em *freezer* a -10°C para análises posteriores. A partir das amostras coletadas diariamente, foi elaborada uma outra amostra composta das fezes, que foi, posteriormente, pré-seca em estufa de ventilação forçada e com temperatura de 65°C, moída em moinho tipo Willey com peneira com crivos de 1 mm, identificada e acondicionada em potes plásticos.

As análises dos alimentos, das sobras e das fezes coletadas foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), *Campus* Itapetinga, de acordo as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2009): matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em

detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), carboidrato insolúvel em detergente neutro (CIDN).

Todas as amostras de fibra em detergente neutro (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 realizada utilizando a proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), segundo metodologia descrita por Licitra et al. (1996). Para a determinação de proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), foi utilizada a mesma metodologia descrita por Licitra et al. (1996).

Os teores de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), em que:

$$\text{CNFcp} = (100 - \% \text{FDNcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{cinzas})$$

em que: FDNcp é fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteínas, PB é proteína bruta e EE é extrato etéreo.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a fibra em detergente neutro (FDNcp) e carboidratos não-fibrosos corrigindo para cinza e proteína (CNFcp), conforme equação:

$$\text{NDT} (\%) = \text{PBD} + \text{FDNcpD} + \text{CNFcpD} + 2,25\text{EED}$$

em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível.

Os dados das variáveis avaliadas foram submetidos à análise de variância para identificação das diferenças entre tratamentos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo de matéria seca (CMS) em kg dia⁻¹ e em relação à porcentagem de peso vivo (% PV), o consumo de proteína bruta (CPB), o consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) e o consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) pelas novilhas 3/4 holandês-zebu não diferiram ($P > 0,05$) quando alimentadas exclusivamente

com silagem de sorgo ou palma forrageira (Tabela 2). O uso da palma forrageira exclusiva limita o consumo de matéria seca devido ao grande teor de umidade. Santos et al. (2001) relatam que a elevada umidade da palma forrageira restringe o consumo pelo controle físico por meio do enchimento do rúmen. A utilização da silagem de sorgo exclusiva limita o consumo devido ao alto teor de fibra, o enchimento do rúmen é causado principalmente pela fração fibrosa do alimento. Como a silagem apresenta elevado teor de fibra, o consumo também foi restringido.

Tabela 2. Consumos médios diários dos nutrientes por novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com palma forrageira ou silagem de sorgo

| | Palma forrageira | Silagem de Sorgo | CV(%) |
|--------------------------------|-------------------|------------------|-------|
| CMS (kg dia ⁻¹) | 4,25 ^a | 5,38a | 20,12 |
| CMS (%PC) | 1,89 ^a | 2,20a | 16,70 |
| CFDNcp (kg dia ⁻¹) | 1,70 ^a | 3,34b | 23,65 |
| CFDNcp (%PC) | 0,76 ^a | 1,36b | 19,56 |
| CPB (kg dia ⁻¹) | 0,42 ^a | 0,37a | 20,12 |
| CCNF (kg dia ⁻¹) | 1,23 ^a | 1,13a | 14,51 |
| CNDT (kg dia ⁻¹) | 2,99 ^a | 3,13a | 16,28 |

Consumo de matéria seca (CMS); consumo de matéria seca em relação ao peso vivo (CMS%PC); consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína na MS (CFDNcp); consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína em relação ao peso vivo (CFDNcp%PV); consumo de proteína bruta (CPB); consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) e consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F.

Santos et al. (1997) observaram que o fornecimento de grandes quantidades de palma forrageira pode reduzir o consumo de matéria seca em função do alto teor de umidade presente, resultando em grandes quantidades oferecidas de matéria natural.

O NRC (NRC, 2001) sugere valor próximo de 5,60 kg dia⁻¹ e 2,60% para consumo de matéria seca (CMS) e em função do peso corporal (PC) em novilhas leiteiras com peso corporal médio de 200,00 kg. No presente estudo, as novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com uso exclusivo de palma forrageira ou silagem de sorgo mostraram consumos inferiores aos estimados pelo NRC (NRC, 2001), o que leva a inferir que a palma forrageira ou a silagem de sorgo não devem ser utilizadas como alimentos exclusivos.

O NRC (NRC, 2001) preconiza a exigência de proteína bruta em 0,77 kg dia⁻¹ para novilhas em crescimento com peso vivo médio de 220,00 kg e ganho de peso de 0,80 kg dia⁻¹. O uso exclusivo da palma forrageira ou da silagem de sorgo na dieta não

atendeu às exigências das novilhas em relação ao consumo de proteína bruta, cujos valores registrados foram 0,42 kg dia⁻¹ e 0,37 kg dia⁻¹ de consumo de proteína bruta, respectivamente, para palma forrageira e silagem de sorgo. Provavelmente, devido ao baixo consumo de matéria seca e, conseqüentemente, da proteína bruta.

A semelhança estatística entre o consumo de carboidratos não fibrosos para as novilhas 3/4 holandês-zebu alimentadas com silagem de sorgo ou com palma forrageira, com o teor de CNF da palma forrageira ser superior ao da silagem de sorgo (Tabela 1) pode ser justificada pelo baixo consumo de matéria seca da palma forrageira e da silagem de sorgo.

Em relação ao consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT), não houve diferença, o que pode ser explicado, também pelo baixo consumo de matéria seca das forrageiras (Tabela 2). O consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) da palma forrageira e da silagem de sorgo foi de 2,99 kg e 3,13 kg, respectivamente, valores inferiores aos preconizados pelo NRC (NRC, 2001) para animais de 220,00 kg, com ganhos de peso médio diário de 0,80 kg que corresponde a 3,55 kg dia⁻¹ de nutrientes digestíveis totais (NDT).

Verifica-se que o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (CFDNcp) em relação à porcentagem de peso corporal (%PC) das novilhas 3/4 holandês-zebu diferiu quando alimentadas com palma forrageira ou com silagem de sorgo ($P < 0,05$). Observa-se que o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (CFDNcp) para novilhas alimentadas com a silagem foi de 3,34 kg dia⁻¹ e 1,36% em relação ao peso corporal. Quando submetidas à dieta com a palma forrageira, apresentaram valores inferiores de 1,70 kg dia⁻¹ e 0,76 (%PC).

O baixo consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (CFDNcp) na dieta está relacionado ao menor consumo de matéria seca (MS) em função da provável restrição física do excesso de água e também pelo menor teor de fibra em detergente neutro (FDN) na palma forrageira comparada à silagem de sorgo. O consumo de fibra em detergente neutro em relação ao peso corporal (CFDNcp%PC) das novilhas alimentadas com palma forrageira foi de 0,76%, resultado este, abaixo do desejável, pois, segundo O NRC (2001), para bovinos leiteiros CFDN o máximo é de 1,4% do PC, o que confirma a necessidade de dietas com palma forrageira ser associada a alimentos ricos em fibras com o objetivo de corrigir a carência desse elemento no

organismo dos animais. A quantidade e qualidade da fibra são componentes essenciais para alcançar consumo máximo de matéria seca e energia visando à manutenção dos padrões normais de fermentação ruminal e prevenção de doenças metabólicas. Por outro lado, a fibra é composta por carboidratos de digestão lenta e, quando incluída em quantidades excessivas na dieta, pode limitar o consumo de matéria seca e energia, afetando diretamente a produtividade animal (Lima, 2003).

Houve diferença para digestibilidade da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB), do extrato etéreo (DEE), dos carboidratos não fibrosos (DCNF) e dos nutrientes digestíveis totais (DNDT) ($P < 0,05$) quando as novilhas $3/4$ holandês-zebu foram alimentadas com silagem de sorgo ou palma forrageira (Tabela 4). A DFDNcp não diferiu ($P > 0,05$) para os animais alimentados com palma forrageira ou silagem de sorgo, com médias de 84,24% e 75,74%, respectivamente, o que comprova a alta degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) da palma forrageira e da silagem de sorgo (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente da digestibilidade dos nutrientes em novilhas $3/4$ holandês-zebu alimentadas com dieta exclusiva de palma forrageira ou silagem de sorgo

| | Dietas experimentais | | CV (%) |
|------------|----------------------|--------------------|--------|
| | Palma forrageira | Silagem de Sorgo | |
| DMS (%) | 84,66 ^a | 65,16 ^b | 5,42 |
| DPB (%) | 87,68 ^a | 54,96 ^b | 6,51 |
| DEE (%) | 79,85 ^a | 57,15 ^b | 12,69 |
| DFDNcp (%) | 84,24 ^a | 75,74 ^a | 6,09 |
| DCNF (%) | 93,21 ^a | 32,91 ^b | 11,45 |
| NDT (%) | 70,61 ^a | 58,93 ^b | 5,06 |

Digestibilidade da matéria seca (DMS); Digestibilidade da proteína bruta (DPB); Digestibilidade do extrato etéreo (DEE); Digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (DFDNcp); Digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos (DCNF); Digestibilidade dos nutrientes digestíveis totais (NDT).

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ($P < 0,05$) pelo Teste F.

No presente estudo, apesar do consumo de matéria seca (CMS) das novilhas $3/4$ holandês-zebu não ter diferido quando a dieta foi a palma forrageira ou com silagem de sorgo, verificou-se maior digestibilidade da matéria seca (DMS) da palma forrageira (84,66%) em relação à silagem de sorgo (65,16%). Segundo Nefzaouie e Ben Salem (2001), a principal diferença entre a palma forrageira e outras forrageiras é a maior degradabilidade ruminal dos nutrientes. Analisando os fatores que interferem na digestibilidade, pode-se inferir que a utilização de palma forrageira altera a composição

da dieta no que se refere às proporções, principalmente de fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF), tendo este último aumentado. Os carboidratos não fibrosos (CNF) são, prontamente, degradados no rúmen, desaparecendo rapidamente e aumentando o aporte de energia, favorecendo o crescimento microbiano e, conseqüentemente, a digestão dos nutrientes.

Hall (2001) cita em seu trabalho que os carboidratos não fibrosos (CNF) são um grupo nutricionalmente diverso, que contempla tanto os carboidratos estruturais (parede celular) como carboidratos não estruturais (conteúdos celulares).

Devido às suas características químicas, se fornecida como alimento exclusivo, pode causar distúrbios nos animais, como pobre ruminação, diarreia e perda de peso, havendo necessidade de fornecer adequada quantidade de fibra, proveniente de silagem, feno ou palhadas, com o propósito de aumentar o consumo de matéria seca e prevenir desordens metabólicas (Oliveira, 1996).

A maior digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF) para palma forrageira (média de 93,21%) e menor para a silagem de sorgo (média de 32,91%) comprova a alta degradabilidade dos carboidratos não fibrosos (CNF), provavelmente devido à maior degradabilidade dos carboidratos na palma forrageira.

Quanto à digestibilidade da proteína bruta (DPB), verificou-se valor médio superior para a palma forrageira (87,61%) em relação à silagem de sorgo (54,96%) (Tabela 3), o que justifica alta degradabilidade da proteína da palma forrageira em relação a essa silagem. No presente estudo, o consumo de proteína não foi significativo (Tabela 2), no entanto, a digestibilidade, sim, devido à qualidade, degradabilidade e aproveitamento da proteína da palma forrageira pelas novilhas. A melhor maneira de suprir o teor de proteína na dieta é associar a palma forrageira a alimentos proteicos, pois o teor de proteína na mesma é insuficiente para ganho de peso e, também, para aproveitar a alta digestibilidade de sua proteína. Segundo o NRC (NRC, 2001), a síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de carboidratos e de nitrogênio no rúmen. As bactérias são, geralmente, capazes de capturar maior parte da amônia liberada, ou da desaminação de aminoácidos, ou da hidrólise de compostos nitrogenados não proteicos.

O teor médio de nutrientes digestíveis totais (NDT) da palma forrageira foi de 70,61%, superior aos 58,93% da silagem de sorgo. No entanto, o consumo de nutrientes

digestíveis totais (CNDT) das novilhas 3/4 holandês-zebu não diferiu entre os tratamentos, mas a digestibilidade foi superior para a palma forrageira. Isso sugere que a palma forrageira é um alimento de alta digestibilidade e que, devido a esse fato, quando oferecida exclusivamente, pode resultar em problemas metabólicos pela passagem rápida pelo trato gastrointestinal.

Vários autores, como Melo et al. (2003), Mendes Neto et al. (2003), Magalhães et al. (2004) e Tosto et al. (2007), pesquisaram a digestibilidade da palma forrageira e encontraram valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) inferiores aos do presente estudo, 63,73%; 65,91; 61,13% e 61,84%, respectivamente. Esses valores foram estimados segundo equações propostas pelo NRC (NRC, 2001). Mendes Neto et al. (2003) encontraram teores de 64,33% de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados a partir de ensaio de digestibilidade.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) da silagem de sorgo (58,93%) foram semelhantes aos obtidos por Flaresso et al. (2000) e Mateus et al. (2005) e de 55,3% e 58%, respectivamente, e inferiores aos obtidos por Pedreira et al. (2003) que alcançaram teores com variação de 63,1% a 68,4%.

O peso corporal final de novilhas 3/4 holandês-zebu não diferiram ($P>0,05$) quando a alimentação exclusiva foi administrada com silagem de sorgo ou com palma forrageira (Tabela 4). O uso da palma forrageira ou da silagem de sorgo exclusivo na dieta contribuiu para que as novilhas mantivessem o peso. Não houve variação negativa de peso para o período avaliado que foi de cinco dias, período muito pequeno para avaliar desempenho. O peso corporal não diferiu devido ao baixo consumo de matéria seca, conseqüentemente, dos nutrientes da palma forrageira e da silagem de sorgo e por não atender à exigência nutricional das novilhas para ganho de peso.

Tabela 4. Desempenho de novilhas 3/4 holandês-zebu, expresso pelo peso corporal médio inicial e peso corporal médio final, alimentadas exclusivamente com palma forrageira ou silagem de sorgo

| Características | Dietas Experimentais | | CV(%) |
|----------------------------------|----------------------|---------------------|-------|
| | Palma forrageira | Silagem de Sorgo | |
| Peso corporal médio inicial (kg) | 224,66 | 241,33 | |
| Peso corporal médio final (kg) | 225,50 ^a | 241,40 ^a | 8,58 |

Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem entre si ($P<0,05$) pelo Teste F.

Em novilhas alimentadas exclusivamente com palma forrageira, foram observadas fezes moles. Santos et al. (1990) utilizaram palma forrageira como volumoso exclusivo e observaram distúrbios digestivos, principalmente diarreia em vacas da raça Holandesa. Santos et al. (1998), também, constataram a ocorrência de diarreia ao fornecerem maiores quantidades de palma forrageira na dieta de vacas leiteiras. Andrade et al. (2002) confirmam que o uso exclusivo de palma forrageira na dieta ou em quantidades excessivas pode causar perda de peso, decréscimo na produção e no teor de gordura do leite, bem como distúrbios digestivos. Mattos et al. (2000) e Wanderley et al. (2002) pesquisaram vacas mestiças Holandês x Zebu e vacas da raça Holandesa em lactação, respectivamente, associaram palma forrageira a diferentes fontes de fibra e verificaram boas produções de leite (13,15 e 27,00 kg dia⁻¹, respectivamente), teores normais de gordura (3,92 e 3,96%, respectivamente) e ausência de distúrbios digestivos.

4 CONCLUSÕES

O consumo da palma forrageira ou da silagem de sorgo em dietas exclusivas por novilhas 3/4 holandês-zebu é restringido pelo excesso de umidade e de fibra, respectivamente.

A digestibilidade da matéria seca, da proteína, dos carboidratos não fibrosos e os teores de nutrientes digestíveis totais da palma forrageira são superiores ao da silagem de sorgo.

Não recomenda o uso de palma forrageira ou silagem de sorgo de forma exclusiva para novilhas mestiças leiteiras.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D.K.B.; FERREIRA, M.A.; VERAS, 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**, v.31, n.5, p.2088-2097, 2002.

FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; SILVA, F.M. Utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In: I CONGRESSO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 2008, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2008.

FLARESSO, J.F.; GROSS, C.D.; ALMEIDA, E.X. Cultivares de milho (*Zeamays* L.) e sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) para ensilagem no alto vale do Itajaí, Santa Catarina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1608-1615, 2000.

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: Simpósio Internacional de Bovinocultura de Leite, 2001.

HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standartization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, 57, n.4, p.347-358, 1996.

LIMA, M.L.M. **Análise comparativa da efetividade da fibra de volumosos e subprodutos**. 2003. 131p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba. São Paulo.

LIMA, J.M.P.; LIRA, M.A.; LIMA, M.L.; SOBRINHO, E.E.; FREIRE, H. **Sorgo: plante certo para colher muito**. Natal, RN: EMPARN. v. 16. (Circuito de Tecnologias Adaptadas para a Agricultura Familiar; 7). 2010. 24p.

MAGALHAES, M.C.S.; VERAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; CARVALHO, F.F.R.; CECON, P.R.; MELO, J.N.; MELO, W.S.; PEREIRA, J.T.; LIRA, M.A. Inclusão de cama de frango em dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) para vacas mestiças em lactação. 1. Consumo e produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, supl.1, 2004.

MARTINS, A.S.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F.; NASCIMENTO, W.G. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como

fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte proteica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29, n.1, p. 269-277, 2000.

MATEUS, G.P.; CRUSCIOL, C.A.C.; COSTA, C. Composição físico-química e potencial para ensilagem do sorgo-de-guiné gigante em seis épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.9, p.935-942, 2005.

MATTOS, L.M.E.; FERREIRA, M.A.; SANTOS, D.C.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.F.; BATISTA, A.M.V.; VERAS, A.S.C. Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) com diferentes fontes de fibra na alimentação de vacas 5/8 Holandês-Zebu em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2128-2134, 2000 (supl. 1).

MELO, A. A. S.; FERREIRA, M. A.; VERAS, A. S. C.; LIRA, M. de A.; LIMA, L. E.; VILELA, M. S.; MELO, E. O. S.; ARAÚJO, P. R. B. Substituição parcial do farelo de soja por ureia e palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em dietas para vacas em lactação: I. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 3, p. 727-736, 2003.

MENDES NETO, J. et al. Determinação do NDT da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* MILL. Cv. Gigante). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. **Opuntia: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana Region**. [S.l.: s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFI/AGRI.../AGPC/doc/publicat/cactus/acesso> em: 26 mar. 2012.

NEVES, A.L.A.; PEREIRA, L.G.R.; SANTOS, R.D.; VOLTOLINI, T.V.; ARAÚJO, G.G.L.; MORAES, S.A.; ARAGÃO, A.S.L.; COSTA, C.T.F. Plantio e uso da palma forrageira na alimentação de bovinos leiteiros no semiárido brasileiro. **EMPRAPA. Comunicado Técnico 62**. Juiz de Fora, MG. Dezembro, 2010

OLIVEIRA, F.R. Alternativas de alimentação para a pecuária no semi-árido nordestino. In: SIMPOSIO NORDESTINO DE ALIMENTACAO DE RUMINANTES, 6, 1996, Natal. **Anais...** Natal: Simpósio Nordeste de Alimentação de Ruminantes, 1996.

ORSKOV, E.R. New concepts of feed evaluation for ruminants with emphasis on roughages and feed intake. Asian-Australasian. **Journal Animal Science**, v.13, p.128-136, 2000.

PEDREIRA, M.S.; REIS, R.A.; BERCHIELLI, T.T.; MOREIRA, A.L.; COAN, R.M. Características agrônômicas e composição química de oito híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1083-1092, 2003.

RODRIGUES, M.T. Uso de fibras em rações de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa. **Anais...** Viçosa: Congresso Nacional dos Estudantes de Zootecnia, 1998.

SANTOS, M.V.F.; LIRA, M. de A.; FARIAS, I.; BURITY, H.A.; NASCIMENTO, M.M.A.; SANTOS, D.C.; TAVARES FILHO, J.J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira Gigante, Redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Napolea cochenillifera* Salm-dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, n.6, p.504-511, 1990.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; SANTOS, M.V.; ARRUDA, G.P.; COELHO, R.S.B.; DIAS, F.M.; MELO, J.N. **A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização**. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 1997. 23p. (Documentos, 25).

SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; LIRA, M.A.; NASCIMENTO, M.H.A.; SANTOS, D.C.; FILHO TAVARES, I.J. Colheita da palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) cv. gigante sobre o desempenho de vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.1, p. 33-37. 1998.

SANTOS, D.C.; SANTOS, M.V.F.; FARIAS, I.; DIAS, F.M.; LIRA, M.A. Desempenho produtivo de vacas 5/8 holando/zebualimentadas com diferentes cultivares de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.12-17, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV. 3ª edição, 4ª reimpressão. 2009. 235p.

TOSTO, M.S.L.; ARAÚJO, 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 Saúde Produção Animal**, v.8, n.3, p. 239-249, 2007.

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

WANDERLEY, W.L.; 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.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEEDMANUFACTURERS, 61, 1999, Ithaca. **Proceedings**. Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.