

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

**PALMA FORRAGEIRA ENRIQUECIDA COM UREIA COMO
SUPLEMENTO PARA BOVINOS**

CLEBER THIAGO FERREIRA COSTA

**RECIFE - PE
JUNHO - 2015**

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

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

**PALMA FORRAGEIRA ENRIQUECIDA COM UREIA COMO
SUPLEMENTO PARA BOVINOS**

CLEBER THIAGO FERREIRA COSTA

RECIFE - PE
JUNHO - 2015

CLEBER THIAGO FERREIRA COSTA

**PALMA FORRAGEIRA ENRIQUECIDA COM UREIA COMO
SUPLEMENTO PARA BOVINOS**

Tese submetida como requisito para obtenção do grau de **Doutor em Zootecnia**, no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia subprograma da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Área de concentração: Nutrição de Ruminantes.

Comitê de Orientação:

Profº. Marcelo de Andrade Ferreira, Dr.

Profª. Adriana Guim, Drª.

Profª. Janaína de Lima Silva, Drª.

RECIFE - PE

JUNHO –2015

Ficha catalográfica

C837p Costa, Cleber Thiago Ferreira
Palma forrageira enriquecida com ureia como suplemento
para bovinos / Cleber Thiago Ferreira Costa. – Recife, 2015.
101 f. : il.

Orientador: Marcelo de Andrade Ferreira.

Tese (Doutorado Integrado em Zootecnia) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco / Universidade
Federal da Paraíba / Universidade Federal do Ceará.
Departamento de Zootecnia da UFRPE, Recife, 2015.
Inclui referências e apêndice(s).

1. Bovinos 2. Fermentação 3. Suplementação
4. Ureia I. Ferreira, Marcelo de Andrade,
orientador II. Título

CDD 636

PALMA FORRAGEIRA ENRIQUECIDA COM UREIA COMO SUPLEMENTO PARA BOVINOS

Tese defendida e aprovada pela Comissão Examinadora em XX de Junho de 2015.

Orientador: _____

Prof^o. Dr. Marcelo de Andrade Ferreira
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Comissão Examinadora:

Prof^o. Dr. Luciano Patto Novaes
Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN
Departamento de Zootecnia

Prof^o. Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA
EMBRAPA – Gado de Leite

Prof^o. Dr. João Paulo Ismério dos Santos Monnerat
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

Prof^a. Dr^a. Luciana Felizardo Pereira Soares
Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE
Departamento de Zootecnia

RECIFE – PE

JUNHO – 2015

OFEREÇO

A Deus.

A minha família e a Eliana Pilar, pelo apoio, carinho e confiança, recebidos sempre.

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

À minha Mãe Benedita, por todas suas orientações e orações para comigo.

Ao meu pai João Francisco, pela confiança, fé e atenção com “seu menino”.

A minha esposa, pela atenção, motivação e paciência.

*As minhas filhas Ana Letícia e Maria Clara que me fazem ser a cada dia uma
pessoa melhor.*

Aos demais familiares, pela confiança.

*Aos professores, pelos ensinamentos em especial ao Professor Marcelo de
Andrade.*

Dedico

O mais competente não discute, domina a sua ciência e cala-se.

Voltaire

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela força, proteção e benção constantes em minha vida.

A minha família, pelo apoio e dedicação em todos os momentos.

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, pela oportunidade do estudo e particularmente a coordenação do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pelo apoio em diferentes momentos desta jornada.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela concessão da bolsa de Doutorado.

Ao meu orientador, Prof^o. Marcelo de Andrade Ferreira, pela compreensão, incentivo, orientação e ensinamentos.

Aos meus co-orientadores, Prof^a. Adriana Guim, Dr^a Janaína de Lima Silva e o Prof. José Maurício de Souza Campos, pelo apoio, contribuições, incentivo e orientação.

Aos integrantes da “firma”, Rafael, Stela, Gabriela, Michelle, Juliana, Wandemberg, Jonas, Luciana Felizardo, Janaína, Leonardo, Thamires, Tobias, Allessandro, Ida, Carolina Cerqueira, pela amizade e companheirismo nos momentos cruciais.

Aos colegas de Curso, pelo companheirismo e ajuda, especialmente para colombiana Ximena no fornecimento de café colombiano, seu Daniel, Felipe Martins Saraiva e Adeneide Candido, Dorgival, entre outros.

Ao Prof. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, pelo incentivo e motivação na minha iniciação acadêmica.

Ao Prof. Francisco Fernando, pelo incentivo, motivação e os cafezinhos com ótimas conversas bentos de todos os dias.

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

A Eliana Pilar, pelo carinho, companheirismo, motivação e por sua presença constante em minha vida.

A Toni “Vaqueiro”, Matheus Silva “Negão”, Ricardo Silva, Antônio Renê, Marcondes Silva, Litervaldo, Juan “Mexicano”, pela amizade.

A Banca Examinadora, pelas contribuições na melhoria do trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para realização deste trabalho e desta conquista.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL	1
CONSIDERAÇÕES INICIAIS	4
CAPÍTULO I	7
1. REFERENCIAL TÉORICO	8
<i>1.1. Condições Climáticas e suas Influências</i>	<i>8</i>
<i>1.2 – Cenário da Bovinocultura Leiteira Tropical.....</i>	<i>9</i>
<i>1.3 – Suplementação Múltipla à Pasto.....</i>	<i>10</i>
<i>1.4 – Palma Forrageira como Suplemento Energético.....</i>	<i>11</i>
<i>1.5 – Ureia na Suplementação Proteica.....</i>	<i>12</i>
<i>1.6 – Concentração de nitrogênio amoniacal</i>	<i>16</i>
<i>1.7 – Relação Energia:Proteína.....</i>	<i>18</i>
<i>1.8 – Avaliação do Estado Nutricional</i>	<i>20</i>
<i>1.9 – Uso de Animais Canulados na Experimentação Animal.....</i>	<i>22</i>
CAPÍTULO II.....	31
RESUMO.....	32
1. INTRODUÇÃO	33
2. MATERIAL E MÉTODOS	36
3. RESULTADOS	41
4. DISCUSSÃO	43
5. CONCLUSÕES.....	48
6. REFERÊNCIAS	48
CAPÍTULO III	52
RESUMO.....	53
ABSTRACT	54
1. INTRODUÇÃO	55
2. MATERIAL E MÉTODOS	56
3. RESULTADOS	62
4. DISCUSSÃO	66
5. CONCLUSÕES.....	70
6. REFERÊNCIAS	70
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	73
APÊNDICE	74

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

- Tabela 1.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais, em g.kg⁻¹ de matéria seca. 36
- Tabela 2.** Composição química dos ingredientes do concentrado e das dietas experimentais em g.kg⁻¹ de matéria seca. 37
- Tabela 3.** Médias do consumo dos nutrientes em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia. 41
- Tabela 4.** Média da digestibilidade total, ruminal e intestinal dos nutrientes em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia..... 42
- Tabela 5.** Média dos valores do pool ruminal e taxas de ingestão (*ki*), passagem (*kp*) and digestão (*kd*) e taxa de passagem da FDNi (*kpi*) em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia. 43

CAPÍTULO III

- Tabela 1.** Proporção dos ingredientes das dietas experimentais, em g.kg⁻¹ de matéria seca. 57
- Tabela 2.** Composição química dos ingredientes do concentrado e das dietas experimentais em g.kg⁻¹ de matéria seca. 57
- Tabela 3.** Consumo de matéria seca e balanço de nitrogênio em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia..... 62
- Tabela 4.** Médias do pH ruminal em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia. 63
- Tabela 5.** Médias do nitrogênio aminacal (N-NH₃, mg/dL) em função dos tempos de coleta..... 64
- Tabela 6.** Médias do nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃, mg/dL) em função dos tratamentos. 64
- Tablela 7.** Médias dos ácidos graxos voláteis de bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia. 65
- Tablela 8.** Média dos derivados de purina, alantoína (ALA), alantoína em relação as purinas totais (ALA:PT), ácido úrico (AU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PABS), nitrogênio microbiano (Nmic), proteína microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (EFmic). 66

RESUMO GERAL

Avaliou-se o efeito da utilização de palma forrageira enriquecida com ureia em substituição a um suplemento múltiplo tradicional sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade total e parcial, cinética ruminal, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana, fermentação ruminal e perdas endógenas de nitrogênio em novilhos mestiços. Cinco novilhos ½ Holandês x Zebu dotados de cânulas permanentes no rúmen, com peso corporal inicial médio de $240,0 \pm 22,1$ kg, foram utilizados em ensaio experimental delineado em quadrado Latino 5 x 5. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de ureia (0, 1, 2 e 3% na MS) e um tratamento controle constituído por um suplemento múltiplo tradicional. Verificou-se aumento linear no consumo de PB e efeito quadrático nos consumos de MS, MO, CNF, FDN e MO digestível em função do nível de inclusão de ureia. Ponto de máximo para a digestibilidade total da MO (645,0 g/kg) foi estimado com a inclusão de 2,0% de ureia. Verificou-se melhoria na digestibilidade ruminal da MS, FDN e PB quando a palma foi enriquecida com ureia. O pool ruminal de MS, FDN e FDNi não foi alterado com inclusão de ureia nas dietas. Aumento na taxa de ingestão (ki) foi observado quando a palma foi enriquecida com ureia. A taxa de passagem (kp) apresentada pelos animais suplementados com palma enriquecida com 3% de ureia foi semelhante àqueles da dieta controle. A taxa de degradação da FDN aumentou nas dietas enriquecidas com palma. Efeito quadrático foi observado para o consumo de MS e retenção de N, com pontos de máximo de 6,97 kg MS/dia e 50,9 g/dia com a inclusão de 1,8 e 2,1% de ureia na MS, respectivamente. Concentrações máximas de 16,2; 23,2 e 24,3 mg/dL de N-NH₃ foram registradas nos animais alimentados com palma enriquecida com 1, 2 e 3% de ureia.

Houve efeito quadrático para pH ruminal, com valor de 6,45 às 4,08 horas após a alimentação. Registrou-se concentração de 70,9 mmol de ácido acético/mL com a inclusão de 1,5% de ureia. Eficiência de síntese microbiana de 103 g PB/kg de NDT foi obtida com nível de inclusão ureia de 1,6%. Sugere-se que a palma forrageira enriquecida com 1,8% de ureia substitua o suplemento múltiplo tradicional.

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

ABSTRACT

Therefore, the effect of using spineless cactus enriched with urea (0, 1, 2 and 3% DM) to replace a traditional multiple supplement (control) on nutrients intake, total apparent digestibility, ruminal and intestinal (was assessed using digested samples collected from the omasum), cinectc ruminal nitrogen balance, microbial protein synthesis, ruminal fermentation parameters, and endogenous nitrogen losses was assessed in crossbred steers. Five steers, ½ Holstein x Zebu, cannulated with an average initial body weight of 240 ± 22.1 kg were used designed experimental test square in a 5 x 5 Latin square. The treatments consisted of four levels of inclusion of urea (0, 1, 2, and 3% in DM) and a control treatment with a traditional multiple supplement. There was a linear increase in the intake of CP and a quadratic effect in DM, OM, NFC, NDF, and digestible OM according to the urea inclusion level. The maximum point for total OM digestibility (645.0 g/kg) was estimated with the inclusion of 2.0% urea. There was an improvement in ruminal digestibility of DM, NDF, and CP when spineless cactus was enriched with urea. The ruminal pool of DM, NDF, and NDFi has not changed with the inclusion of urea in the diets. Increased intake rate (ki) was observed when spineless cactus was enriched with urea. The passage rate (kp) presented by

animals supplemented with spineless cactus enriched with 3% urea was similar to that of the control diet. The rate of NDF degradation increased in the diets enriched with spineless cactus. A quadratic effect was observed for DM intake and N retention, with maximum values of 6.97 kg/day and 50.9 g/day with the inclusion of 1.8 and 2.1% urea, respectively. Maximum concentrations of 16.2, 23.2 and 24.3 mg/dL of N-NH₃ were recorded in animals fed spineless cactus enriched with 1, 2, and 3% of urea. There was a quadratic effect on ruminal pH, with a value of 6.45 at 4.08 hours after feeding. The concentration of 70.9 mmol acetic acid/ml was recorded with the addition of 1.5% urea. Microbial synthesis efficiency of 103 g CP/kg TDN was obtained with the inclusion of 1.6% urea. It is suggested that the spineless cactus enriched with 1.8% urea could replace the traditional multiple supplement.

KEYWORDS: ammonia nitrogen, degradation rate, fiber, microbial efficiency, passage rate, rumen pH

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

No cenário da produção leiteira, as baixas produtividades ainda se devem em grande parte ao reflexo das carências nutricionais dos animais, sendo observado em todas as fases do sistema de produção.

O estabelecimento de um sistema de recria eficiente, principalmente de fêmeas, tem sido um grande desafio para a maioria dos produtores de leite. O manejo alimentar deficiente tem levado à idade tardia ao primeiro parto, o que contribui para a redução no número de vacas lactantes e, conseqüentemente, baixa produtividade do rebanho e vida útil dos animais. Em sistemas deficientes de manejo alimentar são observadas altas taxas de morbidade e mortalidade de animais em crescimento, principalmente, por conta da escassez de alimentos (Pessoa, 2007).

A idade à puberdade das fêmeas é reflexo do seu tamanho e/ou peso corporal, ou seja, uma idade fisiológica bem desenvolvida é o fator de maior importância quando comparado a sua idade cronológica. Para que as novilhas atinjam essa idade mais cedo, quando mantidas à pasto, faz-se necessário uma estratégia de suplementação adequada destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível fornecendo os nutrientes deficientes (Villela et al., 2009). O suplemento deve favorecer a redução na idade de acasalamento de novilhas, diminuindo também a participação de animais improdutivos ou em recria na composição do rebanho (Paulino et al., 2004).

Os bovinos criados em pastagens tropicais podem sofrer deficiências múltiplas de nutrientes, especialmente durante a estação de dormência das gramíneas, induzida pelo déficit hídrico verificado durante a época seca (Paulino et al., 2004). Com isso a suplementação de bovinos a pasto constitui no ato de fornecer uma fonte de nutrientes

adicionais ao sistema, que irá refletir em mudanças no consumo de forragens, nutrientes, concentração de energia dietética, magnitude de precursores bioquímicos e desempenho animal (Villela et al., 2011). Visto que suplementos concentrados como milho, farelo de soja e outros alcançam preços elevados, tendo que ser utilizado de forma restrita para que não haja o comprometimento da eficiência econômica do sistema de produção (Ferreira, 2005).

Diante do exposto a alimentação de ruminantes na região semiárida deve-se basear na utilização de recursos forrageiros adaptados, fontes alternativas de nitrogênio não-proteico e alimentos concentrados de menor custo, tornando o sistema de produção mais competitivo e gerando uma maior lucratividade aos produtores (Pessoa, 2007).

Nesse contexto, a palma forrageira, adapta-se as condições edafoclimáticas da região, e se apresenta como recurso alimentar de extrema importância, tendo sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, notadamente nos períodos de estiagem prolongada (Ferreira et al., 2007).

Esta tese é composta por três capítulos, sendo o primeiro deles correspondente ao referencial teórico, em que se descrevem brevemente as principais características do ensaio experimental.

Nos capítulos 2 e 3, foram redigidos conforme as normas vigentes para preparação de artigos a serem submetidos aos periódicos *Animal Feed Science and Technology*, respectivamente, encontra-se descritos e discutidos os resultados obtidos com a substituição de um suplemento múltiplo tradicional por suplementos múltiplos à base de palma forrageira enriquecida com ureia na dieta de novilhos mestiços. No capítulo 2 aborda a influência dos suplementos sobre a ingestão de matéria seca,

nutrientes e fibra, digestibilidade aparente total e parcial (ruminal e intestinal) e dinâmica da fibra no trato gastrointestinal, enquanto no capítulo 3 aborda os efeitos da suplementação sobre o balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e fermentação ruminal.

CAPÍTULO I
REFERENCIAL TEÓRICO

Palma forrageira enriquecida com ureia como suplemento para bovinos

1. REFERENCIAL TÉORICO

1.1. Condições Climáticas e suas Influências

O clima predominante no Brasil é o tropical, caracterizado por temperaturas elevadas e estações do ano bem definidas, com inverno seco e verão chuvoso (Moreira, 2002). A escassez de chuvas no período da seca é o principal causador das reduções do volume de leite na entressafra e da receita da propriedade rural, com consequente elevação dos custos de produção. Esses fatores são motivados principalmente pela menor da disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens, o que exige suplementação do rebanho com volumoso e/ou concentrado e maior gasto com mão de obra.

Em sistemas de produção a pasto, na estação seca, à medida que as forragens amadurecem, os teores de proteína e energia reduzem, o que pode resultar em deficiências dietéticas, prejudicando o desempenho animal. Em condições brasileiras, as gramíneas tropicais sob pastejo apresentam, na época das águas, 40 % do total de proteína na forma de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), o que pode comprometer a utilização da energia, pois, sob condições de carência de compostos nitrogenados na dieta, parte dos substratos energéticos deixa de ser efetivamente utilizada por deficiência dos sistemas enzimáticos microbianos (Paulino et al., 2002).

Ao estudarem sobre a sazonalidade no Brasil, Junqueira et al., (2008) concluíram que em relação às cinco regiões do País, o Nordeste apresentou a menor sazonalidade, 18,58%, sugerindo a determinação de suplementação alimentar de baixo custo,

associado às necessidades nutricionais dos animais, gerando maior lucratividade nos sistemas de produção.

1.2 – Cenário da Bovinocultura Leiteira Tropical

No cenário da produção leiteira, a baixa produtividade decorre em grande das carências nutricionais dos animais, sendo observado em todas as fases do sistema de produção. Como a maioria dos sistemas de produção leiteira é baseado no uso de pastagens, proporcionando redução dos custos de produção, ocorre limitação do desempenho dos animais principalmente na época seca do ano, que por questões quantitativas e qualitativas, ocorre de modo geral, perda de peso dos animais, atrasando, dessa forma, a idade de abate e o início da vida reprodutiva das fêmeas (Silva et al., 2008).

Em termos quantitativos, a produção das gramíneas tropicais na seca representa apenas 20% da produção anual, devido ao aumento dos teores de fibra em detergente neutro e redução dos teores de proteína bruta (Paulino, 1998; Malafaia et al., 2003). Resultando na produção de animais com deficiências nutricionais generalizadas, especialmente durante a estação de dormência das gramíneas, induzida pelo déficit hídrico verificado durante a época seca (Paulino et al., 2004). Assim a suplementação torna-se uma estratégia importante e consiste em fornecer uma fonte de nutrientes adicionais ao sistema, que irá refletir em mudanças no consumo de forragens, nutrientes, concentração de energia dietética, potencializando os precursores bioquímicos e desempenho animal (Villela et al., 2011).

O estabelecimento de um sistema de recria eficiente, principalmente de fêmeas, tem sido um grande desafio para a maioria dos produtores de leite. O manejo alimentar

deficiente tem levado à idade tardia ao primeiro parto, o que contribui para a redução no número de vacas lactantes e, conseqüentemente, baixa produtividade do rebanho e vida útil dos animais. Em sistemas deficientes de manejo alimentar são observadas altas taxas de morbidade e mortalidade de animais em crescimento (Pessoa, 2007).

1.3 – Suplementação Múltipla à Pasto

A produção de bovinos em pastagem envolve vários elementos abióticos e bióticos do sistema, tais como o ambiente (clima e solo), a planta forrageira, o animal, os microrganismos e o manejo implementado pelo gerenciador do sistema (Paulino et al., 2006). Qualquer alteração nos fatores de produção que influenciem um dos subsistemas ou suas interações afetará o desempenho animal e ou o rendimento por unidade de área.

Nos sistemas de produção eficientes a suplementação é adotada como uma prática tecnológica de apoio à pastagem, visando uma produção compatível com o potencial genético dos animais. Suplementos concentrados como o milho, farelo de soja e outros alcançam preços proibitivos, tendo que ser utilizados de forma racional para que não haja o comprometimento da eficiência econômica do sistema de produção (Ferreira, 2005). Portanto, as estratégias de suplementação devem permitir a otimização de desempenhos biológicos, que sejam também econômicos, ecológicos e socialmente viáveis.

Suplementos formulados com fontes de proteína natural são usualmente caros. No entanto, a inclusão de ureia possibilita redução do custo, uma vez que possui menor preço por unidade de equivalente proteico e além disso, acrescenta nitrogênio em sistemas de produção com forragens de baixo valor proteico. A adição de ureia na

suplementação também mantém a concentração de amônia ruminal em níveis elevados, aumentando o consumo ao melhorar a fermentação ruminal (Sales et al., 2008).

Diante desse cenário é fundamental o direcionamento das linhas de pesquisa de instituições responsáveis por este setor no desenvolvimento de alternativas viáveis com baixo custo de produção e de aplicabilidade no campo. Entre as tecnologias desenvolvidas e aplicáveis à região semiárida, destacam-se os processos de ensilagem, fenação e o plantio adensado da palma forrageira (Oliveira et al., 2007). A palma forrageira é utilizada como suplementação volumosa dos rebanhos, já que a suplementação concentrada, além da baixa disponibilidade, apresenta custo elevado na região Nordeste.

Diante do exposto, a alimentação de ruminantes na região semiárida deve-se basear na utilização de recursos forrageiros adaptados, fontes alternativas de nitrogênio não-proteico e alimentos concentrados de menor custo, tornando o sistema de produção mais competitivo e gerando uma maior lucratividade aos produtores (Pessoa, 2007).

1.4 – Palma Forrageira como Suplemento Energético

A palma forrageira adapta-se as condições edafoclimáticas da região semiárida e representa recurso alimentar de extrema importância, tendo sido frequentemente utilizada na alimentação de bovinos leiteiros, notadamente nos períodos de estiagem prolongada (Ferreira et al., 2007).

Independente do gênero, a palma forrageira apresenta baixos teores de matéria seca ($11,69 \pm 2,56\%$), proteína bruta ($4,81 \pm 1,16\%$), fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$) e fibra em detergente ácido ($18,85 \pm 3,17\%$). Por outro lado, apresenta teores consideráveis de carboidratos totais ($81,12 \pm 5,9\%$), carboidratos não-fibrosos ($58,55 \pm$

8,13%), e matéria mineral ($12,04 \pm 4,7\%$). Quanto ao teor de NDT, a palma apresenta teores superiores a alguns volumosos comumente utilizados na alimentação de bovinos leiteiros, como as silagens de milho, de capim elefante e de sorgo, feno de gramíneas e a cana-de-açúcar.

A palma forrageira é muito digestível, apresentando coeficiente de digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 75%. Esta forrageira diferencia-se dos demais volumosos por apresentar uma melhor degradabilidade ruminal dos nutrientes (Nefzaoui & Ben Salem, 2001), tanto da fração solúvel quanto na insolúvel mas potencialmente degradável, provavelmente em virtude do elevado teor de carboidratos não-fibrosos (CNF). A alta degradabilidade ruminal tem sido destacada por maximizar a capacidade fermentativa do rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana, a produção de ácidos graxos voláteis e, conseqüente condução de nutrientes para o animal.

Diante desse panorama, a utilização da palma forrageira na suplementação de animais à pasto, torna-se uma alternativa interessante, pois seria possível explorar a energia proveniente dos seus carboidratos não fibrosos (CNF), juntamente com a fonte de fibra fisicamente efetiva do pasto, atingindo assim o funcionamento ruminal dos animais. Outra alternativa seria a associação da palma forrageira com ureia (NNP), corrigindo a deficiência do nitrogênio e balanceando a relação energia:nitrogênio, maximizando-se a produção dos microrganismos ruminais.

1.5 – Ureia na Suplementação Proteica

Quanto aos níveis de inclusão da ureia ou nitrogênio não-proteico (NNP), a recomendação tradicional adotada pela maioria dos pesquisadores é a de que o NNP pode substituir até 33% do nitrogênio proteico da dieta de ruminantes (Paixão et al.,

2007). Entretanto, maiores níveis de inclusão de ureia têm sido utilizados sem que haja comprometimento do desempenho dos animais (Valadares et al., 2004). A maior parte do nitrogênio utilizado pelos microrganismos ruminais encontra-se na forma de amônia e as bactérias são eficientes em assimilar amônia até satisfazer seus requerimentos, determinados pela disponibilidade de carboidratos fermentáveis.

A flora ureolítica da parede do rúmen constitui exemplo de população de bactérias simbióticas cuja atividade enzimática está envolvida na regulação de uma função essencial do animal que é a reciclagem de nitrogênio nos ruminantes (Cheng & Wallace, 1979). A atividade ureolítica no epitélio ruminal está positivamente associada à transferência de ureia do sangue (Chalupa et al.; 1970; Cheng & Wallace, 1979; Kennedy et al., 1981).

Os compostos nitrogenados totais presentes no abomaso são constituídos de compostos nitrogenados amoniacais e não-amoniacais. Os compostos nitrogenados não-amoniacais representam a maior parte dos compostos nitrogenados totais, variando de 34 a 89%, incluindo o nitrogênio proveniente da dieta e o N microbiano, além de pequena fração de proteína endógena, constituída principalmente pela descamação de células epiteliais e de secreção abomasal (Clark et al., 1992).

Existe ainda a formação de ureia endógena no fígado durante o metabolismo animal. Nesse processo, a amônia proveniente da degradação da proteína e/ou da ureia ingerida é absorvida pela parede do rúmen e chega ao fígado pela veia porta. No fígado, essa amônia é convertida em ureia, parte dessa ureia volta ao rúmen, e outra parte vai para a saliva, e o excedente é excretado via urina.

A síntese hepática de ureia envolve a assimilação de dois átomos de nitrogênio: um a partir da amônia mitocondrial via síntese de carbamilfosfato e outro a partir do aspartato citoplasmático (Lindsay & Reynolds, 2005). Os *pools* de transaminação mitocondrial e citoplasmático estão normalmente em equilíbrio, resultando no fato de os dois átomos de nitrogênio da ureia poderem ser oriundos da amônia ou de aminoácidos por intermédio da ação reversível da glutamato desidrogenase. Contudo, sob condições de alto fluxo de ureia, o suprimento mitocondrial de amônia pode não ser suficiente para suprir os dois átomos de nitrogênio, resultando na ampliação do uso de aminoácidos para síntese de ureia (Parker et al., 1995). Assim, o dreno de ureia definido pelo rúmen sob baixa concentração de N-NH₃ ruminal poderia implicar maior utilização de aminoácidos para síntese de ureia. A ureia transferida do sangue para o ambiente ruminal é rapidamente degradada pelas bactérias ureolíticas aderidas ao epitélio ruminal. Isso faz com que a concentração de ureia no rúmen seja extremamente baixa em relação à concentração sanguínea, garantindo gradiente favorável para sua transferência (Van Soest, 1994). No entanto, a intensidade de transferência de ureia não deve ser vista simplesmente como efeito do ambiente de crescimento microbiano, mas como processo de interação entre o microrganismo e o hospedeiro com regulação específica (Waterlow, 2006). Neste sentido, a taxa de transferência de ureia do sangue para o rúmen é regulada pela expressão das ureases microbiana e epitelial (Chalupa et al., 1970; Cheng & Wallace, 1979) e pela síntese de transportadores (ou facilitadores de transporte) de ureia no epitélio ruminal (Marini & Van Amburgh, 2003; Marini et al., 2004).

O mecanismo de conservação de nitrogênio é importante especialmente para a sobrevivência dos animais quando a dieta é deficiente em nitrogênio, já que, a quantidade de ureia reciclada para o rúmen é maior quanto menor for a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, pois em média de 10 a 15% do nitrogênio ingerido pelo animal é reciclado (Santos & Mendonça 2011). Assumindo a função de mecanismo fisiológico para tentar atender as exigências microbianas quando as exigências do hospedeiro são baixas (Van Soest 1994).

De acordo com Costa et al. (2011), a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) está correlacionado principalmente com o balanço dos compostos nitrogenados, indicando que a disponibilidade do mesmo afeta o balanço nitrogenado por outras vias além do estímulo do crescimento microbiano. O aporte de N-NH₃ é proveniente da degradação da proteína dietética e pelos eventos de reciclagem de nitrogênio via saliva e/ou epitélio ruminal (Van Soest 1994). Mesmo parecendo um ciclo fútil, a síntese de ureia no fígado e sua posterior degradação no rúmen podem ser consideradas necessárias para aumentar a concentração de N-NH₃ ruminal para a síntese microbiana, sendo um mecanismo adaptativo para a retenção de nitrogênio no sistema (Marini & Van Amburgh, 2003).

Normalmente, a reciclagem de nitrogênio é considerada significativa quando o consumo de nitrogênio é baixo (Huntington & Archibeque 2000), diante dessa situação, o fluxo de nitrogênio ao abomaso é superior ao consumo, ou seja, ficando o rúmen em balanço negativo de compostos nitrogenados. Devido a isso, a reciclagem de ureia pode disponibilizar quantidade significativa de nitrogênio ao rúmen, tendo um papel fundamental em dietas com baixos teores de proteína (Costa et al., 2011).

1.6 – Concentração de nitrogênio amoniacal

A amônia ruminal é originada da degradação proteica da dieta, da hidrólise de fontes de nitrogênio não-proteico, da ureia reciclada no rúmen e da lise da proteína microbiana. Sua concentração é utilizada como indicador da degradação proteica, da eficiência de utilização do nitrogênio da dieta e do crescimento microbiano (Satter & Slyter, 1974; Leng & Nolan, 1984; Russell et al., 1992).

Segundo Detmann et al. (2009), 15 mg de nitrogênio amoniacal ruminal (NAR/dL) são necessários para que se maximize a produção microbiana no rúmen de bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade. Contudo, ajustes metabólicos demandariam concentração excedente de NAR de forma a reduzir o desconforto animal, sob a ótica de controle multifatorial do consumo, e maximizar a utilização dos nutrientes oriundos da forragem no metabolismo animal (Detmann et al., 2009; Detmann et al., 2010).

O consumo de nitrogênio se associa positivamente com a produção microbiana, e esta, por sua vez, se associa positivamente com o balanço de compostos nitrogenados. Isso indica que a ampliação no consumo total de nitrogênio afeta o balanço nitrogenado por estimular o fluxo de compostos nitrogenados microbianos no intestino delgado, o que pode ser reflexo da associação positiva com a concentração de N-NH₃.

Entre vários mecanismos envolvidos na regulação da atividade ureolítica microbiana e epitelial, a concentração de N-NH₃ assume papel fundamental (NRC, 1985; Huntington & Arquibeque, 2000; Marini & Van Amburgh, 2003). A expressão de urease pelas bactérias facultativas do epitélio ruminal é regulada negativamente pela concentração de N-NH₃, ou seja, animais com baixa amônia ruminal terão maior taxa

de transferência de ureia pela maior expressão da urease (Bunting et al., 1989). Assim, a intensificação ou redução do processo de transferência de ureia para o rúmen pela urease bacteriana é indiretamente controlada pela concentração de N-NH₃ (Cheng & Wallace, 1979).

Neste contexto, pode-se afirmar que baixas concentrações de N-NH₃ ampliarão a reciclagem de ureia para o rúmen (Harmeyer & Martens, 1980; Marini & Van Amburgh, 2003; Marini et al., 2004), mecanismo que parece ser responsável pelo balanço negativo de compostos nitrogenados no rúmen e que, provavelmente, resulta de tentativa do animal em propiciar melhores condições para o crescimento microbiano com objetivo de adequar a relação proteína:energia no metabolismo (Detmann et al., 2009).

A determinação da concentração de amônia ruminal permite avaliar o balanceamento da energia com a proteína da dieta. Altas concentrações de amônia estão associadas ao excesso de proteína degradada no rúmen e/ou à baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen (Ribeiro et al., 2001).

Os animais que não recebem suplementação nitrogenada conferem ao rúmen a função de dreno de ureia sanguínea. Segundo Kennedy & Milligan (1980), a máxima transferência de ureia para o rúmen em bovinos é obtida com 5 a 8 mg N-NH₃/dL. Portanto, a suplementação com compostos nitrogenados prontamente degradáveis, amplia a concentração de N-NH₃ e reduz o dreno de ureia pelo rúmen, com conseqüentemente participação percentual da reciclagem no ambiente ruminal (NRC, 1985), culminando em balanço de nitrogênio ruminal positivo.

1.7 – Relação Energia:Proteína

Nos últimos anos tem havido um interesse considerável na redução das perdas de nitrogênio pelos ruminantes, a partir de formulações de dietas balanceadas que considerem as múltiplas inter-relações entre os microrganismos ruminais e o hospedeiro. O balanceamento entre o suprimento de nitrogênio e energia para os microrganismos ruminais é importante para maximizar a utilização do nitrogênio degradável no rúmen e otimizar o crescimento microbiano. Esse balanceamento é o elemento-chave na eficiência de conversão de forragem em produto animal, sendo que a taxa de degradação dos carboidratos da dieta e a sincronização desta taxa com a degradação da proteína têm grande impacto sobre a síntese de proteína microbiana, uma vez que, quanto mais sincronizadas, melhor o aproveitamento de proteínas e carboidratos (Nascimento et al., 2010).

Proporções adequadas de carboidratos de fermentação rápida e mediamente fermentáveis maximizam a utilização da ureia, o que, por sua vez, aumenta a digestibilidade da fibra da dieta, por aumento da população de microrganismos celulolíticos ruminais. O uso da ureia desta maneira tem potencial para estimular a síntese proteica microbiana, elevar a degradabilidade da fibra e, conseqüentemente, aumentar a taxa de passagem dos alimentos, favorecendo o consumo de matéria seca.

De modo geral, o crescimento microbiano ocorre até que as exigências para utilização do nitrogênio disponível sejam atingidas, o que é determinado pela presença de carboidratos fermentáveis no rúmen, produção de ATP e eficiência de conversão para células microbianas. O crescimento microbiano depende da transferência de energia da fermentação de carboidratos para o processo biossintético, por exemplo, de

síntese de proteína microbiana. O processo catabólico (fermentação de carboidratos) é completamente vinculado ao processo anabólico (síntese microbiana) via adenosina tri fosfato (ATP). Se a taxa de produção de ATP excede a taxa de utilização, ocorre desacoplamento energético, e a energia do ATP é dissipada como calor através de ciclos de íons pela membrana celular. Isto ocorre quando a disponibilidade de nitrogênio é extremamente alta ou a energia está em excesso, quando do uso de altos níveis de concentrado, ou se minerais como enxofre (S) e fósforo (P) estão deficientes (Nocek & Russell, 1988).

Geralmente, quando os carboidratos são limitantes, os aminoácidos dietéticos são usados como fonte de energia, ocorrendo acúmulo de amônia (Russell et al., 1992). Segundo Van Soest (1994), quando a taxa de degradação de proteína excede a de fermentação de carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser eliminada via urina. Portanto, a adição de carboidratos, além de promover síntese de proteína microbiana, exerce um efeito poupador de aminoácidos (Nocek & Russell, 1988).

A extensão com que os nutrientes são degradados é determinada pela competição entre a taxa de passagem e de degradação, com efeitos profundos sobre o desempenho animal, sendo que o conhecimento de ambas é necessário para predizer a quantidade de energia ou proteína que estão disponíveis no rúmen. Para Silva & Leão (1979), o maior balanço de nitrogênio é consequência da melhor relação entre as fermentações proteicas e energéticas da dieta.

Portanto a maximização da sincronização de proteína e carboidratos dietéticos no rúmen resulta na minimização das perdas nitrogenadas e aumento da produção microbiana com consequente aumento do processo produtivo.

1.8 – Avaliação do Estado Nutricional

Uma ferramenta útil para avaliação do metabolismo dos compostos nitrogenados no rúmen são as dosagens de ureia no leite ou no sangue. As concentrações de ureia no leite representam, em média, 85% das encontradas no sangue (Harris Jr., 1997). Já Wittwer et al. (1993) encontraram uma correlação de 0,95 entre os valores de concentração de ureia no sangue e no leite, em amostras de um mesmo grupo de animais. Portanto, a concentração de ureia no leite, expressa como NUL – nitrogênio ureico no leite – pode ser adotada como um indicador do manejo nutricional, principalmente com relação à proteína. Em rebanhos pequenos, aconselha-se a amostragem de todos os animais, mas, quando o número de animais for maior, uma amostragem ao acaso de 10 a 15% dos animais de cada lote é suficiente.

Os valores NUL devem se situar entre 12 e 20mg/dl. Concentrações acima deste limite podem representar níveis excessivos de proteína na dieta, reduzida quantidade ou qualidade de carboidratos fermentáveis no rúmen ou uma falha na sincronização na degradação destas fontes, indicando que existe uma ineficiência na suplementação proteica no rebanho.

A concentração de ureia plasmática é proporcional ao consumo de nitrogênio e consequentemente à excreção urinária de compostos nitrogenados. Portanto, pode ser utilizada como indicador do *status* proteico em comparações de dietas. Segundo Broderick & Clayton (1997), a ureia é a forma primária de excreção de nitrogênio em

mamíferos e sua concentração no plasma sanguíneo é bastante conhecida por refletir ineficiência na utilização da proteína bruta dietética.

Apesar do nitrogênio ureico plasmático (NUP) ter elevada correlação positiva com os teores de proteína bruta (PB) da dieta (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Chizzoti et al., 2006; Hojman et al., 2004; Nousiainen et al., 2004), Van Soest (1994) relatou que a quantidade de ureia reciclada é relativamente independente do nitrogênio dietético, desde que o tamanho do *pool* de ureia na corrente sanguínea esteja abaixo do controle homeostático fisiológico, o que tende a ser constante. Assim, é possível que o *pool* de ureia no plasma não seja afetado pelo nitrogênio dietético.

Hoffman et al. (2001), em pesquisa com novilhas leiteiras, observaram aumento linear na quantidade de NUP de acordo com os níveis de PB da dieta e relataram que as dietas com 15% de PB apresentaram média de 12,4 mg/dL. Magalhães et al. (2005), trabalhando com níveis de 0 a 2% de ureia em dietas para novilhos de origem leiteira, não encontraram diferenças significativas no teor de NUP, cuja média foi de 14,9 mg/dL. A concentração de N-ureico plasmático aumentou linearmente em função dos níveis de ureia, provavelmente, em decorrência do mesmo comportamento observado para as concentrações de N-NH₃ ruminal, visto que, a concentração de N-ureico plasmático, que é sintetizada no fígado, é proporcional à quantidade de amônia produzida no rúmen (Harmeyer & Martens, 1980).

Rennó et al. (2000), avaliando a concentração de N-ureico plasmático em animais mestiços e zebuínos, em diferentes condições dietéticas, relataram que esse parâmetro reflete a relação proteína:energia da dieta, bem como a porcentagem de proteína bruta da ração.

1.9 – Uso de Animais Canulados na Experimentação Animal

O processo de digestão dos ruminantes é o resultado de uma sequência de eventos que ocorrem em diferentes segmentos do trato digestório. O local de digestão influencia a natureza dos produtos finais absorvidos, a extensão das perdas ocorridas e a resposta produtiva do animal (Paixão et al., 2007). Os estudos de digestão parcial dos nutrientes das dietas são importantes por permitirem quantificar a utilização dos nutrientes nos diferentes compartimentos do trato gastrintestinal, facilitando a avaliação das diferenças existentes entre alimentos (Dias et al., 2008).

As estimativas dos valores nutricionais dos alimentos vêm demonstrando grande relevância em diversas pesquisas em nutrição de ruminantes. Esses ensaios com animais mesmo sendo onerosos, laboriosos e relativamente longos, o método *in vivo* continua sendo referência tanto na avaliação quanto na validação de métodos (Dias, 2009).

Para realização desses ensaios, são necessários animais canulados, pois, permitem acesso ao lúmen do trato gastrintestinal para coleta da digesta, infusão de substâncias e indicadores, podendo assim monitorar aspectos químicos como hidrólise, síntese e aspectos físicos como o fluxo da digestão. Todavia busca-se reduzir a quantidade de cânulas em um mesmo animal, permitindo maior conforto e permanência em experimentos. Como alternativa tem-se a técnica de coleta da digesta omasal, a qual se mostra vantajosa por implicar somente na utilização de cânula ruminal, ser menos invasiva quando comparada a abomasal e duodenal, além de se obter resultados satisfatórios na determinação do fluxo da digesta (Leão et al., 2004).

Através da utilização de cânula ruminal possibilita-se medições diretas do conteúdo ruminal e da taxa de passagem através da técnica de evacuação ruminal e

quantificação do fluxo diário do material que sai do rúmen (Fontes et al., 2001). Além disso, pode se estimar com acurácia e precisão o tamanho médio do *pool* ruminal (Dias, 2009).

Portanto, com a utilização dessa técnica permite-se avaliar o efeito dietético sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho dos animais (Dias et al., 2007). Além de se obter dados que minimizem erros na predição de exigências nutricionais (Ahvenjärvi et al., 2003), tornando mais eficiente a utilização dos nutrientes pelos animais, melhorando conseqüentemente o desempenho e os custos com a alimentação animal.

2. REFERÊNCIAS

- AHVENJÄRVI, S.; VANHATALO, A.; SHINGFIELD, K.J. et al. Determination of digesta flow entering the omasal canal of dairy cows using different marker systems. **British Journal of Nutrition**, v.90, n.1, p.41-52, 2003.
- BRODERICK,G.A.. CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentration of milk urea nitrogen. **Journal Dairy Science**, v.80. n.]], p.2964-297], 1997.
- BUNTING, L.D.; BOLING, J.A.; MacKOWN, C.T. et al. Effect of dietary protein level on nitrogen metabolism in the growing bovine: II Diffusion into and utilization of endogenous urea nitrogen in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.67, p.820-826, 1989.
- CHALUPA, W.C.; CLARK, J.; OPLIGER, P. et al. Ammonia metabolism in rumen bacteria and mucosa from sheep fed soy protein or urea. **Journal of Nutrition**, v.100, p.161-169, 1970.

- CHENG, K.J.; WALLACE, R.J. The mechanism of passage of endogenous urea through the rumen wall and the role of ureolytic epithelial bacteria in the urea flux. **British Journal of Nutrition**, v.42, p.553-557, 1979.
- CHIZZOTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1813-1821, 2006 (supl.).
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304- 2323, 1992.
- COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F. et al. Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenados em bovinos em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-protéico e/ou proteína verdadeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2815-2826, 2011.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; MANTOVANI, H.C. et al. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using *Michaelis-Menten* kinetics. **Livestock Science**, v.126, p.136-146, 2009.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p. 980-984, 2010.
- DIAS, M. **Indicadores na coleta de digesta omasal e na cinética de trânsito do trato gastrintestinal de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 96p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- DIAS, M.; DETMANN, E.; LEÃO, M.I. et al. Indicadores para estimativa da digestibilidade parcial em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.689-697, 2007.
- DIAS, M.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E. et al. Técnicas para estimativa da digestibilidade e produção microbiana em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.504-512, 2008.

- FERREIRA, M.A. **Palma Forrageira na alimentação de bovinos leiteiros**. Recife: Universidade Federal de Recife, 2005. 68p.
- FERREIRA, M.A.; PESSOA, R.A.S.; BISPO, S.V. et al. Otimização de dietas a base de palma forrageira e outras alternativas de suplementação para regiões semiáridas. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2007 Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2007, p.241-266. CD ROM
- FONTES, C.A.A.; ALVES, G.R.; PAULINO, M.F. et al. Influência do nível de consumo sobre a degradabilidade das partículas e características ligadas à cinética ruminal, em novilhos pastejando capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6s, p.2134-2144, 2001.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.
- HARRIS Jr, B. Usando os valores de nitrogênio ureico no leite (MUN) e nitrogênio ureico sanguíneo (BUN). *Infomilk*, v.1, p.1-4-, 1997.
- HOFFMAN, P.C.; ESSER, N.M.; BAUMAN, L.M. et al. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.843-847, 2001.
- HOJMAN, D.; O. KROLL, G.; ADIN, M. et al. Relationships between milk urea and production, nutrition and fertility traits in Israeli dairy herds. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1001-1011, 2004.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.77, p.1x-11x, 2000.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2681-2692, 1998.
- JUNQUEIRA, R.V.B.; ZOCCAL, R.; MIRANDA, J.E.C. Análise da sazonalidade da produção de leite do Brasil. In: X MINAS LEITE. 2008, Juiz de Fora, MG. **Anais...** Juiz de Fora, MG, 2008. p.1-3. CD ROM

- KENNEDY, M.P.; MILLIGAN, L.P. The effects of dietary sucrose and the concentrations of plasma urea and rumen ammonia on the degradation of urea in the gastrointestinal tract of cattle. **British Journal of Nutrition**, v.43, p.125-140, 1980.
- KENNEDY, P.M.; CLARKE, R.T.J.; MILLIGAN, L.P. Influences of dietary sucrose and urea on transfer of endogenous urea to the rumen of sheep and numbers of epithelial bacteria. **British Journal of Nutrition**, v.46, p.533-541, 1981.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1604-1615, 2004.
- LENG, R.A.; NOLAN, J.V. Nitrogen-metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.5, p.1072-1089, 1984.
- LINDSAY, D.B.; REYNOLDS, C.K. Metabolism of the portal-drained viscera and liver. In: DIJKSTRA, J.; FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2005. p.373-398.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1400-1407, 2005.
- MALAFAIA, P. A. et al. Suplementação proteico energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v. 15, n. 12, 2003.
- MARINI, J.C.; KLEIN, J.D.; SANDS, J.M. et al. Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporters abundance in lambs. **Journal of Animal Science**, v.82, p.1157-1164, 2004.
- MARINI, J.C.; Van AMBURGH, M.E. Nitrogen metabolism and recycling in Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v.81, p.545-552, 2003.

- MOREIRA, I. **Espaço Geográfico – Geografia Geral do Brasil**. São Paulo, SP: Ática, 2002.
- NASCIMENTO, M.L.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.861-872, 2010.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: Academic Press, 1985. 138p.
- NEFZAOU, A., and SALEM, H.B. 2001. Opuntia spp. A strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the WANA region. p. 73–90 In C. Mondragon-Jacobo and S. Perez-Gonzalez (ed.) Cactus (Opuntia spp.) as forage. FAO plant production and protection paper 169, FAO, Rome, Italy.
- NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy of an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2070-2107, 1988.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.386-398, 2004.
- OLIVEIRA, V.S.; FERREIRA, M.A.; GUIM, A. et al. Substituição do milho e do feno de capim-tifton por palma forrageira. Produção de proteína microbiana e excreção de ureia e de derivados de purina em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.936-944, 2007.
- PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Variação diária na excreção de indicadores interno (FDAi) e externo (Cr₂O₃), digestibilidade e parâmetros ruminais em bovinos alimentados com dietas contendo ureia ou farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.739-747, 2007.
- PARKER, D.S.; LOMAX, M.A.; SEAL, C.J. et al. Metabolic implications of ammonia production in the ruminant. **Proceedings of Nutrition Society**, v.54, p.549-563, 1995.

- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M. de; MORAES, E.H.B.K. de et al. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2004, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2004, p. 93-139. CD ROM
- PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D.M. et al. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5, 2006 Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2006c, p.361-412. CD ROM
- PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K. et al. Bovinocultura de ciclo curto em pastagem. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE BOVINOS DE CORTE, 3., 2002, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: UFV, 2002. p.153-197.
- PESSOA, R.A.S. **Palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e ureia para novilhas e vacas leiteiras.** Viçosa, MG: UFV, 2007, 123f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RIBEIRO, K.G.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Eficiência microbiana, fluxo de compostos nitrogenados no abomaso, amônia e pH ruminais, em bovinos recebendo dietas contendo feno de capim-tifton 85 de diferentes idades de rebrota. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.581-588, 2001.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SALES, M.F.L.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de ureia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1704-1712, 2008.

- SANTOS, F.A.P.; MENDONÇA, A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Livroceres, 616p. 2011.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.1, p.199-208, 1974.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes**. Piracicaba, Livroceres, 1979. 380p.
- SILVA, R.M.G.; CABRAL, L.S.; ABREU, J.G. et al. Níveis de uréia em suplementos múltiplos para bovinos de corte durante a época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.3, p. 543-553, jul/set, 2008.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; MAGALHÃES, K.A. et al. Alternativas para otimização da utilização de uréia para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.313-338. CD ROM
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2nd ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILLELA, S.D.J.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Fontes de proteína em suplementos para bovinos em pastejo nos períodos da seca e de transição seca-águas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.266-277, 2009.
- VILLELA, S.D.J.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Suplementação para bovinos em pastejo no período das águas: consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.12, n.2, p.416-428, 2011.
- WATERLOW, J.C. **Protein turnover**. 2.ed. Wallingford: CABI Publishing, 2006, 313p.

WITTWER, F.; REYES, J.M.; OPITZ, H. et al. Determinación de urea en muestras de leche de rebaños bovinos para el diagnóstico de desbalance nutricional. **Archivos de Medicin. Veterinária**, v.25, p.165-172, 1993.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo para recria de novilhos no período das águas: consumo de nutrientes e parâmetros ingestivos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p. 754-761, out/dez, 2008.

CAPÍTULO II

Consumo, digestibilidade total e parcial de nutrientes, cinética ruminal em bovinos mestiços alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia

Consumo, digestibilidade total e parcial de nutrientes, cinética ruminal em bovinos mestiços alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia

RESUMO

Avaliou-se o efeito da utilização de palma forrageira enriquecida com ureia em substituição a um suplemento múltiplo tradicional sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade total e parcial, e cinética ruminal em novilhos mestiços. Cinco novilhos ½ Holandês x Zebu dotados de cânulas permanentes no rúmen, com peso corporal inicial médio de $240,0 \pm 22,1$ kg, foram utilizados em um quadrado Latino 5 x 5. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de ureia (0, 1, 2 e 3% na MS) e um tratamento controle constituído por um suplemento múltiplo tradicional. Verificou-se aumento linear no consumo de PB e efeito quadrático nos consumos de MS, MO, CNF, FDN e MO digestível em função do nível de inclusão de ureia. Ponto de máximo para a digestibilidade total da MO (645,0 g/kg) foi estimado com a inclusão de 2,0% de ureia. Verificou-se melhoria na digestibilidade ruminal da MS, FDN e PB quando a palma foi enriquecida com ureia. O pool ruminal de MS, FDN e FDNi não foi alterado com inclusão de ureia nas dietas. Aumento na taxa de ingestão (ki) foi observado quando a palma foi enriquecida com ureia. A taxa de passagem (kp) apresentada pelos animais suplementados com palma enriquecida com 3% de ureia foi semelhante àqueles da dieta controle. A taxa de degradação da FDN aumentou nas dietas enriquecidas com palma. Sugere-se que a palma forrageira enriquecida com 1,8% de ureia substitua o suplemento múltiplo tradicional.

Palavras-chave: amônia, digestibilidade ruminal, recria suplementação

ABSTRACT

The effect of using spineless cactus enriched with urea in place of traditional multiple supplements was evaluated for nutrient intake, partial and total digestibility, and ruminal kinetics in crossbreed steers. Five steers, ½ Holstein x Zebu, with permanent cannulas in the rumen, with an average initial body weight of 240.0 ± 22.1 kg, were used in a 5 x 5 Latin square. The treatments consisted of four levels of inclusion of urea (0, 1, 2, and 3% in DM) and a control treatment with a traditional multiple supplement. There was a linear increase in the intake of CP and a quadratic effect in DM, OM, NFC, NDF, and digestible OM according to the urea inclusion level. The maximum point for total OM digestibility (645.0 g/kg) was estimated with the inclusion of 2.0% urea. There was an improvement in ruminal digestibility of DM, NDF, and CP when spineless cactus was enriched with urea. The ruminal pool of DM, NDF, and NDFi has not changed with the inclusion of urea in the diets. Increased intake rate (k_i) was observed when spineless cactus was enriched with urea. The passage rate (k_p) presented by animals supplemented with spineless cactus enriched with 3% urea was similar to that of the control diet. The rate of NDF degradation increased in the diets enriched with spineless cactus. It is suggested that spineless cactus enriched with 1.8% urea replaces traditional multiple supplements.

Keywords: ammonia, rearing, ruminal digestibility, supplementation

1. INTRODUÇÃO

O sistema de produção animal baseado no uso de pastagens, na maioria das vezes, promove limitação do desempenho dos animais principalmente na época seca do ano, que por questões quantitativas e qualitativas, causa perda de peso dos animais (Silva et al., 2008), atraso na idade ao primeiro parto, contribuindo para a redução no número de vacas lactantes e vida útil dos animais (Pessoa et al., 2009). Para que as novilhas atinjam a idade ao primeiro parto mais cedo, quando mantidas a pasto, faz-se necessária suplementação adequada, destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível, tendo como princípio básico evitar o efeito substitutivo do pasto pelo suplemento (Villela et al., 2009).

Em sistemas de produção eficientes, a suplementação é adotada como prática tecnológica de apoio à pastagem, visando produção compatível com o potencial genético dos animais, visto que suplementos concentrados como o milho e farelo de soja, alcançam preços elevados no mercado, comprometendo a eficiência econômica do sistema (Sales et al., 2008; Ferreira et al, 2009). A suplementação de bovinos de corte, de acordo com Paulino et al. (2004), permite corrigir dietas desequilibradas, melhorando o ganho de peso dos animais e reduzindo os ciclos reprodutivos, de crescimento e engorda. A partir desta premissa há possibilidade da utilização de alimentos locais, na forma de suplementos múltiplos, para bovinos leiteiros.

A palma forrageira apresenta-se como importante recurso alimentar na alimentação de bovinos leiteiros, notadamente nos períodos de estiagem prolongada. Independente do gênero, a palma forrageira apresenta reduzidos teores de proteína bruta ($4,81 \pm 1,16\%$) e fibra em detergente neutro ($26,79 \pm 5,07\%$) (Ferreira et al., 2011). Para

a correção proteica da palma forrageira, a inclusão de ureia nos suplementos é uma estratégia viável e ainda possibilita a redução de custo, uma vez que possui menor preço por unidade de equivalente proteico (Sales et al., 2008). A palma representa importante fonte energética para o rebanho a partir dos carboidratos não fibrosos ($58,55 \pm 8,13\%$), diferenciando-se dos demais volumosos pela melhor degradabilidade ruminal dos nutrientes (Nefzaoui e Ben Salem, 2001), tanto na fração solúvel quanto na insolúvel (potencialmente degradável). Essa característica tem sido destacada por maximizar a capacidade fermentativa do rúmen, aumentando a síntese de proteína microbiana, a produção de ácidos graxos voláteis e, conseqüente condução de nutrientes para o animal.

Diante desse panorama, há hipóteses de que a utilização de palma forrageira enriquecida com ureia, na forma de suplemento múltiplo, poderia substituir suplemento múltiplo composto por ingredientes energéticos e proteicos tradicionais para animais à pasto, a partir da sincronização entre a energia proveniente dos carboidratos não fibrosos da palma forrageira e o nitrogênio não-proteico advindo da ureia, aliado a uma fonte de fibra fisicamente efetiva advinda do pasto, proporcionando saúde ruminal e maximizando a produção dos animais (Souza et al., 2010).

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de palma forrageira enriquecida com ureia em substituição a um suplemento múltiplo tradicional sobre a digestibilidade ruminal da matéria seca e demais constituintes da dieta utilizando amostras obtidas do omaso, e ainda avaliar o consumo de nutrientes, digestibilidade total e intestinal, e cinética ruminal em novilhos mestiços $\frac{1}{2}$ Holandês x Zebu.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

Este experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado em Recife, PE, Brasil.

Dietas experimentais

As dietas foram formuladas para atender às exigências de bovinos de leite de acordo com o NRC (2001). A relação volumoso:concentrado foi de 80:20 com base na matéria seca (MS), com feno de Tifton como fonte de forragem, o qual foi utilizado para simular a composição de um pasto de média a baixa qualidade. As dietas consistiram de quatro níveis de inclusão de ureia/SA (0, 1, 2 e 3% na MS), e um tratamento controle, representado por um suplemento múltiplo tradicional. As proporções de ingredientes das dietas são apresentadas na Tabela 1, e a composição química das dietas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1

Proporção dos ingredientes das dietas experimentais, em g.kg⁻¹ de matéria seca.

Ingredientes	Tratamentos				
	Testemunha	Níveis de Ureia			
		0	1	2	3
Feno de Tifton	800	800	800	800	800
Farelo de Trigo	150	----	----	----	----
Farelo de Soja	30	----	----	----	----
Palma Forrageira	----	190	180	170	160
Ureia/SA ^a	10	----	10	20	30
Mistura Mineral ^b	10	10	10	10	10

^aProporção entre ureia e sulfato de amônia (SA), 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônia.

^bComposição química da mistura mineral: Ca (min.) – 98 g kg⁻¹, Ca (max.) – 113 g kg⁻¹, P – 45 g kg⁻¹, S – 40 g kg⁻¹, Mg – 44 g kg⁻¹, K – 61.5 g kg⁻¹, Na – 114.5 g kg⁻¹, Co – 48.5 mg kg⁻¹, Cu – 516 mg kg⁻¹, I – 30 mg kg⁻¹, Mn – 760 mg kg⁻¹, Se – 9 mg kg⁻¹, Zn – 2516 mg kg⁻¹, F – 450 mg kg⁻¹.

Tabela 2

Composição química dos ingredientes do concentrado e das dietas experimentais em g.kg⁻¹ de matéria seca.

Parâmetros	Ingredientes				Tratamentos				
	FET	FAT	FS	PF	Testemunha	Níveis de Ureia			
						0	1	2	3
Matéria seca ¹	894	880	874	101	893	355	366	378	392
Matéria orgânica ²	928	947	935	842	913	903	894	885	877
Proteína bruta ²	62	150	484	51	115	60	87	115	143
Extrato Etéreo ²	15	34	25	11	18	14	14	14	14
Fibra em detergente neutro* ²	659	360	153	201	586	565	563	561	560
Fibra em detergente ácido ²	319	114	59	132	274	279	278	277	276
Carboidratos Totais ²	851	763	426	780	780	829	793	756	720
Carboidratos não-fibrosos ²	181	403	228	579	212	255	249	243	237
Nutrientes Digestíveis Totais ²	-	-	-	-	680	647	693	710	722

*Corrigido para cinzas e proteína; 1- Porcentagem da matéria natural; 2- Porcentagem na matéria seca

FET – feno de tifton; FAT – farelo de trigo; FS – farelo de soja; PF – palma forrageira

Animais e delineamento experimental

O manejo e tratamento dos animais foram realizados de acordo com as orientações e recomendações do Comitê de Ética em Estudos Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), PE, Brasil. Cinco novilhos canulados (½ Holandês x Zebu) com peso médio corporal inicial (PC) de 240 ± 22.1 kg foram utilizados em um quadrado Latino 5 x 5 . O estudo durou 80 dias, com cinco períodos de 16 dias consecutivos, divididas em 7 dias de adaptação de 9 dias de amostragem.

Procedimentos experimentais e amostragem

Forragem fornecida e sobras foram amostradas diariamente durante o período de coleta e submetidos à pré-secagem em estufa de ventilação forçada a 60 ° C durante 72 h. Os ingredientes que compunham o concentrado foram amostrados a partir do 8º ao 11º dia de cada período.

Seis coletas de digesta omasal foram realizadas em intervalos de 12 h entre os dias 11 e 13. No dia 11, as amostras foram coletadas às 10:00 e 22:00 horas. No dia 12, as

amostras foram coletadas às 8:00 e 20:00 horas. No dia 13, as amostras foram coletadas às 6:00 e 18:00 horas. Nestes mesmos horários, cerca de 200 g de fezes foram coletadas de cada animal, e a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) foi utilizada para estimar a produção de MS fecal. As amostras fecais foram pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 60 °C. Posteriormente, estas amostras foram moídas em moinho tipo Wiley dotado de peneiras de 1-2 mm.

Para a coleta de digesta omasal, a técnica descrita por Huhtanen et al. (1997) foi adaptado como se segue: a coleta de digesta omasal foi realizada introduzindo a extremidade de um tubo de coleta no rúmen, passando pelo orifício retículo-omasal até que a primeira parte do tubo passar pelo orifício. A outra extremidade do tubo de coleta foi acoplada em uma das aberturas de um Kitassato, e uma bomba a vácuo foi ligada à outra abertura. A bomba a vácuo foi subsequentemente ligada para iniciar a coleta, sendo a digesta coletada através do tubo de sucção até chegar ao Kitassato. Aproximadamente 800 mL de digesta foram obtidos por coleta.

Após a coleta, a amostra de digesta omasal foi congelada (-20 °C). No final de cada período experimental, a amostra foi descongelada à temperatura ambiente e filtrada com filtro de nylon de 100 micron com poros cobrindo 44% da superfície para gerar duas fases: o filtrado, que corresponde à fase líquida e as partículas pequenas, e o resíduo, correspondente à maior fase de partículas. Posteriormente, estas amostras foram secas em estufa de ventilação forçada a 60 °C durante 72 h, moídos em moinho tipo Willey e armazenadas para uso posterior. O fluxo de MS e os constituintes da digesta omasal foram calculados conforme descrito por France e Siddons (1986). Para calcular o fluxo de nutrientes omasal um sistema de duplo marcador foi empregado, em

que o cobalto-EDTA (6 g/dia dividido em quatro doses foi infundida no rúmen de cada animal, iniciando 3 dias antes da amostragem da digesta omasal) foi utilizado para fase líquida e um marcador de partículas pequenas e FDNi foram utilizados para a fase particulada.

No dia 14, o rúmen foi completamente esvaziado 4 h após a alimentação da manhã, sendo utilizado para determinar as taxas de indigestão e pool ruminal de cada dieta utilizando a técnica descrita por Allen e Linton (2007). No dia 16, o rúmen foi esvaziado imediatamente antes da alimentação. Depois de esvaziado, o peso total da digesta foi determinado, seguido por filtração através de quatro camadas de tecido para separar as fases sólida e líquida. Uma amostra representativa de ambas as fases foi coletada para avaliar os teores de MS, FDN e FDNi. Após amostragem, as fases foram novamente misturadas, e a digesta remanescente foi devolvida para o rúmen. As taxas de ingestão (Ki), passagem (kp), degradação da FDN (Kd) e FDNi (Kpi) foram calculados dividindo-se a dose diária de MS pelos seu respectivo pool ruminal (Allen e Linton, 2007).

No final do período de coleta, as amostras fecais e de digesta omasal foram pré-secadas a 60 °C durante 72 h e moídas a 2 mm. No final de cada período, amostras compostas de sobras, fezes e digesta omasal de cada animal foram devidamente identificados e armazenados em recipientes de plástico para posterior análise.

Análises químicas

Amostras de forragem, sobras, ingredientes do concentrado, fezes e digesta omasal foram analisados para MS por secagem à 105 °C durante 12h em estufa de ventilação forçada. As amostras também foram analisadas quanto ao teor de cinzas e de

nitrogênio de acordo com a AOAC (2000). Análise de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foi realizada de acordo com Van Soest (1991). A amostra de digesta omasal foi analisada para determinar os níveis de cobalto utilizando um espectrofotômetro de absorção atômica. O conteúdo de FDNi foi calculado após incubação in situ durante 264 h da digesta fecal e omasal, forragem e concentrado, que foram moídos a 2 mm, tal como descrito por Valente et al. (2011).

A quantificação de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foi realizada de acordo com Detmann e Valadares Filho (2010): $CNF = 100 - [(\%PB - PB\% \text{ da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \%FDNcp + \%EE + \%MM]$, em que FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Análises estatísticas

As variáveis estudadas foram analisadas com a opção PROC MIXED do software SAS (versão 9.1), adotando 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, de acordo com o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

Em que, Y_{ijk} = variável dependente medida nos animais j submetidos ao tratamento i no período k; μ = média geral, T_i = efeito fixo do tratamento i, A_j = efeito aleatório do animal j, P_k = efeito aleatório do período k, e ε_{ijk} = erro aleatório não observável assumindo distribuição normal..

Foram utilizados os testes de Dunnett e contrastes ortogonais para comparar as médias. Os contrastes foram: I - Todos os tratamentos versus controle; II - Palma forrageira sem ureia vs. palma forrageira com ureia; III - efeito linear dos níveis de ureia; IV - efeito quadrático dos níveis de ureia.

3. RESULTADOS

O consumo de todos os nutrientes, exceto para os carboidratos não fibrosos (CNF), para os animais suplementados com palma forrageira sem adição de ureia foi menor ($P < 0,10$) que o apresentado pelos animais submetidos à dieta controle (Tabela 3). Verificou-se aumento linear ($P < 0,01$) no consumo de PB, e efeito quadrático ($P < 0,10$) foi observado para os consumos de matéria seca, matéria orgânica, CNF, fibra em detergente neutro e matéria orgânica digestível, com pontos de máximo em 6,97; 6,26; 1,88; 4,22 e 4,09 kg/dia, com a inclusão de 1,8; 1,9; 1,5; 1,9 e 1,7% de ureia, respectivamente.

Tabela 3

Médias do consumo dos nutrientes em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Parâmetros	Controle	Níveis de Ureia (%)				SEM	Contrastes ^a (P-value)			
		0	1	2	3		I	II	III	IV
Consumo (kg dia ⁻¹)										
MS	7,18	6,01*	6,89	6,85	6,59	0,46	0,077	0,033	0,188	0,061
MO	6,55	5,54*	6,15	6,06	5,78	0,41	0,012	0,001	0,024	0,007
PB	0,84	0,30*	0,61*	0,83	1,04*	0,04	<0,001	<0,001	<0,001	0,105
CNF	1,61	1,66	1,90*	1,82*	1,67	0,14	0,032	0,069	0,941	0,009
FDN	4,57	3,21*	4,11	4,10	3,97	0,27	0,004	0,002	0,017	0,014
MOD	4,19	3,52*	4,07	4,00	3,76*	0,13	0,004	0,001	0,133	<0,001
Consumo (% PC)										
MS	3,02	2,48*	2,80	2,80	2,77	0,21	0,021	0,023	0,087	0,117
FDN	1,93	1,33*	1,68*	1,68*	1,67*	0,13	<0,001	<0,001	0,006	0,026

MS-Matéria seca; MO-Matéria orgânica; PB-Proteína bruta; CNF-Carboidratos não-fibrosos; FDN-Fibra em detergente neutron corrigido para cinzas e proteína; MOD-Matéria orgânica digestível.

^aI – Todos os tratamentos vs controle; II – Palma forrageira sem ureia vs Palma forrageira com ureia; III – Efeito linear nos níveis de ureia; IV – Efeito quadrático nos níveis de ureia.

*Significativo para o teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

As digestibilidades totais da MO e da PB foram menores ($P < 0,10$) no tratamento de palma sem ureia quando comparado à dieta controle (Tabela 4).

Tabela 4

Média da digestibilidade total, ruminal e intestinal dos nutrientes em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Parâmetros	Controle	Níveis de Ureia (%)				SEM	Contrastes ^a (P-value)			
		0	1	2	3		I	II	III	IV
Digestibilidade aparente total (g kg ⁻¹)										
MS	636	607	628	634	627	2,58	0,386	0,123	0,229	0,266
MO	641	559*	635	635	625	2,93	0,083	<0,001	0,005	0,006
PB	761	419*	684*	771	821*	3,48	0,016	<0,001	<0,001	0,231
FDN	590	582	596	599	590	1,23	0,899	0,341	0,623	0,316
Digestibilidade Ruminal (g kg ⁻¹)										
MS	118	89,3	207	198	255	4,44	0,180	0,021	0,026	0,504
MO	215	249	313	292	296	3,54	0,181	0,224	0,461	0,406
PB	420	55,3*	326	457	563*	3,18	0,064	<0,001	<0,001	0,191
FDN	390	408	483	454	473	3,03	0,155	0,069	0,192	0,320
Digestibilidade intestinal (g kg ⁻¹)										
MS	577	567	573	563	527	2,31	0,457	0,637	0,226	0,379
MO	519	499	504	498	465	2,54	0,339	0,729	0,344	0,460
PB	556	521	548	538	525	2,66	0,432	0,597	0,994	0,439
FDN	293	243	246	258	215	3,23	0,133	0,937	0,598	0,439

MS-Matéria seca; MO-Matéria orgânica; PB-Proteína bruta; FDN-Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína.

^aI – Todos os tratamentos vs controle; II – Palma forrageira sem ureia vs Palma forrageira com ureia; III – Efeito linear nos níveis de ureia; IV – Efeito quadrático nos níveis de ureia.

*Significativo para o teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

A análise de regressão para os níveis de inclusão de ureia no suplemento acusou efeito quadrático ($P < 0,01$) para a digestibilidade total da MO, com maior valor (645,0 g/kg) estimado quando a ureia compôs 2,0% do suplemento. Para o tratamento palma enriquecida com 3% de ureia observou-se digestibilidade ruminal da PB superior ao controle. Verificou-se aumento na digestibilidade ruminal da MS, FDN e PB quando a palma foi enriquecida com ureia. Não foi observado efeito ($P > 0,10$) das dietas estudadas sobre a digestibilidade intestinal da MS, MO, PB e FDN (Tabela 4).

O pool ruminal de MS, FDN e FDNi não foi alterado com inclusão de ureia nas dietas, registrando-se médias de 3,86; 2,61 e 1,54 kg, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5

Média dos valores do pool ruminal e taxas de ingestão (*ki*), passagem (*kp*) and digestão (*kd*) e taxa de passagem da FDNi (*kpi*) em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Parâmetros	Controle	Níveis de Ureia (%)				SEM	Contrastes ^a (P-value)			
		0	1	2	3		I	II	III	IV
Pool Ruminal (kg)										
MS	3,78	3,93	4,18	3,91	3,49	0,26	0,732	0,794	0,154	0,182
FDN	2,58	2,68	2,83	2,63	2,34	0,20	0,846	0,707	0,148	0,229
FDNi	1,53	1,50	1,63	1,57	1,45	0,11	0,955	0,708	0,626	0,253
(h ⁻¹)										
<i>Ki</i>	0,0744	0,0598*	0,0646	0,0662	0,0722	0,0039	0,048	0,079	0,029	0,871
<i>Kp</i>	0,0458	0,0348*	0,0330*	0,0362*	0,0390	0,0028	0,003	0,664	0,176	0,368
<i>Kd</i>	0,0290	0,0250	0,0314	0,0298	0,0332	0,0031	0,799	0,080	0,105	0,618
<i>Kpi</i>	0,0392	0,0292*	0,0320*	0,0322*	0,0364	0,0018	0,002	0,033	0,009	0,662

MS-Matéria seca; FDN-Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; FDNi-Fibra em detergente neutro indigestível.

^aI – Todos os tratamentos vs controle; II – Palma forrageira sem ureia vs Palma forrageira com ureia; III – Efeito linear nos níveis de ureia; IV – Efeito quadrático nos níveis de ureia.

*Significativo para o teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

Aumento ($P < 0,10$) na taxa de ingestão (*ki*) foi observado quando a palma foi enriquecida com ureia, e aumento linear foi registrado em função da inclusão de ureia. A taxa de passagem da FDN (*kp*) foi menor ($P < 0,10$) nos animais alimentados com palma sem ureia, bem como naqueles alimentados com palma enriquecida com 1 e 2% de ureia, quando comparados aos animais da dieta controle (Tabela 5). A taxa de digestão da FDN (*kd*) aumentou ($P < 0,10$) nas dietas enriquecidas com palma. Menores ($P < 0,01$) taxas de passagem da FDNi (*kpi*) foram verificadas nos animais alimentados com palma sem ureia, e naqueles suplementados com palma enriquecida com 1 e 2% de ureia.

4. DISCUSSÃO

No presente estudo, os animais suplementados com palma sem ureia reduziram 16,4% do consumo de MS, em relação à dieta controle, entretanto, quando comparados aos animais suplementados com palma enriquecida com 1 e 2% de ureia a redução

representou 12,5%. De acordo com Nascimento et al. (2010), o fornecimento de dietas com insuficiente teor de proteína bruta geram alta relação energia:proteína, refletindo em redução no consumo dos nutrientes.

Os animais alimentados com palma sem ureia e aqueles suplementados com palma enriquecida com 1% de ureia apresentaram reduções de 64,3 e 27,4% no consumo de proteína bruta (PB), respectivamente, quando comparados àqueles da dieta controle. Essa depressão no consumo dos nutrientes pelos animais alimentados com palma sem ureia deveu-se ao reduzido teor de proteína, já que, segundo Van Soest (1994), a dieta deve conter no mínimo 7% de PB para o adequado desenvolvimento dos microrganismos ruminais.

Ressaltando-se que as dietas foram compostas por 80% de feno, e que o mesmo representou adequadamente as condições de um pasto no período seco do ano, com alto teor de fibra (659 g/kg de FDN) e baixo teor proteico (62 g/kg); com a suplementação de palma enriquecida com ureia provavelmente houve melhoria da fermentação ruminal. Em comparação com fontes de proteína natural, fornecer ureia suplementar para ruminantes consumindo forragem de baixa qualidade aumenta o consumo, e o desempenho animal (Cappelozza et al., 2013).

Quando a palma foi enriquecida com 3% de ureia os animais apresentaram aumento de 23,8% no consumo de PB em relação aos da dieta controle. Inclusões de ureia superiores a 2% da MS das dietas possivelmente promoveram excesso de amônia ruminal, levando ao desequilíbrio da relação N:energia e aumento das perdas de nitrogênio, o que conseqüentemente reduziu o consumo de MS. De acordo com Kang et al. (2015), deve haver uma sincronização da amônia ruminal e disponibilidade de

energia para que haja melhoria da eficiência de utilização do NNP e do desempenho animal. O desequilíbrio da relação N:energia leva ao atraso no crescimento microbiano e na atividade fermentativa do rúmen.

A ausência de efeito da inclusão de ureia sobre a digestibilidade total da MS e FDN deveu-se tanto à mesma proporção de feno das dietas, quanto à semelhança das frações fibrosas das dietas, podendo ser ratificado na Tabela 4, onde se verifica que não houve diferença tanto para MS, quanto para FDN.

Para as digestibilidades total da MO e PB verificou-se reduções de 12,9 e 44,9%, respectivamente, nos animais alimentados com palma sem ureia em relação ao controle. Esse comportamento deveu-se a falta de nitrogênio ruminal na forma de amônia, já que as dietas possuíam grande proporção de fibra, e provavelmente predominância de microrganismos celulolíticos no ambiente ruminal, os quais preferem utilizar amônia ruminal para formação de proteína microbiana e posterior degradação da fibra para obtenção de energia. Este efeito foi comprovado no presente estudo ao se comparar os animais alimentados com palma sem ureia com aqueles que foram suplementados com palma mais ureia, os quais apresentaram aumento nas digestibilidades da MO e PB, o que pode ser atribuído à maior concentração de amônia ruminal.

O comportamento quadrático observado para a digestibilidade total da MO e o aumento linear na digestibilidade total e ruminal da PB deveram-se ao aumento de nitrogênio, e conseqüentemente da amônia ruminal. De acordo com Kang et al. (2015), a suplementação proteica aumenta a digestibilidade total no trato de ruminantes, fato que foi verificado com a presença de ureia, que contribuiu para melhorar a fermentação ruminal e digestibilidade. Semelhante ao presente estudo, Khattab et al. (2013)

relataram aumento na digestão dos nutrientes com a inclusão de ureia nas dietas. Segundo Boucher et al. (2007) esse efeito poderia estar relacionado ao aumento da taxa de crescimento de microrganismos do rúmen com mais N disponível na forma de amônia, a partir da hidrólise de ureia.

As digestibilidades ruminais da MS, FDN e PB melhoraram com o enriquecimento da palma com ureia. Todavia, nos animais alimentados com palma sem ureia houve redução de 86,9% na digestibilidade da PB, quando comparado à dieta controle. Pode-se inferir que esses animais apresentaram reduzidas concentrações de amônia ruminal, intensificando a reciclagem de ureia para o rúmen através da urease bacteriana, que é indiretamente controlada pela concentração de amônia ruminal (Marini et al., 2004). Esse mecanismo é responsável pelo balanço negativo de compostos nitrogenados no rúmen e que, provavelmente, resulta na tentativa do animal em propiciar melhores condições para o crescimento microbiano, com a finalidade de adequar a relação N:energia no metabolismo (Detmann et al., 2009).

O pool ruminal da MS, FDN e FDNi não foi alterado pela inclusão de ureia, devido principalmente a semelhança das frações fibrosas das dietas. As menores taxas de ingestão (ki) e passagem (kp) da FDN, e a taxa de passagem da FDNi (kpi) da dieta com palma sem ureia estiveram relacionadas à limitação da quantidade de nitrogênio disponível no rúmen, onde a palma foi enriquecida com 1 e 2% de ureia. Sabendo-se que a taxa de passagem é um dos parâmetros mais importantes no desaparecimento da digesta e ingestão de alimentos (Detmann et al., 2009; Detmann et al., 2011), a ausência de sincronia entre N:energia prejudica a taxa de digestão da fibra, reduzindo consequentemente a taxa de passagem da digesta no trato gastrintestinal.

A taxa de degradação dos carboidratos da dieta e a sincronização com a degradação da proteína influencia consideravelmente a síntese de proteína microbiana, uma vez que, quanto mais sincronizadas, melhor é o aproveitamento de proteínas e carboidratos. De acordo com Wanapat e Kang (2013), tem se teorizado que a sincronização da amônia ruminal e disponibilidade de energia resultam na melhoria da eficiência de utilização de NNP e desempenho animal.

O enriquecimento da palma forrageira com ureia melhorou as taxas de passagem, o que provavelmente deveu-se ao aumento da concentração do nitrogênio amoniacal ruminal, favorecendo a maior atividade microbiana atuando no material fibroso ruminal. Proporções adequadas de carboidratos de rápida e média fermentação maximizam a utilização da ureia, o que, por sua vez, aumenta a degradabilidade da fibra e a população de microrganismos celulolíticos ruminais. Deste modo, o enriquecimento da palma forrageira com ureia comprovou potencial para estimular a síntese proteica microbiana, elevar a degradabilidade da fibra e, conseqüentemente, aumentar a taxa de passagem dos alimentos, favorecendo o aumento na taxa de ingestão.

De acordo com as exigências nutricionais de bovinos de corte mestiços em condições tropicais (Valadares Filho et al., 2010), o consumo de nutrientes, principalmente proteína e energia verificado quando se utilizou o suplemento múltiplo tradicional foi similar aquele verificado quando a palma foi enriquecida com 2% de ureia e propiciaria um ganho de, aproximadamente, 1 kg/dia. Sugere-se que experimentos com animais em pastejo sejam realizados para validação desses resultados.

5. CONCLUSÕES

Sugere-se que a palma forrageira enriquecida com até 2,0% de ureia substitua eficientemente o suplemento múltiplo tradicional, já que o consumo e a digestibilidade dos nutrientes, taxas de ingestão, passagem e digestão das dietas foram equivalentes àqueles verificados quando se utiliza o suplemento tradicional.

6. REFERÊNCIAS

- Association of Official Analytical Chemists, 2000. In: Official Methods of Analysis of AOAC International 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA, 937.
- Allen, M.S., Linton, J.A.V., 2007. In vivo methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: Rennó, F.P., Silva, L.F.P. (Eds.), Proceedings of the Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, 2007. Pirassununga, São Paulo, Brasil. pp. 72–89.
- Boucher, S.E., Ordway, R.S., Whitehouse, N.L., Lundy, F.P., Kononoff, P.J., Schwab, C.G., 2007. Effect of incremental urea supplementation of a conventional corn silage-based diet on ruminal ammonia concentration and synthesis of microbial protein. J. Dairy Sci. 90, 5619–5633.
- Capellozza, B.I., Bohnert, D.W., Schauer, C.S., Falck, S.J., Vanzant, E.S., Harmon, D.L., Cooke, R.F., 2013. Daily and alternate day supplementation of urea or soybean meal to ruminants consuming low-quality cool season forage: II. Effects on ruminal fermentation. Livest. Sci. 155, 214-222.
- Detmann, E., Paulino, M.F., Mantovani, H.C., Valadares Filho, S.C., Sampaio, C.B., Souza, M.A., Lazzarini, I., Detmann, K.S.C., 2009. Parameterization of ruminal fibre degradation in low-quality tropical forage using *Michaelis-Menten* kinetics. Livest. Sci. 126, 136-146.
- Detmann, E., Queiroz, A.C., Zorzi, K., Mantovani, H.C., Bayão, G.F.V., Gomes, M.P., 2011. Degradação *in vitro* da fibra em detergente neutro de forragem tropical

- debaixa qualidade em função da suplementação com proteína verdadeira e/ou nitrogênio não-proteico. R. Bras. Zootec. 40, 1272-1279.
- Detmann, E., Valadares Filho, S.C., 2010. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. Arq. Bras. Med. Vet. Zootec. 62, 980-984.
- Ferreira, M.A., Silva, F.M., Bispo, S.F., Azevedo, M., 2009. Estratégias na suplementação de vacas leiteiras no semiárido do Brasil. R. Bras. Zootec. 38, 322-329.
- Ferreira, M.A., Pessoa, R.A.S., Silva, F.M., Bispo, S.V., 2011. Palma forrageira e ureia na alimentação de vacas leiteiras. EDUFRPE, Recife.
- France, J., Siddons, R.C., 1986. Determination of digesta flow by continuous marker infusion. J. Theor. Biol. 121, 105–119.
- Huhtanen, P., Brotz, P.G., Satter, L.D., 1997. Omasal sampling technique for assessing fermentative digestion in the forestomach of dairy cows. J. Anim. Sci., 75, 1380-1392.
- Kang, S., Wanapt, M., Phesatcha, K., Norrapoke, T., 2015. Effect of protein level and urea in concentrate mixture on feed intake and rumen fermentation in swamp buffaloes fed rice straw-based diet. Trop. Anim. Health Prod. 47, 671-679.
- Khattab, I.M., Salem, A.Z.M., Abdel-Wahed, A.M. and Kewan, K.Z., 2013. Effects of urea supplementation on nutrient digestibility, nitrogen utilization and rumen fermentation in sheep fed diets containing dates. Livest. Sci. 155, 223–229.
- Marini, J.C., Klein, J.D., Sands, J.K., Van Amburgh, M.E., 2004. Effect of nitrogen intake on nitrogen recycling and urea transporter abundance in lambs. J. Anim. Sci. 82, 1157-1164.
- Nascimento, M.L., Paulino, M.F., Detmann, E., Leão, M.I., Valadares Filho, S.C., Henriques, L.T., 2010. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. R. Bras. Zootec. 39, 861-872.
- National Research Council – NRC, 2001. Nutrient requirements of dairy cattle. Seventh ed. National Academy Press, Washington, D.C.

- Nefzaoui, A., Ben Salem, H., 2001. *Opuntia* spp: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana region. In: Mondragon, C., Gonzalez, S. (Eds.), *Cactus (Opuntia spp.) as forage: FAO Plant Production and protection Paper*, pp. 73-90.
- Paulino, M.F., Figueiredo, D.M. de, Moraes, E.H.B.K., Porto, M.O., Sales, M.F.L., Acedo, T.S., Villela, S.D.J., Valadares Filho, S.C., 2004. Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: *Proceedings of the Simpósio de Produção de Gado de Corte, 2004. Viçosa, Minas Gerais, Brasil*. pp. 93-139.
- Pessoa, R.A.S., Leão, M.I., Ferreira, M.A., Valadares Filho, S.C., Valadares, R.F.D., Queiroz, A.C., 2009. 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. *R. Bras. Zootec.* 38, 941-947.
- Sales, M.F.L., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Porto, M.O., Moraes, E.H.B.K., Barros, L.V., 2008. Níveis de ureia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária durante o período de transição águas-seca. *R. Bras. Zootec.* 37, 1704-1712.
- Souza, M.A., Detmann, E., Paulino, M.F., Sampaio, C.B., Lazzarini, I., Valadares Filho, S.C., 2010. Intake, digestibility and rumen dynamics of neutral detergent fiber in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogen and/or starch. *Trop. Anim. Health Prod.* 42, 1299-1310.
- Valente, T.N.P., Detmann, E., Queiroz, A.C., Valadares Filho, S.C., Gomes, D.I., Figueiras, J.F., 2011. Evaluation of ruminal degradation profiles of forages using bags made from different textiles. *R. Bras. Zootec.* 40, 2565–2573.
- Van Soest, P.J., 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*, second ed. Cornell University Press, Ithaca.
- Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597.

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

- Villela, S.D.J., Paulino, M.F., Valadares Filho, S.C., Martins, M.O., Zamperlini, B., (2009) Fontes de proteína em suplementos para bovinos em pastejo nos períodos da seca e de transição seca-águas. *Rev. Bras. Saúde Prod. An.* 10, 266-277.
- Wanapat, M., Kang, S., 2013. Enriching the nutritive value of cassava as feed to increase ruminant productivity. *J. Nutr. Ecology Food Res.* 1, 262–269.

CAPÍTULO III

Consumo, parâmetros fermentativos ruminais e síntese de proteína microbiana em novilhos mestiços alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia

**Consumo, parâmetros fermentativos ruminais e síntese de proteína
microbiana em novilhos mestiços alimentados com suplementos múltiplos
contendo palma forrageira enriquecida com ureia**

RESUMO

Há hipóteses de que a utilização de palma forrageira enriquecida com ureia, na forma de um suplemento múltiplo, poderia substituir um suplemento múltiplo tradicional. Portanto, avaliou-se o efeito da utilização de palma forrageira enriquecida com ureia (0, 1, 2 e 3% na MS) em substituição a um suplemento múltiplo tradicional (controle) sobre o consumo de matéria seca, balanço de nitrogênio, parâmetros fermentativos ruminais, síntese de proteína microbiana e perdas endógenas de nitrogênio em novilhos mestiços (½ Holandês x Zebu). Cinco novilhos ½ Holandês x Zebu canulados com peso corporal inicial médio de $240,0 \pm 22,1$ kg foram utilizados em um quadrado Latino 5 x 5. A digestibilidade ruminal foi avaliada a partir de amostras de digesta coletadas no omaso de bovinos. Efeito quadrático foi observado para o consumo de MS e retenção de N, com pontos de máximo de 6,97 kg MS/dia e 50,9 g/dia com a inclusão de 1,8 e 2,1% de ureia na MS, respectivamente. Concentrações máximas de 16,2; 23,2 e 24,3 mg/dL de N-NH₃ foram registradas nos animais alimentados com palma enriquecida com 1, 2 e 3% de ureia. Houve efeito quadrático para pH ruminal, com valor de 6,45 às 4,08 horas após a alimentação. Registrou-se concentração de 70,9 mmol de ácido acético/mL com a inclusão de 1,5% de ureia. Eficiência de síntese microbiana de 103 g PB/kg de NDT foi obtida com nível de inclusão ureia de 1,6%. Sugere-se que a palma forrageira enriquecida com 1,8% de ureia substitua o suplemento múltiplo tradicional.

Palavras-chave: amônia, exigência, pasto, plasma, purina, suplementação

ABSTRACT

It is hypothesized that use of spineless cactus enriched with urea in the form of a multiple supplement could replace traditional multiple supplements. Therefore, the effect of using spineless cactus enriched with urea (0, 1, 2 and 3% DM) to replace a traditional multiple supplement (control) on dry matter intake, nitrogen balance, ruminal fermentation parameters, microbial protein synthesis and endogenous nitrogen losses was assessed in crossbred steers. Five steers, ½ Holstein x Zebu, cannulated with an average initial body weight of 240 ± 22.1 kg were used in a 5 x 5 Latin square. The ruminal digestibility was assessed from samples of digesta collected in the omasum of steers fed different diets. A quadratic effect was observed for DM intake and N retention, with maximum values of 6.97 kg/day and 50.9 g/day with the inclusion of 1.8 and 2.1% urea, respectively. Maximum concentrations of 16.2, 23.2 and 24.3 mg/dL of N-NH₃ were recorded in animals fed spineless cactus enriched with 1, 2, and 3% of urea. There was a quadratic effect on ruminal pH, with a value of 6.45 at 4.08 hours after feeding. The concentration of 70.9 mmol acetic acid/ml was recorded with the addition of 1.5% urea. Microbial synthesis efficiency of 103 g CP/kg TDN was obtained with the inclusion of 1.6% urea. It is suggested that the spineless cactus enriched with 1.8% urea could replace the traditional multiple supplement.

Keywords: ammonia, pasture, plasma, purine, requirement, supplementation

1. INTRODUÇÃO

O estabelecimento de um manejo eficiente da recria de fêmeas é à base de qualquer sistema de produção leiteira, com importante participação nos custos de produção (Queiroz *et al.*, 2012). As pastagens tropicais constituem a principal fonte de nutrientes para essa categoria animal, pelo seu baixo custo e elevada praticidade.

Todavia, os animais recriados em pastagens tropicais podem apresentar deficiências múltiplas de nutrientes, especialmente durante a estação de dormência das gramíneas, induzida pelo déficit hídrico verificado durante a época seca (Paulino *et al.*, 2004). Neste caso, suplementação desses animais constitui-se em fornecer uma fonte de nutrientes adicionais ao sistema, com o objetivo de melhorar o consumo de nutrientes, elevar a concentração de energia da dieta, potencializar os precursores bioquímicos, e conseqüentemente promover maior precocidade e desempenho animal (Zervoudakis *et al.*, 2008; Villela *et al.*, 2011).

A proteína, seguida da energia, são mais exigidos pelos ruminantes (Cavalcante *et al.*, 2006). O aproveitamento das forragens pelos bovinos, especialmente em relação aos compostos fibrosos, está diretamente relacionado à atividade microbiana ruminal, a qual depende do nível de compostos nitrogenados presentes no rúmen (Costa *et al.*, 2011). De modo geral, 50 a 70% do nitrogênio microbiano podem ser derivados da amônia ruminal e o restante de peptídeos e aminoácidos da dieta (Santos *et al.*, 2010). O NRC (2001) preconiza 50 g de proteína bruta por Mcal de energia metabolizável para novilhas de 6 a 12 meses, para que haja desenvolvimento adequado da glândula mamária no período pré-púbere, sem acúmulo de tecido adiposo no lugar do tecido parenquimal.

Devido sua reconhecida adaptabilidade às condições edafoclimáticas das regiões áridas e semiáridas, a palma forrageira antes considerada alternativa alimentar passa a ter importância nos sistemas de produção leiteira, por possibilitar elevada produção de matéria seca por unidade de área (Ferreira *et al.*, 2011). Em adição a isso é excelente fonte de energia, a partir dos carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais (Cavalcante *et al.*, 2014). Diante disso, a utilização da palma forrageira enriquecida com ureia com suplemento múltiplo para animais em sistema de recria torna-se uma alternativa promissora (Cavalcanti *et al.*, 2008), com hipótese de se formular uma dieta balanceada ao se utilizar a energia proveniente dos carboidratos não fibrosos da palma associada ao nitrogênio não-proteico da ureia.

Portanto, objetivou-se avaliar o efeito da utilização de palma forrageira enriquecida com ureia em substituição a um suplemento múltiplo tradicional sobre o consumo de matéria seca, balanço de nitrogênio, parâmetros fermentativos ruminais, síntese de proteína microbiana e perdas endógenas de nitrogênio em novilhos mestiços.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Área experimental

Este experimento foi conduzido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), localizado em Recife, PE, Brasil.

Dietas experimentais

As dietas foram formuladas para atender às exigências de bovinos de leite de acordo com o NRC (2001). A relação volumoso:concentrado foi de 80:20 com base na matéria seca (MS), com feno de Tifton como fonte de forragem, o qual foi utilizado

para simular o pasto. As dietas consistiram de quatro níveis de inclusão de ureia (0, 1, 2 e 3% na MS), e um tratamento controle, representado por um suplemento múltiplo tradicional. As proporções de ingredientes das dietas são apresentadas na Tabela 1, e a composição química das dietas é apresentada na Tabela 2.

Tabela 1Proporção dos ingredientes das dietas experimentais, em g.kg⁻¹ de matéria seca.

Ingredientes	Tratamentos				
	Testemunha	Níveis de Ureia			
		0	1	2	3
Feno de Tifton	800	800	800	800	800
Farelo de Trigo	150	----	----	----	----
Farelo de Soja	30	----	----	----	----
Palma Forrageira	----	190	180	170	160
Ureia/S ^a A	10	----	10	20	30
Mistura Mineral ^b	10	10	10	10	10

^aProporção entre ureia e sulfato de amônia (SA), 9 partes de ureia e 1 parte de sulfato de amônia.

^bComposição química da mistura mineral: Ca (min.) – 98 g kg⁻¹, Ca (max.) – 113 g kg⁻¹, P – 45 g kg⁻¹, S – 40 g kg⁻¹, Mg – 44 g kg⁻¹, K – 61.5 g kg⁻¹, Na – 114.5 g kg⁻¹, Co – 48.5 mg kg⁻¹, Cu – 516 mg kg⁻¹, I – 30 mg kg⁻¹, Mn – 760 mg kg⁻¹, Se – 9 mg kg⁻¹, Zn – 2516 mg kg⁻¹, F – 450 mg kg⁻¹.

Tabela 2Composição química dos ingredientes do concentrado e das dietas experimentais em g.kg⁻¹ de matéria seca.

Parâmetros	Tratamentos								
	Ingredientes				Testemunha	Níveis de Ureia			
	FET	FAT	FS	PF		0	1	2	3
Matéria seca ¹	894	880	874	101	893	355	366	378	392
Matéria orgânica ²	928	947	935	842	913	903	894	885	877
Proteína bruta ²	62	150	484	51	115	60	87	115	143
Extrato Etéreo ²	15	34	25	11	18	14	14	14	14
Fibra em detergente neutro* ²	659	360	153	201	586	565	563	561	560
Fibra em detergente ácido ²	319	114	59	132	274	279	278	277	276
Carboidratos Totais ²	851	763	426	780	780	829	793	756	720
Carboidratos não-fibrosos ²	181	403	228	579	212	255	249	243	237
Nutrientes Digestíveis Totais ²	-	-	-	-	680	647	693	710	722

*Corrigido para cinzas e proteína; 1- Porcentagem da matéria natural; 2- Porcentagem na matéria seca

FET – feno de tifton; FAT – farelo de trigo; FS – farelo de soja; PF – palma forrageira

Animais, manejo e coleta de amostras

O manejo e tratamento dos animais foram realizados de acordo com as orientações e recomendações do Comitê de Ética em Estudos Animais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), PE, Brasil. Cinco novilhos canulados (½ Holandês x Zebu) com peso médio corporal inicial (PC) de 240 kg foram usados em um quadrado Latino 5 x 5 . O estudo durou 80 dias, com cinco períodos de 16 dias consecutivos, divididas em 7 dias de adaptação de 9 dias de amostragem.

Os animais foram canulados no rúmen e usados para determinar a eficiência do uso do nitrogênio, pH ruminal, N amoniacal e as concentrações de ácidos graxos voláteis. A ração foi fornecida em duas refeições diárias às 6h e 18h e as sobras foram pesados diariamente para se obter um máximo de 5 a 10% sobras. As sobras foram amostradas, colocadas em sacos rotulados e armazenadas no congelador para posterior análise. Os ingredientes das dietas foram amostrados semanalmente.

No final de cada período experimental, as amostras de alimentos e sobras foram descongeladas e submetidas à pré-secagem a 60 °C durante 72 h, em seguida foram moídas em moinho de faca tipo Willey com uma malha de 1 mm. Amostras compostas foram coletadas para cada animal, com base na matéria seca (MS) de cada período. Quatro horas após a alimentação do 11º dia de cada período experimental, foi coletado amostras de sangues por punção da veia jugular em um tubo de ensaio contendo gel coagulante (SST II Advance, BD Vacutainer, Brasil). Estas amostras foram armazenadas a -15 ° C para posterior análise de ureia. Durante três dias de cada período experimental, após fornecimento da primeira refeição do dia, realizou-se a coleta total de urina (24 h), sendo o pH medido a cada 6 horas, para assegurar que o mesmo fosse

mantido abaixo de 3,0. Para coleta de urina utilizou-se funis acoplados aos animais e ligados a um tubo para condução da urina a recipiente contendo 500 mL de ácido sulfúrico a 20%. No final de cada período de coleta foram determinados o peso e o volume total de urina, e o teor de N total foi determinado utilizando o método de Kjeldahl citado por Detmann et al. (2012). Estas amostras foram armazenadas a -15 °C para análise posterior de ureia, creatinina, e ácido úrico.

Análises químicas

A MS, matéria orgânica (MO) e proteína bruta (PB) foram analisadas de acordo com a AOAC (1990), método número 934.01 para MS, 930.05 para MO e 981.10 para PB. O Extrato etéreo (EE) foi analisado por extração Soxhlet com éter de petróleo, de acordo com a AOAC (1990), método número 920.39. Para análise de fibra em detergente neutro utilizou-se amilase termoestável e corrigiu-se para cinzas e proteína [FDN_{cp}], utilizando-se técnicas descritas por Mertens (2002), com correções para proteína de acordo com Licitra et al. (1996). Nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) (Licitra et al., 1996) foram medidos utilizando o método de Kjeldahl. Os Carboidratos não-fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com Hall (2000): $CNF (g/kg) = 1000 - [(PB-ureia derivada da PB + uréia) + FDN_{cp} + EE + cinza]$, onde: PB = proteína bruta; FDN_{cp} = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; e EE = extrato etéreo. Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram determinados de acordo com Weiss (1999): $NDT = PB_D + CNF_D + EE_D \times 2,25$ (letra subscrita significa digestível).

O balanço de N foi obtido subtraindo-se os valores de excreção fecal e urinária de N do N ingerido. Para determinar a eficiência de utilização de compostos nitrogenados,

foram utilizados os seguintes indicadores: N-ureico no plasma, excreção urinária de N-ureico e o balanço de N. Para estimar o N-ureico no plasma e urina, o fator 0,466 foi usado, o que também foi utilizado por Cruz et al. (2006).

As análises de derivados de purinas (DP), alantoína e ácido úrico foram realizados utilizando um método colorimétrico de Fujihara et al. (1987), que foi descrito por Chen e Gomes (1992). A excreção de DP foi calculada através da multiplicação do volume de urina, a qual foi estimada dentro de 24 h, através da concentração de DP nas amostras spot de urina. Purinas absorvidas (Y, mmol / dia) foram calculadas a partir da excreção de DP (X, mmol / dia) utilizando a equação $Y = 0,85x + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como DP e $0,385 PV^{0,75}$ é a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990). A produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) foi calculada como: $Nmic (gN / dia) = (70 \times PD \text{ absorvida}) / (0,83 \times 0,116 \times 1.000)$, onde N é o conteúdo das purinas (mg N / mmol), 0,83 representa a digestibilidade intestinal de purinas, e 0,116 é a relação média de N-purinas:N-total, em que as bactérias foram isoladas a partir do rúmen (Chen e Gomes, 1992)..

O líquido ruminal foi coletado de novilhos em três dias sucessivos, às 6h e 8h, e as 10h e as 12h do mesmo dia. Um total de 250 mL foi recolhido a partir da região dorsal anterior, ventral anterior, ventral média, posterior dorsal e ventral posterior do rúmen, utilizando-se uma seringa de 50 ml acoplada a um tubo de aço inoxidável que termina com uma sonda coberta por uma rede metálica fina. O fluido ruminal foi acidificado com ácido sulfúrico a 50% até atingir pH 2 e sub-amostras (40 mL) foram congelados a -20 °C para posterior determinação da concentração de AGV e de NH₃. A análise de AGV foi realizada usando um cromatógrafo de fase gasosa equipado com um

detector de ionização de chama e autoinjeter, equipado com uma coluna GP (30 m × 0,250 milímetros, 0,25 um; Chromosorb WAW).

Perdas urinárias endógenas foram estimadas por uma regressão entre a excreção urinária de nitrogênio (Y) e ingestão de nitrogênio (X), expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, representado pelo intercepto e o coeficiente de regressão. Perdas endógenas totais, incluindo fecal e urinária, foram estimadas pela regressão entre o balanço de nitrogênio (Y) e a ingestão de nitrogênio (X), expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, representada pelo intercepto da regressão.

Análises estatísticas

As variáveis estudadas foram analisadas com a opção PROC MIXED do software SAS (versão 9.1), adotando 0,10 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I, de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + A_j + P_k + \varepsilon_{ijk}$$

onde Y_{ijk} = variável dependente medida nos animais j submetidos ao tratamento i no período k; μ = média geral, T_i = efeito fixo do tratamento i, A_j = efeito aleatório do animal j, P_k = efeito aleatório do período k, e ε_{ijk} = erro aleatório não observável assumindo distribuição normal..

Foram utilizados os testes de Dunnett e contrastes ortogonais para comparar as médias. Os contrastes foram: I - Todos os tratamentos versus controle; II - Palma forrageira sem ureia vs. palma forrageira com ureia; III - efeito linear dos níveis de ureia; IV - efeito quadrático dos níveis de ureia. Para pH ruminal, amônia (N-NH₃) e ácidos graxos voláteis (AGV) foi assumido o efeito do tempo de amostragem, como medidas repetidas no tempo.

3. RESULTADOS

Ao avaliar o consumo de MS em relação aos níveis de inclusão de ureia observou-se efeito quadrático ($P = 0,061$), com ponto de máximo de 6,97 kg/dia quando a palma foi enriquecida com 1,8% de ureia. A inclusão de ureia para enriquecimento da palma forrageira promoveu aumento linear do nitrogênio ingerido ($P < 0,001$) (Tabela 3). Os animais alimentados com palma sem ureia apresentaram menor excreção de nitrogênio via urina ($P < 0,001$), enquanto alimentados com palma enriquecida com 2 e 3% de ureia apresentaram maiores ($P = 0,074$) excreções de nitrogênio urinário, quando comparados ao animais do tratamento controle (Tabela 3).

Tabela 3

Consumo de matéria seca e balanço de nitrogênio em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Parâmetros	Controle	Níveis de Ureia (%)				SEM	Contrastes ^a (P-value)			
		0	1	2	3		I	II	III	IV
CMS (kg/d)	7,18	6,01*	6,89	6,85	6,59	0,46	0,077	0,033	0,188	0,061
N ingerido (g/d)	135	57,2*	102*	129	155*	5,47	<0,001	<0,001	<0,001	0,840
N fecal (g/d)	32,4	27,1*	30,9	30,2	29,9	2,44	0,051	0,035	0,162	0,114
N urinário (g/d)	29,1	9,68*	25,0	51,4*	77,2*	5,83	0,074	<0,001	<0,001	0,348
BN (g/d)	73,8	20,5*	46,0*	47,4*	47,4*	7,69	<0,001	0,004	0,014	0,069
BN (% do N ingerido)	54,5	35,9*	45,2	36,3*	30,4*	5,16	0,004	0,781	0,211	0,106
NUP (mg/dL) ⁵	20,0	8,30*	14,1*	17,6	22,4	1,52	0,005	<0,001	<0,001	0,668

PUN – Nitrogênio ureico plasmático; BN – Balanço de Nitrogênio.

^aI – Todos os tratamentos vs controle; II – Palma forrageira sem ureia vs Palma forrageira com ureia; III – Efeito linear nos níveis de ureia; IV – Efeito quadrático nos níveis de ureia.

*Significativo para o teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

Todos os tratamentos, com e sem ureia, proporcionaram menor ($P < 0,001$) balanço de nitrogênio (BN), em relação ao controle. Houve efeito quadrático ($P = 0,0693$), com máxima retenção de 50,92 g/dia com inclusão de 2,1% de ureia. O BN em relação à quantidade nitrogênio ingerido foi semelhante ($P = 0,0036$) entre os animais

suplementados com palma enriquecida com 2% de ureia e os animais do tratamento controle.

Quando a palma foi enriquecida com 2 e 3% de ureia observou-se nos animais concentrações plasmáticas de nitrogênio ureico (NUP) semelhantes ($P < 0,001$) àqueles do tratamento controle. Nas dietas com palma sem ureia e naquelas com adição de 1% de ureia verificou-se menores ($P < 0,001$) concentrações plasmáticas de NUP.

Não houve efeito da interação ($P > 0,10$) entre dietas e tempos de coletas para os valores de pH ruminal (Tabela 4), mas efeito quadrático foi observado ao longo do tempo ($P < 0,001$), com um pH mínimo de 6,45 às 4,08 horas após a alimentação.

Tabela 4

Médias do pH ruminal em bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Item	Controle	Níveis de Ureia (%)				Efeito (<i>P</i> -value)		
		0	1	2	3	Trat.	Tempo	Trat. x Tempo
pH	6,50	6,60	6,59	6,55	6,60	0,449	<0,001	0,854
Efeito do Tempo								
Item	Tempos de Coleta (h)				Contrastes ^a (<i>P</i> -value)			
	0	2	4	6	Linear	Quadratico	Cubico	
pH	6,76	6,57	6,42	6,52	<0,001	<0,001	0,132	

Trat – tratamento.

Com os níveis de inclusão de ureia verificou-se aumento linear ($P < 0,10$) na concentração de N-NH₃ ruminal (Tabela 5).

Tabela 5Médias do nitrogênio aminacal (N-NH₃, mg/dL) em função dos tempos de coleta.

Item	Controle	Níveis de Ureia (%)				Contrastes ^a (P-value)			
		0	1	2	3	I	II	III	IV
0 h após alimentação									
N-NH ₃	10,4	1,02*	3,74*	6,94	8,66	0,010	0,003	0,751	0,781
2 h após alimentação									
N-NH ₃	29,5	2,30*	15,8*	19,6	24,2	0,001	<0,001	0,176	0,469
4 h após alimentação									
N-NH ₃	17,6	5,24*	5,94*	23,4	21,4	0,005	0,003	0,657	0,017
6 h após alimentação									
N-NH ₃	13,3	2,32*	4,28*	10,1	16,5	0,062	0,006	0,522	0,830

^aI – Todos os tratamentos vs controle; II – Palma forrageira sem ureia vs Palma forrageira com ureia; III – Efeito linear nos níveis de ureia; IV – Efeito quadrático nos níveis de ureia.

*Significativo para o teste de Dunnett ao nível de 10% de probabilidade.

Menores (P = 0,010) concentrações de N-NH₃ foram observadas quando se utilizou palma sem ureia e palma enriquecida com 1% de ureia, independente do tempo de coleta, quando comparado ao tratamento controle (Tabela 6).

Tabela 6Médias do nitrogênio amoniacal ruminal (N-NH₃, mg/dL) em função dos tratamentos.

Item	Tempo (h)				Contrastes ^a (P-value)		
	0	2	4	6	Linear	Quadrático	Cúbico
Controle							
N-NH ₃	10,4	29,5	17,6	13,3	0,801	0,002	0,012
0% de ureia							
N-NH ₃	1,02	2,30	5,24	2,32	0,429	0,284	0,387
1% de ureia							
N-NH ₃	3,74	15,8	5,94	4,28	0,370	0,004	0,004
2% de ureia							
N-NH ₃	6,94	19,6	23,4	10,1	0,298	0,005	0,512
3% de ureia							
N-NH ₃	8,66	24,2	21,4	16,5	0,269	0,043	0,412

Houve efeito quadrático ao longo dos tempos de coletas, quando se comparou o tratamento controle e os níveis de ureia (1, 2 e 3% na MS), com concentrações máximas de 25,0; 11,8; 23,2 e 24,3 mg de N-NH₃ /dL estimadas às 2,94; 2,76; 3,20 e 3,40 horas após a alimentação, respectivamente.

Não houve efeito da interação ($P>0,10$) entre os tratamentos e os tempos de coleta sobre a concentração dos ácidos graxos voláteis (Tabela 7).

Tabela 7

Médias dos ácidos graxos voláteis de bovinos em crescimento alimentados com suplementos múltiplos contendo palma forrageira enriquecida com ureia.

Parâmetros	Controle	Níveis de Ureia (%)				SEM	Efeito (<i>P</i> -value)		
		0	1	2	3		Trat.	Tempo	Trat. x Tempo
Acetato (A)	63,1	67,6	67,9	72,9*	65,9	3,91	0,022	0,062	0,678
Propionato (P)	15,6	15,8	16,5	16,7	15,1	1,18	0,193	0,001	0,745
Butirato	7,10	7,23	6,53	7,30	6,67	0,53	0,502	<0,001	0,437
Relação A:P	4,05	4,43	4,23	4,58	4,50	0,20	0,323	0,003	0,976

Trat – tratamento.

Maior concentração de ácido acético ($P = 0,022$) foi verificada no líquido ruminal dos animais alimentados com palma enriquecida com 2% de ureia. Verificou-se ponto de máximo de 70,9 mmol de ácido acético/mL quando a palma foi enriquecida com 1,5% de ureia. O ácidos propiônico e butírico, em função dos tempos de coleta, apresentaram máximas concentrações de 17,5 e 7,8 mmol/mL às 4,5 e 4,9 horas após a alimentação, respectivamente. Menor relação entre os ácidos acético e propiônico de 4,07:1 foi verificada às 4,1 horas após a alimentação.

Concentrações máximas ($P<0,10$) de alantoína (121 mmol/dia), purinas totais (131 mmol/dia), purinas absorvidas (102 mmol/dia), nitrogênio microbiano (74,1 g/kg NDT), proteína microbiana (463 g/kg NDT) e eficiência microbiana (103 g/kg NDT) foram estimadas nos níveis de inclusão ureia de 1,8; 1,9; 1,9; 1,9; 1,9 e 1,6%, respectivamente (Tabela 8).

Tablela 8

Média dos derivados de purina, alantoína (ALA), alantoína em relação as purinas totais (ALA:PT), ácido úrico (AU), purinas totais (PT), purinas absorvidas (PABS), nitrogênio microbiano (Nmic), proteína microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (EFmic).

Item	Testemunha	Níveis de Inclusão (%)				EPM	Contrastes [#] (P-Valor)			
		0	1	2	3		I	II	III	IV
ALA (mmol/dia)	128,66	99,19*	117,76	119,85	111,83	5,87	0,0207	0,0191	0,1434	0,0350
ALA:PT (%)	93,37	92,09	93,53	91,27	90,73*	1,03	0,1145	0,7915	0,0909	0,2260
AU (mmol/dia)	8,98	8,62	8,12	11,38	11,47	1,28	0,3649	0,1156	0,0103	0,7362
PT (mmol/dia)	137,64	107,81*	125,88	131,23	123,31	6,06	0,0325	0,0139	0,0693	0,0443
PABS mmol/dia)	108,45	79,27*	96,72	101,81	94,59	5,77	0,0275	0,0121	0,0619	0,0453
Nmic (g/dia)	78,85	57,63*	70,32	74,02	68,77	4,20	0,0275	0,0119	0,0620	0,0452
PBmic (g/dia)	492,79	360,19*	439,50	462,61	429,84	26,24	0,0275	0,0119	0,0619	0,0453
EFmic (g/Kg de NDT)	106,36	91,01	97,49	106,25	91,16	5,93	0,1244	0,2637	0,7101	0,0654

I - Todos vs Testemunha; II - Palma sem ureia vs Palma com ureia; III - Linear nos níveis de ureia; IV - Quadrático nos níveis de ureia; NU-Níveis de inclusão de ureia (0, 1, 2, 3);

*Significativo à testemunha, pelo teste de Dunnett, em nível de 10% de probabilidade.

Os compostos nitrogenados metabólicos fecais (NMF) corresponderam a 3,56 g de N/kg MS ingerida, e foram estimados a partir da equação $\hat{Y} = -3,5581 + 0,9381X$ ($r^2 = 0,97$), sendo Y = nitrogênio digestível e X = ingestão de nitrogênio. A estimativa do nitrogênio ureico endógeno (NUE) de 0,265 g de N/kg^{0,75} foi obtida através da excreção de nitrogênio total urinário (Y) e a ingestão de nitrogênio (X) ($\hat{Y} = -0,2652 + 0,4743X$, $r^2 = 0,43$). As perdas (fecais e urinárias) endógenas de nitrogênio (0,277 g de N/kg^{0,75}) foram obtidas pela regressão entre o balanço de N (Y) e a ingestão de N (X) ($\hat{Y} = -0,2768 + 0,6108X$, $r^2 = 0,72$).

4. DISCUSSÃO

O comportamento observado para a ingestão de nitrogênio nos animais alimentados com palma sem ureia e naqueles alimentados com palma enriquecida com 1% de ureia deveu-se tanto pelo consumo de matéria seca dos animais quanto pelo teor de proteína da dieta. Segundo Costa *et al.* (2011), a associação entre o consumo de nitrogênio e o

balanço dos compostos nitrogenados, não deve ser interpretada de forma direta, pois nem todo o nitrogênio existente no suplemento pode ser absorvido pelo organismo do animal. Além do fornecimento de proteína no intestino, outros mecanismos estão envolvidos no balanço dos compostos nitrogenados, em particular o fornecimento de dietas com fontes proteicas degradáveis no rúmen, as quais propiciam o aumento do mesmo. O excesso de amônia ruminal pode gerar perdas tanto de energia quanto de nitrogênio, elevando o custo energético do animal, já que a conversão de amônia em ureia custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio (Van Soest, 1994).

De acordo com Hoffman *et al.* (2001), existe uma relação linear entre a quantidade de nitrogênio ingerido e a excreção do mesmo nas fezes e na urina. De acordo com essa afirmativa estão os resultados obtidos nesse estudo, visto que o tratamento sem ureia proporcionou menor excreção de nitrogênio via urina, enquanto os demais tratamentos proporcionaram excreção linear de nitrogênio urinário, de acordo com a inclusão de ureia na dieta.

As menores concentrações de NUP nos animais alimentados com palma sem ureia e naqueles que receberam palma enriquecida com 1% de ureia devem-se ao fato de que a ureia transferida do sangue para o epitélio ruminal é rapidamente degradada pelas bactérias ureolíticas aderidas ao epitélio ruminal. Com isso, ocorre uma diferença de potencial entre o rúmen e a corrente sanguínea, garantindo um gradiente favorável para a transferência, muitas vezes de forma passiva (Van Soest, 1994). Segundo Chizzoti *et al.* (2006), o nitrogênio ureico plasmático possui elevada correlação com os teores de proteína da dieta, justificando-se então o aumento linear nos níveis de inclusão de ureia.

Harmeyer e Martens (1980) descreveram que a concentração do NUP sintetizada no fígado é proporcional à quantidade de amônia produzida no rúmen. Rennó *et al.* (2000) ao avaliarem a concentração de NUP em animais mestiços e zebuínos relataram que esse parâmetro reflete a relação proteína:energia da dieta, bem como a porcentagem de proteína bruta da ração.

Outro ponto relevante na avaliação do NUP diz respeito à intensificação da passagem ou redução de ureia para o rúmen através da urease bacteriana, já que é a concentração de N-NH₃ ruminal que controla indiretamente esse fluxo (Cheng e Wallace, 1979). Portanto a elevada concentração sérica de ureia está relacionada à utilização ineficiente da proteína bruta da dieta (Broderick e Clayton, 1997).

A menor concentração de alantoína verificada nos animais alimentados com palma sem ureia justifica-se pelo fato desses animais receberem uma menor quantidade de nitrogênio dietético. Uma vez que o ácido úrico e a alantoína, referidos como derivados de purina, são produtos do catabolismo proteico e excretados na urina de ruminantes, tendo a alantoína maior representatividade (Tabela 8). De acordo com Chen e Gomes (1992), isso ocorre devido à elevada atividade da enzima xantina oxidase presente nos tecidos e no sangue bovino, que é capaz de converter hipoxantina e xantina em ácido úrico, antes da excreção urinária.

Para a alantoína em relação às purinas totais, Chen e Gomes (1992) reportaram valores entre 80 e 85%, enquanto Vagnoni *et al.* (1997) registraram valor médio de 86,6%. Contudo, neste estudo registrou-se valor médio superior de 92,3%. O percentual de ácido úrico em relação aos derivados de purina, de 9,7%, está de acordo com o verificado por Chizzotti *et al.* (2006) de 9,0 %.

Os animais suplementados com palma sem ureia apresentaram menor produção de derivados de purina e síntese de proteína microbiana. Este resultado provavelmente esteve relacionado ao menor consumo de matéria seca, gerando um perfil de fermentação inadequado. Possivelmente a composição nutricional da dieta propiciou maior relação energia:proteína, que por sua vez pode ter limitado a taxa de degradação da proteína, ocasionando redução na síntese e eficiência da proteína microbiana. Por outro lado, quando a palma forrageira foi enriquecida com mais de 2% de ureia verificou-se redução nas concentrações dos derivados de purinas, nitrogênio microbiano e proteína microbiana, além de redução na eficiência de proteína microbiana. Esse comportamento esteve relacionado ao excesso de amônia ruminal e a falta de energia prontamente disponível no rúmen, já que o ingrediente mais energético das dietas, a palma forrageira, teve sua concentração reduzida com a inclusão da ureia.

Segundo Costa *et al.* (2011), existe uma correlação entre o consumo de nitrogênio e a produção de proteína microbiana, que por sua vez irá influenciar o balanço dos compostos nitrogenados. Essa afirmação se deve ao fato de que o aumento do consumo de nitrogênio irá estimular o fluxo de compostos nitrogenados microbianos para o intestino delgado e que pode ainda ser reflexo da concentração de $N-NH_3$ ruminal. Nocek e Russell (1988), relataram que 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 pelo trato gastrintestinal, menor será utilização de energia para manutenção dos mesmos, proporcionando uma maior eficiência de síntese microbiana.

O nitrogênio metabólico fecal (NMF) estimado neste estudo foi inferior ao reportado por Valadares *et al.* (1997), em novilhos Zebu (5,98g de N/kg MS ingerida). O NMF representa a fração indigestível da proteína endógena perdida nas fezes, o que inclui as perdas enzimáticas e das células epiteliais, células de microrganismos ruminais e intestinais, como resultado da ingestão de alimentos (NRC, 2001).

As perdas urinárias endógenas (NUE) são consideradas menores que as perdas de NMF (Resende *et al.*, 2008). Neste estudo, o valor registrado para NUE (0,265 g de N/kg^{0,75}) foi superior aos reportados por Valadares *et al.* (1997), de 0,220 g de N/kg^{0,75}. De acordo com Benedeti *et al.* (2014), a excreção urinária de nitrogênio aumenta linearmente com a inclusão de ureia nas dietas, esse aumento na perda urinária de nitrogênio com o aumento dos níveis de ureia nas dietas deve-se à rápida hidrólise ruminal do NAR resultando no escape de NAR do rúmen. O NUE, segundo Resende *et al.* (2008) representa a quantidade mínima de N excretada na urina, proveniente da oxidação de aminoácidos e do custo de manutenção associado à reciclagem de N.

5. CONCLUSÕES

Sugere-se que a palma forrageira enriquecida com 1,8% de ureia substitua o suplemento múltiplo tradicional, já que não afeta o consumo de matéria seca e parâmetros fermentativos ruminais, e adicionalmente favorece a síntese de proteína microbiana.

6. REFERÊNCIAS

Benedeti PDB, Paulino PVR, Marcondes MI, Valadares Filho SC, Martins TS, Lisboa EF, Silva LHP, Teixeira CRV, Duarte Ms (2014) Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle. *Livestock Science* 165, 51-60.

- Broderick GA, Clayton MK (1997) A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. *Journal of Dairy Science* 80, 2964-2971.
- Cavalcante MAB, Pereira OG, Valadares Filho SC, Ribeiro KG, Pacheco LBB, Araújo D, Lemos VMC (2006) 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* 35, 203-210.
- Cavalcanti CVA, Ferreira MA, Carvalho MC, Vêras ASC, Silva FM, Lima LE (2008) Palma forrageira enriquecida com uréia em substituição ao feno de capim tifton 85 em rações para vacas da raça Holandesa em lactação. *Revista Brasileira de Zootecnia* 37, 689-693.
- Chen XB, Gomes MJ (1992) Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. International Feed Research Unit, Rowett Research Institute, Bucksburn, Aberdeen, UK.
- Chizzotti ML, Valadares Filho SC, Valadares RFD, Chizzotti FHM, Campos JMS, Marcondes MI, Fonseca MA (2006) Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 35, 1813-1821.
- Costa VAC, Detmann E, Paulino MF, Valadares Filho SC, Henriques LT, Carvalho IPC (2011) Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenados em bovinos em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-protéico e/ou proteína verdadeira. *Revista Brasileira de Zootecnia* 40, 2815-2826.
- Detmann E, Souza MS, Valadares Filho SC, Queiroz AC, Berchielli TT, Saliba EOS, Cabral LS, Pina DS, Ladeira MM, Azevedo JAG (Ed) (2012) 'Métodos para análise de alimentos'. (Minas Gerais: Suprema).

- Fujihara T, Ørskov ER, Reeds PJ, Kyle DJ (1987) The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *Journal of Agricultural Science* 109, 7-12.
- Harmeyer J, Mertens, H (1980) Aspects of urea metabolism with reference to the goat. *Journal of Dairy Science* 63, 1707-1728.
- Hoffman PC, Esser NM, Bauman LM, Denzine SL, Engstrom M, Chester-Jones H (2001) Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. *Journal of Dairy Science* 84, 843-847.
- National Research Council (2001) Nutrient requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press.
- Nocek JE, Russel JB (1988) Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *Journal of Dairy Science* 71, 2070-2107.
- Paulino MF, Figueiredo DM, Moraes EHBK, Porto MO, Sales MFL, Acedo TS, Villela SDJ, Valadares Filho SC (2004) Suplementação de bovinos em pastagens: uma visão sistêmica In 'Simpósio de Produção de Gado de Corte' pp 93-139. (SIMCORTE, UFV, Viçosa).
- Queiroz MFS, Berchielli TT, Signoretti RD, Ribeiro AF, Morais JAS (2012) Metabolism and ruminal parameters of Holstein × Gir heifers fed sugarcane and increasing levels of crude protein. *Revista Brasileira de Zootecnia* 41, 2101-2109.
- Rennó LN, Valadares RFD, Leão MI, Valadares Filho SC, Silva JFC, Cecon PR, Dias HLC, Costa MAL, Oliveira RV (2000) Estimativa da produção de proteína microbiana em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia* 29, 1223-1234.
- Santos AS, Campos JMS, Valadares Filho SC, Oliveira AS, Souza SM, Santiago AMF (2010) Balanço de nitrogênio em fêmeas leiteiras em confinamento alimentadas com concentrado à base de farelo de soja ou farelo de algodão. *Revista Brasileira de Zootecnia* 39, 1135-1140.

Vagnoni DB, Broderick GA, Clayton MK, Hatfield RD (1997) Excretion of purine derivatives by holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *Journal of Dairy Science* 80, 1695-1702.

Valadares RFD, Gonçalves LC, Rodrigues NM, Valadares Filho SC, Silva JFC (1997) Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumos, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. *Revista Brasileira de Zootecnia* 26, 1259-1263.

Van Soest PJ (1994) *Nutritional ecology of the ruminant* (Cornell University Press).

Verbic J, Chen XB, Macleod NA, Ørskov ER (1990) Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. *Journal Agriculture Science* 114, 243-248.

Villela SDJ, Paulino MF, Valadares Filho SC, Detmann E, Figueiredo DM, Andrade VR (2011) Suplementação para bovinos em pastejo no período das águas: consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 12, 416-428.

Zervoudakis JT, Paulino MF, Detmann E, Cabral LS, Valadares Filho SC, Moraes EHBK, Paula NF, Carvalho DMG (2008) Suplementos múltiplos de autocontrole de consumo para recria de novilhos no período das águas: consumo de nutrientes e parâmetros ingestivos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal* 9, 754-761.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização de alimentos tradicionais na alimentação de ruminantes eleva o valor dos custos de produção, por isso, a busca e utilização de fontes alternativas se tornam necessária.

Diante dos resultados encontrados para consumo, digestibilidade, taxa de passagem, eficiência de síntese microbiana e fermentação ruminal, a palma forrageira enriquecida com ureia pode substituir suplementos múltiplos tradicionais, diminuindo assim o custo de produção, principalmente nos animais em crescimento.

A utilização da palma forrageira enriquecida com ureia pode contribuir para o desempenho animal, além do fornecimento de água via alimento, muitas vezes atendendo a maior parte da necessidade hídrica diária dos animais, segundo literatura. Por ser uma forrageira adaptada a região semiárida sua disponibilidade e valor econômico pode ser uma saída viável economicamente para o produtor reduzir os custos com alimentação dos animais em crescimento.

APÊNDICE

Tabela 1. Dados dos consumos dos nutrientes.

Trat	Animal	Peri	CMS(Kg)	CMS(%PV)	CMO(Kg)	CPB(Kg)	CFDN(Kg)	CFDNI
1	2	1	6,41	3,20	5,85	0,72	4,05	3,54
1	3	2	7,38	3,20	6,77	0,83	4,73	4,11
1	4	3	7,14	3,00	6,51	0,86	4,67	4,01
1	1	4	7,21	2,96	6,54	0,87	4,50	3,97
1	5	5	7,78	2,75	7,05	0,96	4,94	4,32
2	4	1	7,19	3,34	5,52	0,38	3,55	3,15
2	1	2	4,70	2,10	4,49	0,25	3,05	2,60
2	5	3	5,23	2,01	5,85	0,41	4,14	3,46
2	2	4	5,83	2,34	5,47	0,36	3,72	3,18
2	3	5	7,13	2,61	6,39	0,40	4,20	3,66
3	1	1	7,63	3,62	5,76	0,60	3,73	3,36
3	5	2	6,79	2,70	6,40	0,62	4,36	3,79
3	2	3	5,11	2,11	5,79	0,62	4,09	3,50
3	3	4	7,56	2,87	6,98	0,70	4,78	4,15
3	4	5	7,36	2,72	6,48	0,64	4,12	3,75
4	5	1	8,52	3,66	6,43	0,84	4,22	3,83
4	2	2	6,17	2,72	5,76	0,71	3,99	3,48
4	3	3	5,43	2,18	5,95	0,83	4,25	3,67
4	4	4	6,91	2,67	6,32	0,85	4,33	3,83
4	1	5	7,25	2,79	6,32	0,81	4,08	3,74
5	3	1	7,14	3,40	5,36	0,86	3,55	3,26
5	4	2	5,94	2,59	5,50	0,88	3,85	3,41
5	1	3	4,97	2,20	5,39	0,94	3,89	3,41
5	5	4	7,53	2,77	6,81	1,13	4,70	4,22
5	2	5	7,41	2,90	6,43	1,02	4,25	3,90

Continua...

Tabela 2. Dados das digestibilidades totais dos nutrientes.

Trat	Animal	Peri	MS	MO	FDN	PB
1	2	1	62,57	58,49	52,83	71,80
1	3	2	61,45	62,08	55,04	75,37
1	4	3	66,11	66,25	65,28	77,06
1	1	4	60,01	60,74	54,48	71,31
1	5	5	64,61	64,97	58,59	76,54
2	4	1	68,01	63,85	56,11	58,21
2	1	2	61,56	63,35	47,76	57,39
2	5	3	51,13	61,77	56,90	54,86
2	2	4	57,12	60,06	54,74	52,77
2	3	5	64,52	64,96	61,76	51,22
3	1	1	70,91	66,24	59,90	72,47
3	5	2	63,11	65,49	63,74	67,52
3	2	3	66,20	64,16	57,95	68,96
3	3	4	66,93	69,13	64,10	73,11
3	4	5	65,20	65,57	59,77	67,16
4	5	1	71,27	66,18	59,80	77,47
4	2	2	60,91	62,81	59,90	72,80
4	3	3	64,40	63,62	59,15	75,37
4	4	4	64,53	66,42	61,08	76,28
4	1	5	65,37	65,03	59,77	74,56
5	3	1	66,37	60,71	59,43	77,66
5	4	2	67,69	63,56	59,85	81,33
5	1	3	66,27	63,16	57,89	80,41
5	5	4	62,34	63,33	60,40	80,35
5	2	5	63,15	62,79	56,75	78,11

Tabela 3. Dados da digestibilidade ruminal do nutrientes.

Trat	Animal	Peri	MS	MO	FDN	PB
1	2	1	2,11	8,25	25,11	29,87
1	3	2	19,88	28,12	44,80	48,99
1	4	3	6,39	17,66	40,98	42,07
1	1	4	11,78	23,42	40,32	41,97
1	5	5	18,76	29,91	43,96	47,28
2	4	1	24,34	24,23	41,92	4,82
2	1	2	3,25	17,64	27,64	0,70
2	5	3	2,19	38,16	46,22	7,25
2	2	4	3,71	19,36	35,73	11,94
2	3	5	11,16	25,07	52,43	2,95
3	1	1	33,05	36,03	47,19	35,62
3	5	2	7,18	26,54	45,51	26,85
3	2	3	32,97	36,13	45,46	44,23
3	3	4	13,50	29,13	53,00	34,73
3	4	5	16,95	28,81	50,23	21,65
4	5	1	32,90	35,03	50,83	46,56
4	2	2	26,96	36,57	45,37	54,70
4	3	3	4,05	15,01	35,44	37,12
4	4	4	16,85	28,33	43,82	48,45
4	1	5	18,10	30,92	51,69	41,49
5	3	1	23,47	20,81	43,97	47,25
5	4	2	40,46	37,31	51,69	66,62
5	1	3	14,44	19,14	41,50	53,46
5	5	4	23,74	36,73	48,18	61,12
5	2	5	25,44	33,94	51,23	53,10

Tabela 4. Dados da digestibilidade intestinal dos nutrientes.

Trat	Animal	Peri	MS	MO	FDN	PB
1	2	1	61,76	54,75	37,02	59,79
1	3	2	51,88	47,24	18,55	51,71
1	4	3	63,80	59,01	41,17	60,41
1	1	4	54,67	48,73	23,73	50,56
1	5	5	56,43	50,02	26,11	55,50
2	4	1	57,72	52,29	24,43	56,09
2	1	2	60,26	55,50	27,80	57,09
2	5	3	50,03	38,18	19,85	51,33
2	2	4	55,47	50,48	29,58	46,37
2	3	5	60,06	53,24	19,61	49,74
3	1	1	56,55	47,23	24,07	57,24
3	5	2	60,25	53,02	33,46	55,59
3	2	3	49,57	43,89	22,91	44,34
3	3	4	61,77	56,44	23,62	58,80
3	4	5	58,10	51,63	19,16	58,08
4	5	1	57,19	47,94	18,24	57,84
4	2	2	46,48	41,37	26,61	39,94
4	3	3	62,90	57,19	36,72	60,83
4	4	4	57,34	53,14	30,72	53,99
4	1	5	57,72	49,38	16,74	56,51
5	3	1	56,06	50,39	27,59	57,65
5	4	2	45,73	41,88	16,89	44,07
5	1	3	60,57	54,44	28,01	57,91
5	5	4	50,62	42,04	23,58	49,47
5	2	5	50,58	43,67	11,32	53,32

Tabela 5. Dados das taxas de dinâmica ruminal.

Trat	Animal	Peri	pool MS	pool fdn	kp	kd	pool fdni	kpi
1	2	1	3,2824	2,1042	0,0600	0,0201	1,2904	0,0379
1	3	2	4,2147	2,9657	0,0367	0,0298	1,6046	0,0414
1	4	3	3,7959	2,5177	0,0456	0,0317	1,6281	0,0395
1	1	4	3,4718	2,3767	0,0471	0,0318	1,2158	0,0469
1	5	5	4,1624	2,9334	0,0393	0,0309	1,9156	0,0297
2	4	1	3,3123	2,1691	0,0397	0,0286	1,3528	0,0273
2	1	2	3,4074	2,2904	0,0402	0,0153	1,2456	0,0314
2	5	3	4,3334	2,9836	0,0311	0,0267	1,7426	0,0314
2	2	4	5,0153	3,5487	0,0280	0,0156	1,6136	0,0269
2	3	5	3,5955	2,3914	0,0348	0,0384	1,5633	0,0300
3	1	1	2,9825	1,8884	0,0435	0,0389	1,1600	0,0329
3	5	2	5,2627	3,4406	0,0288	0,0240	2,1550	0,0270
3	2	3	4,7234	3,4026	0,0273	0,0228	1,9330	0,0286
3	3	4	4,1994	2,8979	0,0323	0,0364	1,5027	0,0380
3	4	5	3,7439	2,4991	0,0342	0,0345	1,4082	0,0326
4	5	1	3,9340	2,6126	0,0331	0,0342	1,5832	0,0279
4	2	2	3,5283	2,4182	0,0375	0,0312	1,4546	0,0374
4	3	3	3,6909	2,5637	0,0446	0,0245	1,5936	0,0356
4	4	4	4,3961	2,8604	0,0355	0,0277	1,6685	0,0309
4	1	5	3,9933	2,7032	0,0303	0,0325	1,5235	0,0290
5	3	1	3,5909	2,4118	0,0393	0,0221	1,4814	0,0354
5	4	2	3,1453	2,1316	0,0364	0,0389	1,3415	0,0390
5	1	3	3,1301	2,1082	0,0450	0,0319	1,3014	0,0403
5	5	4	4,0241	2,6821	0,0379	0,0352	1,7230	0,0327
5	2	5	3,5534	2,3643	0,0366	0,0384	1,4027	0,0345

Tabela 6. Dados dos parâmetros ruminais.

Trat	Per	Rep	Tempo	NH3	pH
1	1	2	0	15,0	6,7
1	2	3	0	12,8	6,6
1	3	4	0	7,3	6,8
1	4	1	0	1,7	6,7
1	5	5	0	15,4	6,3
1	1	2	2	20,6	6,7
1	2	3	2	48,4	6,5
1	3	4	2	28,3	6,6
1	4	1	2	28,3	6,6
1	5	5	2	21,8	6,3
1	1	2	4	7,3	6,5
1	2	3	4	29,1	6,3
1	3	4	4	18,8	6,3
1	4	1	4	11,1	6,3
1	5	5	4	21,8	6,6
1	1	2	6	0,0	6,5
1	2	3	6	21,4	6,4
1	3	4	6	14,6	6,8
1	4	1	6	12,8	6,2
1	5	5	6	17,6	6,2
2	1	4	0	0,4	6,9
2	2	1	0	0,4	7,1
2	3	5	0	3,4	6,9
2	4	2	0	0,0	6,8

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

2	5	3	0	0,9	6,6
2	1	4	2	1,7	6,5
2	2	1	2	1,3	6,9
2	3	5	2	2,1	6,4
2	4	2	2	0,0	6,7
2	5	3	2	6,4	6,2
2	1	4	4	2,6	6,5
2	2	1	4	17,6	6,5
2	3	5	4	2,1	6,2
2	4	2	4	0,0	6,6
2	5	3	4	3,9	6,3
2	1	4	6	0,0	6,4
2	2	1	6	1,7	6,9
2	3	5	6	0,0	6,6
2	4	2	6	0,0	6,8
2	5	3	6	9,9	6,2
3	1	1	0	1,7	6,9
3	2	5	0	2,1	6,7
3	3	2	0	6,4	6,9
3	4	3	0	2,1	6,7
3	5	4	0	6,4	6,6
3	1	1	2	16,3	6,4
3	2	5	2	18,8	6,7
3	3	2	2	9,4	6,7
3	4	3	2	9,0	6,6
3	5	4	2	25,7	6,6
3	1	1	4	0,9	6,3

Continua...

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

3	2	5	4	7,3	6,7
3	3	2	4	6,9	6,4
3	4	3	4	6,0	6,3
3	5	4	4	8,6	6,4
3	1	1	6	1,3	6,2
3	2	5	6	4,3	6,7
3	3	2	6	5,1	6,9
3	4	3	6	10,7	6,5
3	5	4	6	0,0	6,5
4	1	5	0	5,6	6,8
4	2	2	0	10,3	6,9
4	3	3	0	17,1	6,8
4	4	4	0	0,0	6,9
4	5	1	0	1,7	6,6
4	1	5	2	15,4	6,6
4	2	2	2	12,8	6,7
4	3	3	2	20,6	6,5
4	4	4	2	29,1	6,6
4	5	1	2	20,1	6,4
4	1	5	4	18,0	6,4
4	2	2	4	29,6	6,8
4	3	3	4	27,0	6
4	4	4	4	18,8	6,6
4	5	1	4	23,6	5,9
4	1	5	6	0,0	6,4
4	2	2	6	4,7	6,6
4	3	3	6	15,4	6,5

Continua...

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

4	4	4	6	16,7	6,7
4	5	1	6	13,7	6,3
5	1	3	0	13,7	7
5	2	4	0	9,0	6,8
5	3	1	0	5,6	6,9
5	4	5	0	7,7	6,7
5	5	2	0	7,3	6,5
5	1	3	2	15,4	6,7
5	2	4	2	20,6	6,6
5	3	1	2	28,3	6,5
5	4	5	2	25,7	6,5
5	5	2	2	30,8	6,7
5	1	3	4	32,6	6,5
5	2	4	4	12,0	6,5
5	3	1	4	26,6	6,5
5	4	5	4	21,0	6,4
5	5	2	4	15,0	6,6
5	1	3	6	0,0	6,3
5	2	4	6	6,0	6,5
5	3	1	6	41,1	6,7
5	4	5	6	26,1	6,6
5	5	2	6	12,4	6,5

Continua...

Tabela 7. Dados dos ácidos graxos voláteis.

Trat	Hora	Rep	Per	AC	PROP	BUT	ACPROP
1	0	1	4	51,18	11,42	4,92	4,48
1	2	1	4	45,39	13,49	5,31	3,37
1	4	1	4	43,45	11,79	4,94	3,68
1	6	1	4	57,10	13,98	5,60	4,08
1	0	2	1	52,14	12,46	3,95	4,18
1	2	2	1	85,82	19,21	9,97	4,47
1	4	2	1	53,20	14,57	5,54	3,65
1	6	2	1	76,65	17,18	7,46	4,46
1	0	3	2	60,66	14,21	5,54	4,27
1	2	3	2	71,33	16,88	7,83	4,22
1	4	3	2	67,01	15,81	8,47	4,24
1	6	3	2	79,50	18,44	8,40	4,31
1	0	4	3	51,95	11,86	5,10	4,38
1	2	4	3	44,90	11,10	5,43	4,05
1	4	4	3	60,19	14,88	7,55	4,05
1	6	4	3	60,23	14,02	6,95	4,30
1	0	5	5	84,74	20,50	9,20	4,13
1	2	5	5	80,10	21,06	7,84	3,80
1	4	5	5	78,18	18,32	6,65	4,27
1	6	5	5	58,36	21,56	15,44	2,71
2	0	1	2	83,54	16,09	6,58	5,19
2	2	1	2	51,85	9,98	4,84	5,19
2	4	1	2	110,55	25,64	14,18	4,31
2	6	1	2	23,45	5,59	1,89	4,20
2	0	2	4	50,43	12,05	3,83	4,18

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

2	2	2	4	52,56	11,35	5,23	4,63
2	4	2	4	35,80	8,63	5,28	4,15
2	6	2	4	83,43	17,39	7,94	4,80
2	0	3	5	60,43	8,45	5,91	7,15
2	2	3	5	80,89	20,38	9,55	3,97
2	4	3	5	84,60	21,42	8,76	3,95
2	6	3	5	72,96	16,12	7,44	4,52
2	0	4	1	60,76	13,30	5,53	4,57
2	2	4	1	85,40	24,21	9,93	3,53
2	4	4	1	63,77	17,69	10,50	3,61
2	6	4	1	90,54	23,76	11,12	3,81
2	0	5	3	56,67	10,85	3,97	5,22
2	2	5	3	57,09	15,96	6,51	3,58
2	4	5	3	87,16	21,31	9,00	4,09
2	6	5	3	59,52	15,02	6,67	3,96
3	0	1	1	60,98	19,71	4,56	3,09
3	2	1	1	85,70	22,41	8,55	3,82
3	4	1	1	53,20	14,57	5,54	3,65
3	6	1	1	58,93	15,20	6,24	3,88
3	0	2	3	55,19	10,24	4,09	5,39
3	2	2	3	54,14	10,99	4,87	4,93
3	4	2	3	71,38	15,14	5,56	4,71
3	6	2	3	57,35	13,51	6,00	4,25
3	0	3	4	71,93	17,66	6,76	4,07
3	2	3	4	52,22	11,68	5,59	4,47
3	4	3	4	53,63	12,11	6,51	4,43
3	6	3	4	79,51	18,21	9,27	4,37
3	0	4	5	75,07	12,50	7,65	6,01

Continua...

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

3	2	4	5	80,10	21,06	7,84	3,80
3	4	4	5	84,60	21,42	8,76	3,95
3	6	4	5	58,51	15,67	6,37	3,73
3	0	5	2	55,95	12,16	4,30	4,60
3	2	5	2	80,03	21,12	6,78	3,79
3	4	5	2	88,08	22,51	7,79	3,91
3	6	5	2	81,03	21,53	7,57	3,76
4	0	1	5	64,99	8,35	6,24	7,78
4	2	1	5	64,63	9,15	6,24	7,07
4	4	1	5	95,24	26,10	10,82	3,65
4	6	1	5	100,33	23,33	10,32	4,30
4	0	2	2	57,72	12,80	5,08	4,51
4	2	2	2	63,99	14,69	6,12	4,36
4	4	2	2	71,38	16,29	6,86	4,38
4	6	2	2	97,27	21,15	8,20	4,60
4	0	3	3	66,13	14,39	5,54	4,60
4	2	3	3	62,28	13,78	5,94	4,52
4	4	3	3	78,79	18,07	8,75	4,36
4	6	3	3	80,46	18,63	8,69	4,32
4	0	4	4	50,47	10,72	4,90	4,71
4	2	4	4	49,99	13,44	6,03	3,72
4	4	4	4	63,42	13,80	7,67	4,60
4	6	4	4	62,92	14,86	5,85	4,23
4	0	5	1	69,08	15,97	5,53	4,32
4	2	5	1	90,48	25,42	9,25	3,56
4	4	5	1	61,68	16,64	7,18	3,71
4	6	5	1	108,05	25,54	10,87	4,23
5	0	1	3	35,40	9,36	4,47	3,78

Continua...

Costa,C.T.F. Palma forrageira enriquecida com ureia...

5	2	1	3	65,94	15,13	8,11	4,36
5	4	1	3	44,94	10,34	5,57	4,35
5	6	1	3	72,13	16,40	7,99	4,40
5	0	2	5	53,11	12,35	5,73	4,30
5	2	2	5	66,92	14,76	7,05	4,53
5	4	2	5	86,89	18,63	8,78	4,66
5	6	2	5	69,30	12,78	6,47	5,42
5	0	3	1	52,14	12,46	3,95	4,18
5	2	3	1	85,82	19,21	9,97	4,47
5	4	3	1	55,66	10,93	4,09	5,09
5	6	3	1	85,09	22,65	9,09	3,76
5	0	4	2	59,01	12,84	4,83	4,60
5	2	4	2	58,65	14,94	5,78	3,93
5	4	4	2	83,86	23,32	8,40	3,60
5	6	4	2	68,06	15,94	6,51	4,27
5	0	5	4	73,82	9,69	6,38	7,62
5	2	5	4	76,31	19,29	7,37	3,96
5	4	5	4	70,47	18,94	8,04	3,72
5	6	5	4	55,22	11,22	5,34	4,92

Continua...

Tabela 8. Dados do balanço de nitrogênio.

Trat	Animal	Periodo	NING	NFEC	NURI	BN	BNING	NUP
1	2	1	115,19	24,89	28,30	62,00	53,83	19,59
1	3	2	132,12	30,65	26,62	74,85	56,65	23,54
1	4	3	137,02	29,40	22,83	84,79	61,88	24,15
1	1	4	138,43	37,55	39,08	61,79	44,64	16,3
1	5	5	154,22	39,68	28,85	85,69	55,56	16,47
2	4	1	60,10	22,69	9,07	28,33	47,14	7,07
2	1	2	39,26	17,78	6,70	14,78	37,65	6,81
2	5	3	65,51	31,66	10,01	23,85	36,41	13,63
2	2	4	57,20	27,76	13,22	16,22	28,36	6,38
2	3	5	63,99	35,48	9,42	19,10	29,84	7,59
3	1	1	96,04	24,85	26,80	44,40	46,23	9,49
3	5	2	98,97	30,14	29,79	39,04	39,44	17,76
3	2	3	99,68	28,86	13,99	56,84	57,01	18,63
3	3	4	112,49	33,80	29,93	48,77	43,35	11,3
3	4	5	102,20	36,73	24,49	40,98	40,10	13,37
4	5	1	134,44	28,56	33,21	72,67	54,06	19,32
4	2	2	113,14	29,02	53,02	31,10	27,49	13,28
4	3	3	132,04	30,22	53,95	47,87	36,26	21,21
4	4	4	135,38	29,77	40,32	65,30	48,23	18,8
4	1	5	130,15	33,60	76,65	19,90	15,29	15,26
5	3	1	138,14	25,16	91,22	21,76	15,75	19,49
5	4	2	140,07	24,57	49,18	66,32	47,35	19,58
5	1	3	150,19	27,71	73,79	48,69	32,42	25,96
5	5	4	180,81	33,17	65,60	82,04	45,37	24,66
5	2	5	163,55	39,13	106,06	18,36	11,23	22,16

Tabela 9. Dados dos derivados de purina e síntese de proteína microbiana.

Trat	Animal	Periodo	ALA	PT	Pabs	Nmic	Pbmic	Efic.	%ALAPT
1	2	1	100,83	110,40	83,91	61,00	381,28	98,15	91,33
1	3	2	159,61	167,68	139,29	101,27	632,94	132,68	95,19
1	4	3	110,86	117,06	87,87	63,88	399,27	86,96	94,71
1	1	4	140,96	152,24	122,91	89,36	558,50	119,37	92,59
1	5	5	131,03	140,84	108,27	78,72	491,97	94,66	93,04
2	4	1	97,55	103,92	77,26	56,17	351,06	85,80	93,86
2	1	2	98,21	103,46	77,06	56,03	350,18	83,37	94,92
2	5	3	100,56	108,55	78,22	56,87	355,42	88,38	92,63
2	2	4	99,65	113,59	84,60	61,51	384,44	106,89	87,73
2	3	5	100,00	109,53	79,19	57,58	359,85	90,61	91,30
3	1	1	125,51	134,08	107,84	78,41	490,05	112,50	93,61
3	5	2	120,45	125,63	96,30	70,02	437,60	101,10	95,88
3	2	3	112,48	122,60	94,21	68,50	428,10	107,95	91,74
3	3	4	110,16	119,13	88,71	64,50	403,10	80,57	92,47
3	4	5	120,20	127,95	96,53	70,18	438,63	85,33	93,94
4	5	1	119,04	127,06	98,41	71,55	447,18	105,16	93,69
4	2	2	100,18	115,08	87,29	63,47	396,66	128,63	87,05
4	3	3	121,69	131,28	101,61	73,88	461,73	106,15	92,70
4	4	4	128,07	136,48	106,31	77,29	483,07	97,13	93,84
4	1	5	130,27	146,25	115,41	83,91	524,43	94,20	89,08
5	3	1	100,35	113,68	86,93	63,20	395,00	92,86	88,27
5	4	2	101,73	108,26	80,81	58,75	367,22	86,49	93,97
5	1	3	109,98	122,28	94,41	68,64	428,99	85,67	89,94
5	5	4	123,05	135,04	103,78	75,46	471,60	87,46	91,12
5	2	5	124,06	137,29	107,04	77,82	486,39	103,34	90,36