ANA PAULA GONÇALVES

**Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-
energéticos fornecidos a bovinos recebendo
forragens de baixa qualidade**

Pirassununga

2006

ANA PAULA GONÇALVES

Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Departamento:

Nutrição e Produção Animal

Área de concentração:

Nutrição Animal

Orientador:

Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues

Pirassununga

2006

Autorizo a reprodução parcial ou total desta obra, para fins acadêmicos, desde que citada a fonte.

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO-NA-PUBLICAÇÃO

(Biblioteca Virgínie Buff D'Ápice da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo)

T.1713
FMVZ

Gonçalves, Ana Paula

Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade / Ana Paula Gonçalves.- Pirassununga: A. P. Gonçalves, 2006.
82 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade de São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. Departamento de Nutrição e Produção Animal, 2006.

Programa de Pós-graduação: Nutrição Animal.

Área de concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Henrique Mazza Rodrigues.

1. Fermentação ruminal. 2. Nitrogênio não-protéico. 3. Proteína.
4. Ruminantes. 5. Uréia encapsulada. I. Título.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia

Comissão de Bioética

PARECER

Interessado: Ana Paula Gonçalves

Assunto: Protocolo de experimentação adotado em experimento animal.

A Comissão de Bioética da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, após analisar o projeto sob o número 888/2006, intitulado: "Uso de uréia de liberação lenta (Optigem 1200) em suplementos protéicos energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragem de baixa qualidade", utilizando 08 (oito) bovinos, sob responsabilidade do Prof. Dr. Paulo Henrique Mazza Rodrigues constatou que o mesmo foi realizado de acordo com os princípios de bioética, adotados por esta Comissão.

São Paulo, 22 de maio de 2006

Prof. Dr. José Luis Bernardino Merusse

Presidente da Comissão de Bioética

FMVZ/USP

FOLHA DE AVALIAÇÃO

Nome: GONÇALVES, Ana Paula

Título: Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Medicina Veterinária

Data: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Prof. _____ Instituição: _____

Assinatura: _____ Julgamento: _____

Durante este trabalho...

As dificuldades não foram poucas...

Os desafios foram muitos...

Os obstáculos, muitas vezes, pareciam intransponíveis.

Muitas vezes nos sentimos só, e, assim, o estivemos...

O desânimo quis contagiar, porém, a garra e a tenacidade foram mais fortes, sobrepondo esse sentimento, fazendo-nos seguir a caminhada, apesar da sinuosidade do caminho.

Agora, ao olharmos para trás, a sensação do dever cumprido se faz presente e podemos constatar que as noites de sono perdidas, as viagens e visitas realizadas; o cansaço dos encontros, os longos tempos de leitura, digitação, discussão; a ansiedade em querer fazer e a angústia de muitas vezes não o conseguir, por problemas estruturais; não foram em vão.

Aqui estamos, como sobreviventes de uma longa batalha, porém, muito mais fortes e hábeis, com coragem suficiente para mudar a nossa postura, apesar de todos os percalços...

Como dizia *Antoine Saint Exupéry* em sua obra prima "*O Pequeno Príncipe*":

"Foi o tempo que perdeste com a tua rosa, que fez a tua rosa tão importante."

A Deus, centro inefável para quem se direcionam e se fundem todas as ciências, artes e verdades superiores. Ser supremo que é a primeira e a última palavra das coisas presentes ou passadas, próximas ou longínquas; causa única de todas as coisas, a união absoluta do bem em que a alma humana acha sua razão de ser e a fonte inesgotável de suas forças e de suas inspirações. Afinal, não existe um construtor mais perfeito que Ele e que seu único filho, Jesus Cristo. Nada nos é possível se não for de sua vontade.

Dedico, ofereço e agradeço eternamente!

À minha amada mamãe, minha melhor amiga, que me ensinou a amar e respeitar os animais e as pessoas de uma forma tão intensa, uma protetora solitária que sofre com cada animal de rua, porém não fecha os olhos diante da realidade, uma ativista de fé, uma mulher lutadora e maravilhosa...

Ao eu amado papai, meu melhor amigo, que sempre me ensinou a lutar com muita fé em Deus, humildade, honestidade, garra e determinação pelos meus sonhos. Um idealizador, um homem guerreiro, incrível e que não desiste jamais...

À minha querida e amada irmãzinha, que me ensinou a amar vida e a liberdade em todas as suas expressões, pela amizade, por sua admiração por mim e confiança depositada nos meus sonhos. Menina que com um sorriso é capaz de iluminar uma vida, linda e capaz...

Às minhas maiores alegrias, meus animaizinhos: Shadow, Joe, Theo, Mel, Maggie, Belinha, Misty, Freddy (in memorian), Jeannie (in memorian), Kika (in memorian), Pedrinho (in memorian), Clarinha (in memorian) e Shang (in memorian). Vocês com sua ternura, amor, humildade, inocência e constante alegria me tornaram uma pessoa muito melhor, muito mais feliz e humana.

Ao Marcelo, meu amor, meu amigo, meu verdadeiro orientador, por ter acreditado em mim no primeiro momento, por nossos momentos, pela paciência, pelas suas orientações e ensinamentos e, principalmente, pelo seu imenso amor por mim. Homem de uma mente brilhante...

Aos meus amados avós, tias, tios e primos pelo grande amor, amizade, incentivo e pelas orações.

E a memória dos meus amados e saudosos avós: Antônio, Manoel e Olívia. Tenho certeza que, com vocês aqui, tudo seria muito melhor.

Dedico, ofereço e agradeço sinceramente!

Ao Doutor João José Assumpção de Abreu Demarchi, meu orientador de coração e grande amigo, por seu carinho, pelos conselhos e compreensão em todos os momentos, pela confiança depositada em mim, pela oportunidade concedida e pelos preciosos ensinamentos.

Ao meu orientador Professor Doutor Paulo Henrique Mazza Rodrigues, pela orientação, paciência, amizade e pelos ensinamentos.

Ao Professor Doutor Paulo Roberto Leme que me recebeu de braços abertos e repletos de compreensão, amizade e carinho quando eu mais precisei. Seus ensinamentos e a sua amizade são uma das maiores conquistas deste mestrado.

À Fernanda Altieri Ferreira, amiga e irmã de coração, por tudo o que me ensinou e realizou nesse trabalho e pela amizade sincera.

Ao Rodrigo Gomes da Costa, meu grande amigo, pela inestimável *dedicação e doação dispensadas para a elaboração dessa dissertação.*

Dedico e agradeço!

AGRADECIMENTOS

Há, na história de todos nós, a presença constante de educadores que foram, são e serão nossos marcos mais significativos de referência.

Quando a Bíblia fala em anjos, não sei se está se referindo àqueles seres diáfanos, alados, imateriais, ou a essas criaturas divinas e tão humanas que mudam o curso de nossas existências.

Fui maravilhosamente agraciada com a presença de alguns deles, representados, todos, pelo grupo que segue.

Aos meus queridos e amados animais de experimento, Atômico, Décimo, Asteróide, Aspudo, Atuoso, Aveludado, Atracado, Asiático, Áspero sem vocês este trabalho não teria sido completo e tampouco prazeroso,

A todos os docentes do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP), do Departamento de Zootecnia (ZAZ) e ao Professor Wilson Mattos (ESALQ),

À Capes e a Pró-Reitoria de Pós-graduação da USP, pela concessão da bolsa de estudos,

À Alltech do Brasil pela concessão do produto avaliado no presente trabalho, pela confiança depositada em mim e por toda a ajuda concedida para a realização deste,

A todos os funcionários do VNP (bandejão, limpeza, alojamento, biblioteca, xérox e segurança) e em especial à Cris (irmã de coração), Alessandra, Lúcia, Zequinha e Junior, que tanto nos ajudaram com dedicação, amizade, respeito e compreensão,

Às funcionárias da Pós-graduação da FMVZ-USP, em especial, Rose, pela ajuda na conquista do formulário da comissão de bioética, pela atenção e compreensão e a Elza, pela correção desta dissertação,

À Paula Marques Meyer, pela correção da minha tese,

À equipe de laboratório de bromatologia do VNP: Ari, pelos ensinamentos e atenção dispensados a mim e ao presente trabalho, e, em especial, ao Gilson, Bel e Simi (irmã de coração), pelos ensinamentos, pela ajuda nas análises e pela amizade constituída,

Ao Professor Aníbal de Sant'Anna Moretti e ao seu orientado de mestrado e meu amigo Abrão, por terem sido anjos divinos providenciais em minha vida quando tudo parecia perdido,

À Professora Maria de Fátima Martins, por seu gesto humano, de carinho, confiança e reconsideração a minha situação,

A todos os funcionários do Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (bandeirão, limpeza, dormitório, casa de ração, marcenaria, serralheria, administrativo, biblioteca, xérox e segurança) e em especial à Cida Menalli (minha mãezinha do IZ), Seu Zé Mineiro (meu verdadeiro orientador e amigo), Denga, Edgard, Wagner, Zenaíde, Carmem, Neuza, Nivaldo, Elizabete, Muzambinho, D. Olinda, D. Antônia, Dr. Guilherme Fernando Alleoni, Dr. Romeu Fernandes Nardon, que tanto nos ajudaram com dedicação, amizade, respeito e compreensão,

A todos os funcionários do Pólo Regional Extremo Oeste de Andradina (limpeza, casa de ração e moagem, marcenaria, serralheria, estagiários e administrativo) e em especial à Cássia (minha mãezinha de Andradina, que me alimentou e me deu tanto carinho), Antonio Jurado de Almeida (pela grande ajuda e amizade), Celso Manoel dos Santos (pela grande ajuda pela amizade e carinho), Delso Rodrigues Alves, Hélio Palomares, Joaquim Fernandes, Jomar Pinheiro Chagas, José Francisco Ramos, Lourival Vicente Ferreira, Natanael Alves Ferreira, Nelson Araújo Lima, Raimundo Ferreira da Silva, Valdomiro da Silva Gouveia, Aldemir da Silva Gouveia, Adércio Palomares (Neim, meu querido amigo), Antônio Gimenes (pela imensa ajuda e pela amizade), Geremias dos Santos Oliveira, José Carlos M. Rasteiro, José Maria Michailuc (pela grande ajuda, amizade, pelos toques e por nossos bate-papos sempre muito engraçados), Maria Ribeiro dos Santos (minha irmãzinha de coração), Sebastião Sergio Lopes Camargo, Valéria Cristina Lima Claro, Joscelito Vieira, Adilson Marini, Dra. Terezinha Monteiro dos Santos, Dr. Silvio Tavares, Pqs. Gustavo Pavan Mateus, Dr. Ricardo Lopes Dias da Costa (por cuidar da saúde e bem estar dos meus animais), Pqs. Rerison Catarino da Hora (pela amizade) e ao Dr. Alexandre Berndt,

À Ana Louise, Letícia, Fran (pela ajuda, amizade e preocupação comigo), Marco, Adriana, Lílian (com suas surpresinhas sempre repletas de carinho e sabor), Paulo (chileno), Felipe Tonato, Macaco, Bia, Amaury, Estelinha, Bruno, Carol Bacha, Rodrigo (tenente), Rafael, Waleska, Estelona, Luís Felipe, Willian, Zé Ricardo, Josiane, Denise, Marcio, Alinne, amizades especiais semeadas em um convívio de muita alegria, cumplicidade, carinho e companheirismo, e que espero que rendam frutos para sempre,

Aos meus queridos amigos que sempre me apoiaram com muito amor e carinho, pelas orações, e por me amarem tanto: Elena (minha irmãzinha de coração e fé), Sérgio (por suas palavras de fé), Zenny (minha mãezinha de coração e fé), Gerson (grande amigo de fé e coração), Quilma (irmãzinha de fé e coração), Débora (irmãzinha de coração e fé), Seu Toninho (Pai de fé), D. Natércia (minha mãezinha de coração e fé), Cláudia, Luciana, a minha Ba (irmãzinha de fé e coração), D. Nelly (vovó de coração), Marisa, Marta, William, Gabriel, Gionana, Arcendino, Marli, Nazareno (paizinho de coração) Cida, Patty, Si, Hello, Tia Dete (mãezinha de coração), Tio Alberto (paizinho de coração), Seu Gino (vovô de coração), D. Amélia, Tio Paulo, Carla Baroni (irmã de coração), Lourdes, Fatinha (irmãzinha de coração) e seus lindos e carinhosos filhos (Pingo, Pim, e Lucas),

Ao meu querido estagiário e amigo, Rafael Bonatto, que tanto me ajudou e se dedicou com muito carinho e doação para a elaboração desse experimento,

À minha querida amiga Lirís Kindlein, por sua amizade sincera e sempre presente, por seu carinho, preocupação e, por sempre deixar tudo para trás para vir em meu auxílio,

À minha amada fadinha, amiga e irmã de coração, Liana Nogueira de Paula Callegari, pela sua amizade sincera, por seu imenso carinho e preocupação com o meu bem estar, por sua meiguice, generosidade e cumplicidade, marcas tão características e que a tornam muito especial,

À minha amada amiguinha e irmãzinha de coração, Paula Takeara (Paulinha), que é pequenina no tamanho, mas tem um coração imenso que sempre esteve aberto e me aguardando em qualquer momento. Agradeço por ser uma amiga tão especial, meiga, preocupada e presente na minha vida,

À minha querida e amada irmã de fé e de coração, Carolina Fernanda Moysés do Nascimento, minha amiga de tantos anos, de tantas gargalhadas e lágrimas, e de tantas experiências divididas e trocadas; agradeço por sua amizade, companheirismo e cumplicidade constantes, por ter me incentivado e me erguido todas as vezes que me senti derrotada, por suas palhaçadas e gracinhas, e, principalmente, por ter me ensinado a amar a Deus sobre todas as coisas. Eu louvo a Deus pela sua vida e pela vida da sua família que amo e considero como se fosse minha,.

Agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste objetivo, especialmente àquelas que, de uma forma ou de outra, acreditaram ser possível a realização de um mundo melhor, mais justo e humano, com mais igualdade para todos, contribuindo para o alcance da liberdade.

Registro aqui os meus sinceros agradecimentos!

RESUMO

GONÇALVES, A. P. **Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade.** [Slow release urea in proteic-energetic supplements fed to beef cattle receiving low quality forage.]. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

Os efeitos da substituição da uréia tradicional por uréia de liberação lenta (ULL) e de dois níveis de nitrogênio não-protéico (NNP) na fração proteína bruta (PB) em suplementos oferecidos a 0,6% do peso vivo (PV) de novilhos Nelore alimentados *ad libitum* com feno de *Brachiaria brizantha* foram avaliados. Foram utilizados oito animais com 374,40kg ($\pm$ 42Kg) de PV, dotados de cânulas ruminais, em um delineamento Quadrado Latino 4 x 4 replicado, cujos períodos foram compostos por cinco dias de adaptação dos animais às dietas e 7 dias de coletas de amostras. Os suplementos foram confeccionados de forma a conterem 40% (0; 50 ou 100% de uréia de liberação lenta em substituição à uréia tradicional) ou 80% da PB como fonte de NNP (100% de uréia de liberação lenta). Os dados foram analisados utilizando-se contrastes ortogonais para avaliar os efeitos de substituição da uréia tradicional e de percentagem da PB oriunda de fonte de NNP. Quando houve efeitos significativos de substituição da uréia, foi utilizada análise de regressão polinomial. Para o estudo dos parâmetros de fermentação ruminal, foi considerado adicionalmente o delineamento em parcelas sub-divididas, a fim de se avaliar a interação entre tratamentos e tempo de coleta. A substituição da uréia tradicional não teve efeitos sobre o consumo de matéria seca e matéria seca digestível. O aumento na percentagem de NNP na fração proteína bruta dos suplementos diminuiu a digestibilidade da matéria seca e o consumo de matéria seca digestível em percentagem do peso vivo e em gramas por quilo de peso metabólico. A digestibilidade da proteína bruta foi maior, à medida que ULL foi incluída no suplemento, porém nenhum efeito foi verificado sobre a digestibilidade da fibra em detergente ácido (FDA) e neutro (FDN), carboidratos não-fibrosos (CNF) e matéria orgânica (MO). O suplemento com 80% da PB como NNP oriundo de ULL diminuiu a digestibilidade das frações PB, FDA e FDN. A substituição de uréia tradicional por ULL diminuiu linearmente a concentração total de ácidos graxos voláteis no rúmen, mas não afetou as concentrações de ácidos acético, propiônico e butírico, assim como a relação acético:propiônico. O aumento de 40% para 80% da PB como fonte de NNP aumentou a concentração de ácido acético e diminuiu a concentração de ácido butírico, sendo que não foi verificado nenhum efeito sobre as

concentrações de AGVs totais e de ácido propiônico e na relação acético:propiônico. O pH e as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal não foram afetados pela inclusão de ULL ou pelos níveis de NNP do suplemento. A substituição de uréia tradicional por uréia de liberação lenta apresentou poucos efeitos no padrão de fermentação ruminal e na disponibilidade dos nutrientes de dietas à base de forragem de baixa qualidade. O aumento no teor de NNP da PB dietética pode comprometer a disponibilidade de nutrientes de bovinos alimentados com forragens.

Palavras-chave: Fermentação ruminal. Nitrogênio não-protéico. Proteína. Ruminantes. Uréia encapsulada.

ABSTRACT

GONÇALVES, A. P. **Slow-release urea in proteic-energetic supplements fed to beef cattle receiving low quality forage.** [Uso de uréia de liberação lenta em suplementos protéico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade]. 2006. 82 f. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2006.

The effects of traditional urea replacement for slow-release urea (SRU) and of two levels of non-protein nitrogen (NPN) in crude protein (CP) fraction of supplements fed at 0.6% of body weight (BW) to Nellore steers consuming *Brachiaria brizantha* hay (*ad libitum*) were evaluated. Eight animals, with 374,40kg ($\pm$ 42Kg) of BW and fitted with rumen cannulas were used in a replicated 4 x 4 Latin Square design, composed by 5-day adjustment-periods and 12-day sampling periods. Supplements were prepared with the purpose to contain: 40% (0; 50 and 100% of SRU replacing traditional urea) or 80% of CP as a NPN source (100% of SRU). Data were analyzed using orthogonal contrasts in order to evaluate the effects of traditional urea replacement and NPN levels. Polynomial regression was used when effects of urea replacement levels were significant. To ruminal fermentation parameters evaluation, additional split-plot design was considered to assess treatments and time for sampling interaction. Replacement of traditional urea for SRU had no effects on dry matter and digestible dry matter intakes. Increasing NPN percentage of CP fraction decreased dry matter digestibility and digestible dry matter intakes as percentage of BW and in grams per kilogram of metabolic weight (MW). Crude protein digestibility was increased as SRU was included in the supplement, but had no effect on acid (ADF) and neutral detergent fiber (NDF), ether extract (EE), non-fiber carbohydrates (NFC) and organic matter (OM) digestibility. Supplement with 80% of CP as SRU NPN decreased CP, ADF and NDF digestibility. Replacement of urea for SRU decreased linearly ruminal total volatile fatty acids (VFA) concentration, but had no effect on acetic, propionic and butyric acids concentration, as well as acetic to propionic ratio. Increasing 40% to 80% of CP as NPN source increased acetic acid and decreased butyric concentrations. Ruminal pH and ammoniacal nitrogen concentration were not affected by SRU inclusion or NPN levels. Replacement of traditional urea for slow-release urea showed few effects on rumen fermentation patterns and on nutrients availability of low quality forage based diets. Increasing NPN percentage of diet CP fraction may compromise nutrients availability of cattle fed forage.

Key-Words: Encapsulated Urea. Non-Protein Nitrogen. Protein. Ruminal fermentation. Ruminants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Ácidos graxos voláteis totais em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia nos diferentes tempos de colheita _____	55
Figura 2 – Ácidos graxos voláteis totais em função do nível de NNP na PB do suplemento nos diferentes tempos de colheita _____	56
Figura 3 – Proporção molar de ácido acético ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia e do tempo de coleta _____	57
Figura 4 – Proporção molar de ácido acético ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	57
Figura 5 – Proporção molar de ácido propiônico ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia _____	58
Figura 6 – Proporção molar de ácido propiônico ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	59
Figura 7 – Proporção molar de ácido butírico ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia _____	60
Figura 8 – Proporção molar de ácido butírico ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	60
Figura 9 – Relação acético:propiônico (A:P) em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia _____	61
Figure 9 – Acetic to propionic ratio (A:P) related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL) _____	61
Figura 10 – Relação acético: propiônico (A:P) em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	61
Figura 11 – Comportamento do pH ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia _____	63
Figura 12 – Comportamento do pH ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	63
Figura 13 – Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia _____	65
Figura 14 – Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	65
Figura 15 – Concentração de nitrogênio uréico plasmático em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia e do tempo de coleta _____	69
Figura 16 – Concentração nitrogênio uréico plasmático em função do nível de NNP na PB do suplemento _____	70

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos e do feno de <i>Brachiaria brizantha</i> utilizados no experimento_____	41
Tabela 2 - Contrastes ortogonais para efeitos de níveis de ULL e de doses de NNP_____	47
Tabela 3 - Consumo de matéria seca obtido com os tratamentos_____	49
Tabela 4 - Digestibilidade das frações obtidas a partir da MS com os tratamentos_____	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGVs	- ácidos graxos voláteis
CHO	- carboidrato
CMS	- consumo de matéria seca
CNE	- carboidrato não-estrutural
CV	- coeficiente de variação
EB	- energia bruta
EE	- extrato etéreo
ENN	- extrativo não-nitrogenado
FDA	- fibra em detergente ácido
FDN	- fibra em detergente neutro
h	- hora
kg	- quilograma
mg	- miligrama
dL	- decilitro
MM	- matéria mineral
MO	- matéria orgânica
MS	- matéria seca
N	- nitrogênio
nm	- nanômetro
NDT	- nutrientes digestíveis totais
N-NH ₃	- nitrogênio amoniacal
NNP	- nitrogênio não-protéico
PB	- proteína bruta

PDR	- proteína degradável no rúmen
pH	- potencial hidrogeniônico
PNDR	- proteína não-degradável no rúmen
PV	- peso vivo
Trat.	- tratamento
ULL	- uréia de liberação lenta
μL	- microlitro

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	21
2 OBJETIVOS	23
3 REVISÃO DE LITERATURA	24
3.1 EFICIÊNCIA MICROBIANA E FISIOLOGIA RUMINAL	24
3.2 URÉIA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL	35
3.3 URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA	36
4 MATERIAL E MÉTODOS	39
4.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES	39
4.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	39
4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS	42
4.3.2 Digestibilidade in vivo	42
4.3.3 Colheita de Líquido Ruminal	43
4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS	44
4.4.1 Análises Bromatológicas	44
4.4.2 Determinação de Ácidos Graxos Voláteis	44
4.4.3 Determinação do Nitrogênio Amoniacal	45
4.4.4 Colheita de Sangue e Análise Nitrogênio-Uréico no Soro	46
4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	46
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	48
5.1 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE	48
5.2 FERMENTAÇÃO RUMINAL E N URÉICO PLASMÁTICO	54
5.2.1 Determinação dos ácidos Graxos Voláteis	54
5.2.2 pH Ruminal	62
5.2.3 Nitrogênio Amoniacal Ruminal	64
5.2.4 Nitrogênio uréico plasmático	69
REFERÊNCIAS	73

1 INTRODUÇÃO

Atualmente, as principais metas da bovinocultura são aumentar a capacidade de conversão de nutrientes de origem vegetal em proteína animal para consumo humano, reduzir os custos na produção e diminuir a produção de resíduos para o ambiente. Tanto a qualidade como a combinação dos nutrientes da dieta dos animais deve ser capaz de atender às exigências nutricionais dos mesmos. Desta forma, a eficiência de conversão será melhorada e o potencial genético do animal mais bem aproveitado (MANELLA, 2004).

A digestão dos ruminantes envolve constante atividade simbiótica dos microrganismos ruminais com o hospedeiro, que são altamente susceptíveis às alterações do meio, afetando não só a extensão da degradação dos componentes dos alimentos, mas também as quantidades e as proporções dos produtos resultantes da ação destes.

A deficiência de proteína degradável no rúmen (PDR) resulta no baixo teor de nitrogênio amoniacal (N-NH_3), sendo esse o principal fator limitante para digestão da fibra devido à menor atividade bacteriana (SATTER; SLYTER, 1974; HOOVER; STOKES, 1991). Segundo Church (1990), a maioria das bactérias é capaz de usar o N-NH_3 como única fonte de nitrogênio e, portanto, a dieta deve conter concentrações adequadas no rúmen para a ótima atividade microbiana.

A uréia é uma importante fonte de PDR, conhecida como Nitrogênio Não-Protéico (NNP) e a sua alta densidade de equivalente protéico permite redução nos custos de dietas. Entretanto, a sua rápida solubilização implica em perdas de nitrogênio (N) o que causa redução na eficiência microbiana e riscos de intoxicação.

O NNP inclui qualquer componente que contenha N, mas não na forma polipeptídica das proteínas. A uréia é uma fonte de NNP de baixo custo utilizada na alimentação de ruminantes, uma vez que é hidrolisada em nitrogênio amoniacal no rúmen e pode ser

incorporada pelos microorganismos ruminais e transformada em aminoácidos e proteínas bacterianas, que são posteriormente utilizadas pelo animal. O NNP é utilizado nas dietas de bovinos de corte e de leite como alternativa menos onerosa de proteínas pré-formadas de origem vegetal, tais como soja e semente de algodão, ou de origem animal, como farinha de peixe e farinha de sangue.

Um dos fatores a ser considerado na utilização da uréia é que a quantidade que esta pode ser utilizada é limitada, devido à sua rápida hidrólise em nitrogênio amoniacal no rúmen. Se esta hidrólise ocorrer numa velocidade muito maior do que a capacidade de assimilação do nitrogênio amoniacal pelas bactérias ruminais, haverá acúmulo e escape de nitrogênio amoniacal do rúmen (SATTER; ROFFLER, 1975). Portanto, a uréia só pode ser utilizada como fonte de nitrogênio quando houver disponibilidade de um suprimento adequado de carboidrato de fermentação imediata para a síntese de proteína bacteriana.

Nos últimos anos, a busca dos nutricionistas tem sido o controle de liberação do N oriundo da uréia, a fim de permitir maior sincronização com a degradabilidade dos carboidratos, permitindo maior aproveitamento pelas bactérias ruminais. Isto levaria à maior eficiência na síntese e fluxo de proteína microbiana, reduzindo a necessidade de fontes protéicas verdadeiras.

2 OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes teores de NNP bem como o uso de uréia de liberação lenta em diferentes níveis de substituição à uréia tradicional sobre o consumo, a digestibilidade e o padrão de fermentação ruminal em novilhos Nelore alimentados com dieta baseada em forragem de baixa qualidade e suplementação protéico-energética.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Neste item será descrito a revisão de literatura referente ao presente trabalho.

3.1 EFICIÊNCIA MICROBIANA E FISIOLOGIA RUMINAL

A eficiência de síntese de proteína microbiana no rúmen depende dos efeitos da fermentação ruminal sobre a degradação e sincronização dos componentes dos alimentos e sobre a síntese de compostos a serem utilizados pelo hospedeiro através da absorção ruminal e intestinal (HOOVER; STOKES, 1991). Isto determina a melhor ou pior capacidade de conversão do alimento em produto animal (carne e leite).

O valor nutritivo, associado às informações da composição química dos alimentos, também é dado pela disponibilidade dos nutrientes para fermentação microbiana determinando a eficiência da mesma. A eficiência de digestão dos alimentos no rúmen e a capacidade de transformação dos nutrientes em proteína de alta qualidade ocorrem em função da disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen para ótima atividade microbiana (RUSSELL et al., 1992).

A associação entre a composição química e o potencial de degradação dos alimentos vai determinar o maior ou menor crescimento microbiano e produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, que são as principais fontes de proteína e energia para bovinos, respectivamente (CHURCH, 1990).

Nos últimos anos, modelos para estimativas de exigência de proteína são os que mais

vem recebendo alterações. Na edição do National Research Council (NRC, 1984), as exigências eram representadas na forma de proteína bruta (PB). No ano seguinte, foi lançada pela NRC (1985) a edição sobre a Utilização do Nitrogênio em Ruminantes (“Nitrogen Usage in Ruminants”). O nível 2 do sistema de Cornell Net Carbohydrate and Protein System- CNCPS (FOX et al., 2000) integrou as taxas de degradação das diferentes frações de carboidratos e proteína na síntese de proteína microbiana, fermentação ruminal e fluxo de nutrientes para absorção intestinal. A proteína é fracionada em: fração A (fração solúvel-nitrogênio não-protéico, NNP); fração B₁ (fração solúvel rapidamente degradada no rúmen); fração B₂ (fração solúvel, com taxa de degradação intermediária no rúmen); fração B₃ (fração insolúvel lentamente degradada no rúmen); e a fração C (fração que é indigestível durante a sua permanência no trato gastrointestinal). O nível 2 aplicou não só o conceito da proteína metabolizável (proteína microbiana + proteína não-degradável no rúmen) que chega ao duodeno, mas a qualidade desta proteína em função do perfil dos aminoácidos.

Segundo Satter e Slyter (1974), níveis de nitrogênio amoniacal ruminal entre 2 e 5 mg/dl não restringem a digestão da matéria orgânica da dieta. Leng (1990) definiu que, para condições tropicais, o nível mínimo de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal seria de 10 mg/dl.

Chase Jr e Hibberd (1987) observaram valores muito próximos e abaixo do mínimo exigido por Satter e Slyter (1974), trabalhando com animais recebendo forragem com 4,2% de PB. O valor apresentado pelos animais do tratamento controle (sem suplemento) foi de 2,2 mg/dl, enquanto que a inclusão de 1, 2 e 3 kg de milho à dieta como suplemento energético provocou a redução na concentração de nitrogênio amoniacal para 1,12; 0,88 e 0,61 mg/dl, respectivamente (CHASE Jr; HIBBERD 1987). Nesse experimento, os picos de nitrogênio amoniacal ocorreram 3 horas após a alimentação dos animais.

Bactérias celulolíticas usam praticamente apenas nitrogênio amoniacal como fonte de

nitrogênio e sua capacidade fermentativa é consideravelmente menor na ausência de N-NH_3 , uma vez que sua capacidade de usar N na forma de aminoácidos e peptídeos é bastante reduzida. As bactérias amilolíticas crescem mais rapidamente utilizando cerca de 60% de peptídeos e aminoácidos e 34 % de nitrogênio amoniacal como fontes de N para seu crescimento (RUSSELL et al., 1992). Além disso, as bactérias que degradam amido, pectina ou açúcares são capazes de continuar a degradação do substrato mesmo quando N é limitante (TEDESCHI; FOX; RUSSELL, 2000). Para esses autores, as bactérias que degradam fibra não são capazes de degradar substrato quando N é limitante. Esse fenômeno é conhecido como “energy spilling” ou gasto inútil de energia.

Para a otimização da produção de proteína microbiana é necessária a sincronização entre a disponibilidade de energia e compostos nitrogenados no ambiente ruminal (RUSSELL et al, 1992; FIRKINS, 1996). Os microrganismos são dependes do ATP (adenosina tri fosfato) que é a energia proveniente da fermentação dos carboidratos para que ocorra a biosíntese de proteína microbiana. Em contrapartida, os peptídeos e aminoácidos passam a ser utilizados como fontes de energia, ocorrendo acúmulo de nitrogênio amoniacal no meio (RUSSELL et al., 1992). Dessa forma, a concentração de N-NH_3 é dependente da degradabilidade da fonte protéica, da disponibilidade de carboidratos e do equilíbrio entre sua produção e utilização pelos microrganismos (SATTER; ROFFLER, 1979; NOCEK; RUSSELL, 1988).

Os trabalhos realizados nos últimos anos têm demonstrado que a taxa e a quantidade de nutrientes degradados no rúmen podem ter grande impacto nos produtos finais da fermentação ruminal e, conseqüentemente, no desempenho animal. Com isso, nutricionistas buscam balancear dietas que sincronizem a degradação da proteína com a dos carboidratos. Quando a taxa de degradação de proteína exceder a de carboidratos, grandes quantidades de nitrogênio podem ser perdidas na forma de nitrogênio amoniacal. A degradação dos

nutrientes é determinada pela competição entre taxa de degradação e passagem, e o conhecimento de ambas é necessário para estimar as quantidades de energia e de compostos nitrogenados disponíveis no rúmen (RUSSELL et al., 1992).

Bodine, Purvis e Cox (2001a) estudaram o efeito de suplementos a base de grãos e de fibra de alta digestibilidade (casca de soja + farelo de trigo) sobre a concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal de animais recebendo feno com 5,2% de PB. Em geral, os níveis de nitrogênio amoniacal estiveram baixos e os autores não encontraram efeito do tipo de suplemento, embora a suplementação tenha elevado a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen.

Sanson; Clanton e Rush (1990) avaliaram níveis de fornecimento de milho e um suplemento protéico sobre a concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de animais consumindo feno com baixa concentração de PB na matéria seca. O uso do suplemento protéico e também dos dois níveis de milho elevou a concentração de nitrogênio amoniacal em relação à concentração obtida nas amostras de líquido ruminal, colhidas dos animais que não foram suplementados. Ressalta-se que, nesse experimento, as concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de animais suplementados estiveram dentro da amplitude de 2 a 5 mg/dl, fato não observado para os animais não-suplementados. Quando foram avaliadas as concentrações ao longo do tempo, demonstraram-se valores mais elevados, no período de 1 a 7 horas, após a suplementação.

Tedeschi; Fox e Russell (2000) concluíram que a inclusão no modelo CNCPS do balanço de nitrogênio no rúmen melhorou as estimativas para ganho de peso e consumo de matéria seca de bovinos de corte. Dessa forma, é de suma importância à busca por informações sobre as características dos alimentos em diferentes condições alimentares para, assim, estimar com maior precisão o balanço de N ruminal e prever o consumo e o desempenho dos animais.

A cinética de degradação de carboidratos e proteínas varia amplamente de acordo com o alimento, sua composição e arranjo estrutural, além do método de processamento (NRC, 2001). A extensão da degradação protéica no rúmen é determinada pela atividade proteolítica microbiana, taxa de reciclagem no rúmen e oportunidade de acesso do microorganismo ao nutriente, determinada pela permanência do alimento no rúmen (NRC, 1985).

Entretanto, apenas aumentando a suplementação dietética com carboidrato não-estrutural (CNE), não estará garantido o aumento da produção de proteína bacteriana, nem a eficiência da síntese protéica bacteriana ou a utilização melhorada da uréia (STERN; CALSAMIGLIA e ENDRES, 1994). Em contrapartida, concentrações dietéticas maiores de CNE aumentaram a utilização de nitrogênio amoniacal ruminal na síntese de proteínas bacterianas (HOOVES e STOKES, 1991). Esses resultados indicam que o metabolismo microbiano ruminal é complexo e exige maior conhecimento da velocidade e alcance da digestão de carboidratos e do fornecimento de nitrogênio amoniacal, para garantir um crescimento bacteriano eficiente no rúmen.

Detmann et al. (2001) avaliaram a concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal de bovinos recebendo suplementação em pastagens de capim braquiária (*Brachiaria decumbens*) sob lotação contínua e com alta disponibilidade de forragem, sem impedir o pastejo seletivo durante o período das águas. Foram utilizados dois tipos de suplementos, milho + farelo de soja (MFS) e farelo de trigo + farelo de soja (TFS), fornecidos em dois níveis, 1 e 2 kg de suplemento por animal por dia, constituindo em quatro tratamentos (MFS1, MFS2, TFS1 e TFS2), comparados ao grupo controle, sem suplementação. Houve efeito significativo ($P < 0,01$) da concentração de nitrogênio amoniacal para suplemento, tempo e interação tempo x coleta, ao serem avaliados líquidos ruminais coletados às 0, 2, 4 e

6 horas após a suplementação. O uso de TFS2 resultou em níveis mais elevados de nitrogênio amoniacal nos tempos 2, 4 e 6 horas após a suplementação, enquanto MS1 não se diferenciou do controle em todos os tempos avaliados. Os outros tratamentos não diferiram dos demais no tempo 0 e apresentaram valores intermediários às 2, 4 e 6 horas após a suplementação. As concentrações de nitrogênio amoniacal sempre estiveram acima de 5 mg/dl para todos os tratamentos e horários amostrados. Apenas os tratamentos controle e MFS1 não atingiram 10 mg/dl como foi sugerido por Leng (1990). Ressalta-se que os maiores valores foram obtidos pelo uso de 2 kg dia⁻¹ de farelo de trigo + farelo de soja, às 2 horas (20,1 mg/dl) e às 4 horas (22,2 mg/dl) após o fornecimento do suplemento. O grupo controle apresentou concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal variando de 6,6 a 7,8 mg/dl. Detmann et al. (2001) responsabilizaram a maior degradação da proteína do farelo de trigo pela concentração mais elevada de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, principalmente no tratamento com 2 kg de suplemento, que propiciou maior ingestão de PB pelos animais e, conseqüentemente, maior proporção de proteína degradável no rúmen.

Elevação na concentração de nitrogênio amoniacal ruminal foi obtida por Mathis et al. (2000), à medida que se elevou o nível de proteína degradável no rúmen de 0 para 0,124% do PV dos animais, fornecida via suplemento, para novilhos estabulados recebendo feno de capim bermuda (*Cynodon dactylon*) com 8,2% de PB na matéria seca. Del Curto et al. (1990) observaram efeito do nível de proteína no suplemento (sorgo + farelo de soja) sobre a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal às 3, 6 e 9 horas após a suplementação ($P < 0,10$), para animais recebendo feno com concentração de PB semelhante à apresentada pelo volumoso utilizado por Mathis et al. (2000). Entretanto, essas diferenças não ocorreram às 0 e 12 horas após a suplementação.

Segundo Stokes et al. (1991), níveis adequados de proteína degradável e de carboidratos não-estruturais aumentam a eficiência microbiana, melhoram a digestão dos

alimentos, aumentam a produção de ácidos graxos voláteis melhorando, assim, a síntese de proteína microbiana.

A digestão ruminal da fibra depende da manutenção do pH ruminal, a faixa de pH para garantir uma ótima fermentação ruminal da parede celular dos alimentos seria de 6,6 a 7,0. A digestão da fibra é extremamente reduzida quando o pH do fluido ruminal for inferior a 6,2, e mínima, quando os valores apresentados forem inferiores a 6,0 (DIXON; STOCKDALE, 1999). Redução na ingestão de forragem associada ao fornecimento de grãos ricos em amido ocorre em função da redução do pH a valores inferiores a 6,5, ou através do efeito direto do carboidrato sobre a microbiota ruminal (HOOVER, 1986; YOKOYAMA; JONHSON, 1988; CARDOSO, 1996). Analisando o trato digestivo total, dietas com altos níveis de amido degradável no rúmen indicaram redução na digestibilidade dos carboidratos estruturais. No rúmen, a digestão de FDN e FDA reduziu em média 14,1% quando fontes de maior degradabilidade que o amido foram utilizadas (NUSSIO, 1997). Outro efeito marcante do pH na fermentação ruminal seria sobre as perdas de nitrogênio amoniacal, que são mais elevadas quando há condição de acidez ruminal, ocasionadas pela redução na taxa de degradação da fibra (HOOVER, 1986).

Quando a produção de ácidos graxos voláteis é mais rápida que sua absorção, há redução no pH, porém a secreção salivar auxilia a manter o pH (DIXON e STOCKDALE 1999). A quantidade de saliva secretada depende da característica física da forragem, mas varia amplamente entre animais (FRANKLIN; WINCH e MacLEOD, 1981). Forragens imaturas, particularmente as leguminosas, apresentam alguma capacidade tamponante (DIXON e STOCKDALE, 1999).

Vários trabalhos analisaram o efeito do fornecimento de fontes energéticas e protéicas em suplementos para pastagens sobre o pH ruminal. O uso de três fontes de carboidratos (glicose, amido e fibra) em dois níveis (0,15 e 0,30% do PV) associados a dois níveis de

proteína degradável no rúmen (0,031 e 0,122% do PV) influenciou os valores médios de pH ruminal de bovinos recebendo feno de baixo valor nutritivo (5,7% de PB). Várias interações ocorreram, entretanto, os valores apresentados pelos animais suplementados situaram-se entre 6,4 e 6,7, provavelmente, causando efeito mínimo sobre a digestão de fibras (HELDT et al. 1999a). Olson et al. (1999) variaram as quantidades de amido (0; 0,15 e 0,30% do PV) associadas a alterações nas quantidades de proteína degradável no rúmen (0,03; 0,06; 0,09 e 0,12% do PV) e observaram reduções lineares no pH ruminal para os níveis de amido e proteína degradável no rúmen, refletindo em aumento na atividade da fermentação ruminal. Entretanto, em nenhum dos tratamentos propostos o pH observado foi inferior a 6,2, o que evitaria a depressão na digestibilidade da fibra. Houve efeito linear do nível de amido no suplemento sobre a digestão da parede celular. Caton e Dhuyvetter (1997) sugeriram que a depressão do pH ruminal, nem sempre, explica totalmente as reduções na ingestão e digestão, observadas constantemente em dietas de gado de corte à base de forragem e suplementadas com grãos.

Através de processo anaeróbio, microorganismos ruminais fazem a digestão parcial de açúcares liberando ácidos graxos voláteis, que são ácidos orgânicos de cadeia reduzida e voláteis sob alta temperatura (ALLEN, 1997). A temperatura ruminal é insuficiente para permitir a volatilização desses compostos, mantendo todos em solução no líquido ruminal até o momento da absorção.

Os AGVs são absorvidos por difusão através da parede ruminal e participam do metabolismo energético dos animais como principais fontes de energia (VAN SOEST, 1994). São utilizados de diferentes formas após sua absorção. O ácido acético é utilizado em parte como fonte de energia pela parede ruminal e em parte na corrente sanguínea, que segue para o fígado e demais tecidos do organismo, onde é utilizado como fonte de energia ou precursor de gordura (BERGMAN, 1990). O propionato, em grande parte, é levado ao fígado pelos

hepatócitos para atender à gluconeogênese, portanto, é o principal precursor de glucose nos ruminantes (HUNTINGTON; PRIOR, BRITTON, 1981; AMARAL et al., 1990). O ácido butírico é praticamente todo utilizado como fonte de energia para a parede ruminal; apenas 10% do total absorvido chegam até o fígado, onde é utilizado na síntese de ácidos graxos de cadeia longa, corpos cetônicos e CO_2 . A disponibilidade de butirato para os outros tecidos é muito limitada, porém, é utilizado para a síntese de gordura no tecido adiposo e glândula mamária (BERGMAN, 1990).

O aumento na degradação de amido causa aumento na concentração total de ácidos graxos voláteis, de acordo com Chen et al. (1994) e Simas (1995). A floculação estimula o aumento na concentração de AGVs total, principalmente pelo aumento no nível de propionato, reduzindo a proporção acetato: propionato (THEURER; HUBER e DELGADO-ELORDUY, 1996).

Del Curto et al. (1990) avaliaram a suplementação protéica de novilhos consumindo forragem com 8 a 9% de PB na MS, e observaram reduções lineares na relação acetato: propionato de 5,07 para 4,90 e aumento na proporção molar de propionato de 14,75 para 15,05 mol 100 mol⁻¹, quando níveis crescentes de proteína foram adicionados na dieta, através do fornecimento de 0,5% do PV dos animais, em suplementos contendo sorgo processado fisicamente + farelo de soja, com 13, 25 e 39% de PB na MS. A alteração da relação acetato: propionato ocorreu em função do aumento linear do ácido propiônico, uma vez que as proporções molares de ácido acético permaneceram inalteradas com a suplementação.

Hess et al. (1996) compararam duas fontes de energia em suplementos para bovinos de corte em pastejo sobre forragem de bom valor nutricional e não observaram diferenças para as proporções molares de acetato e propionato, para a relação acetato:propionato ou para a concentração total de AGVs. Entretanto, quando os autores compararam o efeito do uso dos

suplementos contra o tratamento sem suplementação, os níveis de acetato foram reduzidos acompanhados de elevação na proporção de propionato, causando redução na relação acetato: propionato, além do aumento na concentração de AGVs total, justificando o melhor desempenho dos animais suplementados comparados ao controle.

Heldt et al. (1999b) observaram incremento na concentração de AGVs totais com o uso de suplementos para animais recebendo feno de gramíneas de baixo valor nutritivo. Houve efeito positivo do nível de proteína degradável no rúmen, que foi justificado pela baixa concentração de PB na matéria seca da forragem, o que limitou a digestão ruminal. Nesse mesmo trabalho, o incremento dos níveis de carboidratos nos suplementos não apresentou resposta positiva, entretanto, diferenças evidentes ocorreram quando as fontes de carboidratos (CHO) foram comparadas. O uso de fontes de fibra de alta qualidade nos suplementos aumentou ligeiramente a concentração total de AGVs, quando comparada à glucose como fonte de CHO. Do mesmo modo, o uso de amido induziu ao aumento na concentração total de AGVs quando comparado aos suplementos com outras fontes de CHO.

Heldt et al. (1999b) observaram reduções nas proporções de acetato, à medida que os níveis de PDR e CHO aumentaram nos suplementos. Houve também redução na proporção molar do acetato quando se utilizou glucose, em vez de fibra de alta qualidade nos suplementos. As proporções de butirato foram elevadas pelo uso de suplementos, principalmente quando o nível de CHO foi elevado. O nível de proteína degradável no rúmen não demonstrou efeito sobre a proporção molar de ácido butírico. Nos suplementos sem a presença de amido, o uso de glucose elevou a proporção de butirato comparado ao suplemento à base de fibra. Da mesma forma, o uso de outras fontes de CHO (glucose ou fibra) demonstrou maiores proporções de butirato quando comparadas ao uso de amido como fonte de CHO nos suplementos. O aumento na proporção de butirato coincidiu com redução

na proporção de acetato, e isso foi consistente com o fato de ambos terem o Acetil-CoA como precursor comum (HELDT et al. 1999a) e a utilização de PDR elevou as proporções de isobutirato, isovalerato e valerato. Köster et al. (1996) também observaram elevações nas proporções de ácidos graxos voláteis de cadeia ramificada com o uso de níveis crescentes de PDR em suplementos. Os níveis de propionato foram elevados quando se comparou o controle contra os suplementados, porém sem efeito do nível de PDR ou do tipo de CHO utilizado nos suplementos (HELDT et al. 1999a).

O uso de níveis crescentes de amido e PDR foram avaliados por Olson et al. (1999) em experimentos utilizando feno de gramíneas de baixo valor nutritivo. Os níveis de amido nos suplementos foram de 0; 0,15 e 0,30% PV e os níveis de PDR foram de 0; 0,03; 0,06; 0,09 e 0,12% do PV. Níveis crescentes de amido provocaram elevação nas proporções de propionato e butirato, acompanhada de redução na proporção de acetato, enquanto que o incremento do nível de PDR causou elevação nas proporções de AGVs de cadeia ramificada. De maneira geral, o uso de suplementos elevou a concentração ruminal de AGVs no líquido ruminal, em relação aos valores observados em animais não-suplementados, demonstrando que a suplementação estimula a atividade de fermentação dos microorganismos ruminais. A concentração de AGVs totais foi elevada quando o nível de PDR nos suplementos foi aumentada, enquanto que a adição de amido aos suplementos não promoveu incrementos na concentração de AGVs totais, demonstrando que o fator limitante na fermentação ruminal de forragens de baixo valor nutritivo é o teor de proteína bruta.

Bodine; Purvis e Cox (2000b) avaliaram o uso de três tipos de suplementos (protéico/energético, energético e protéico) na dieta de bovinos pastejando forragem de médio valor nutritivo (7,36% de PB). Não houve efeito da suplementação sobre a concentração de AGVs totais no rúmen. Entretanto, o uso de milho nos suplementos protéico/energético e energético reduziu a proporção molar de acetato e aumentou a

proporção molar de propionato ($P < 0,05$), resultando na redução da relação acetato:propionato, quando comparado aos tratamentos sem suplemento e com PDR (farelo de soja).

3.2 URÉIA NA ALIMENTAÇÃO ANIMAL

A uréia é a fonte de nitrogênio não-protéica (NNP) mais utilizada na substituição de fontes de proteína verdadeira. Uma vez no rúmen, ela é solubilizada e degradada pela urease microbiana à nitrogênio amoniacal. Na presença de energia disponível, ela será utilizada pelos microorganismos do rúmen para produção de proteína e multiplicação microbiana (RODRIGUES, 2003). Entretanto, a uréia apresenta rápida solubilização, sendo que 30 a 40% do N são perdidos, não acontecendo ótima sincronização.

Zeoula et al. (1999) observaram que fontes de N de alta degradabilidade (uréia e farelo de canola) proporcionaram maiores degradabilidades da MS, da PB e do amido. Esses resultados demonstram que ocorreram condições adequadas para o desenvolvimento dos microorganismos e conseqüente fermentação ruminal.

Queiroz et al. (1998a,b) forneceram suplementos contendo uréia e farelo de algodão como fontes de N, para bovinos que consumiam palhada de milho. Os autores observaram que o suplemento contendo uréia e farelo de algodão proporcionou aumento na concentração de NH_3 e influenciou a taxa de degradação da MS e FDN. Verificou-se que os animais suplementados consumiram mais alimento em relação ao peso vivo (% PV), do que os animais controle (que consumiram somente mistura mineral).

Huber et al (1967), observaram decréscimos que ocorreram quando forneceram de 21 a 23% do N da dieta, enquanto não houve efeito na produção de leite quando a uréia respondeu por 11% do N. As digestibilidades da MS, fibra e extrativo não-nitrogenado não foram alterados com adição de uréia.

Broderick, Craig e Ricker (1993) não observaram alterações na produção de leite quando substituíram fontes de proteína verdadeira por uréia. Entretanto, Santos, Juchem e Imaizumi (2001), ao incluírem 1% em de uréia na dieta total de vacas leiteiras em substituição parcial ao farelo de soja, observaram redução da produção de leite.

Os microorganismos utilizarão corretamente NH_3 quando houver aporte adequado de energia. Portanto, devem-se fornecer fontes (protéicas e energéticas) que tenham sincronia na degradação, pois, caso contrário, além de ocorrerem perdas de nitrogênio amoniacal pelo excesso de sua liberação, a produção microbiana será reduzida e a degradação do alimento diminuirá (RUSSELL et al., 1992). Isto irá acarretar sobrecarga de N-amoniacal no fígado e gasto maior de energia para a excreção da uréia, além de risco de intoxicação (NEWBOLD e RUST, 1992; GABARRA, 2001,). Este processo metabólico é indesejável, pois exige o uso de energia que poderia ser utilizada para a produção microbiana, uma vez que a síntese de uma molécula de uréia apresenta balanço negativo de 1 ATP (BRODY, 1993). Esta uréia permanece na circulação podendo até ser excretada via urina, voltar ao rúmen via saliva ou ser excretada no leite.

3.3 URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA

Nos últimos 30 anos, inúmeras tecnologias foram desenvolvidas para sincronizar a

liberação de NNP com a degradação de carboidratos no rúmen, para maximizar a eficiência microbiana. Muitas destas tecnologias visaram o controle da liberação de NNP a partir da uréia, que incluem: amiréia (BARTLEY; DEYOE, 1975), uréias tratadas com formaldeído (PROKOP; KLOPFENSTEIN, 1977), proteção com gordura (FORERO; OWENS e LUSBY, 2001), proteção com biureto (LÖEST et al., 2001), uréia líquida e cloreto de Ca (CASS; RICHARDSON, 1994) e uréia encapsulada por polímero (GALLO et al., 2003).

A efetividade de liberação desses produtos varia muito pouco a quantidade de NNP, limitando a incorporação na proteína microbiana, ou liberação muito elevada de NNP, resultando em altos níveis de NNP (AKAY et al., 2004).

Trabalhos conduzidos na década de 70 (HELMER; BARTLEY e DEYOE, 1970; HELMER et al., 1970) testaram um produto resultante da extrusão da uréia com amido, a amiréia, e observaram liberação ruminal de N mais lenta. Entretanto, diversos trabalhos não mostraram benefícios em relação à utilização de uréia tradicional (CARMO, 2001; SALMAN, 1997; SILVA, 1994).

Segundo Akay et al. (2004), a uréia encapsulada com polímero confere tempo de degradação da uréia de até 16 h, sendo a sua solubilização lenta e constante. Os autores avaliaram a utilização *in situ* do nitrogênio da uréia encapsulada (Optigen®) comparando com a uréia comum e com a soja em grãos. A degradação *in situ* da uréia de liberação lenta seguiu padrão mais semelhante ao da soja do que ao da uréia. A uréia de liberação lenta teve velocidade intermediária de utilização durante as primeiras 16 h de fermentação ruminal, seguida de velocidade mais lenta de utilização de 16 a 30 h. Esse padrão de utilização em duas fases assemelhou-se ao observado para a soja.

Em avaliações com fermentadores *in vitro*, o uso de uréia encapsulada permitiu maior síntese de proteína bacteriana e utilização mais rápida de nutrientes em relação à dieta controle, aumentando a utilização de FDA, FDN, e MO, em 16,6; 6,8; 4,0 e 8,0%,

respectivamente (AKAY et al., 2004). Ruiz et al. (2002) observaram maior utilização de MS, N e FDN mediante adição de uréia de liberação lenta à dieta de vacas leiteiras em lactação. Entretanto, Owens e Zinn (1988) relataram que compostos com liberação controlada de nitrogênio, tais como amiréia, biureto, certos materiais de cobertura e a maioria dos complexos de uréia com formaldeído ou melaço, auxiliaram a evitar a toxicidade do nitrogênio amoniacal, mas não afetaram a utilização de nutrientes.

Akay et al. (2004) descreveram a avaliação de desempenho com 220 vacas leiteiras recebendo dieta controle e outra com uréia de liberação lenta. A dieta com uréia de liberação controlada foi reformulada, retirando-se parte da proteína verdadeira, porém mantendo-se as dietas isoprotéicas e isoenergéticas. As vacas recebendo a dieta reformulada apresentaram incremento de 9%, aproximadamente, na produção de leite, e segundo os autores, esse incremento ocorreu devido à melhor utilização da uréia encapsulada como fonte de nitrogênio, e isso aumentou a eficiência do rúmen em relação à uréia e à soja.

Em um segundo experimento com 240 vacas, Akay et al. (2004) observaram que as vacas recebendo dietas formuladas com uréia de liberação controlada apresentaram redução de 0,89 kg no consumo de MS. Houve aumento no teor de gordura do leite, sem alterar sua produção, o que conferiu maior eficiência de conversão para as vacas recebendo a uréia encapsulada.

Por outro lado, Gallo et al. (2003) compararam a produção de leite e excreção de N por vacas recebendo dietas com diferentes níveis de PB com ou sem uréia protegida. Não foi verificada diferença na excreção de N na urina e na produção de leite.

4 MATERIAL E MÉTODOS

Neste item serão descritas as etapas da realização do experimento.

4.1 ANIMAIS E INSTALAÇÕES

O trabalho foi conduzido nas dependências da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios - Departamento de Descentralização do Desenvolvimento – Pólo Regional de Andradina, município de Andradina, SP. O experimento teve início aos 11 de Junho de 2005 e findou aos 23 de Julho de 2005. O galpão utilizado possuía oito gaiolas apropriadas para estudos de metabolismo, sendo dotadas de comedouro e bebedouro individuais.

Foram utilizados oito bovinos Nelore machos e castrados, portadores de fistulas ruminais, que possuíam em média 374,40kg ($\pm$ 42Kg) de peso vivo ao início do experimento.

4.2 TRATAMENTOS E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado para designar as unidades experimentais aos tratamentos foi Quadrado Latino replicado (dois quadrados 4x4, contemporâneos), totalizando 32 unidades experimentais com oito unidades experimentais por tratamento. Os tratamentos foram quatro:

40 NNP 0 ULL- 40% da PB como NNP oriundo de 0% de ULL e 100% uréia comum

40 NNP 50 ULL - 40% da PB como NNP oriundo de 50% de uréia de liberação lenta e 50% de uréia comum.

40 NNP 100 ULL - 40% da PB como NNP oriundo de 100% de uréia de liberação lenta e 0% de uréia comum.

80 NNP 100 ULL - 80% da PB como NNP oriundo de 100% de uréia de liberação lenta.

A uréia de liberação lenta Optigen® (Alltech, Inc.) é pelletizada e recoberta por um polímero biodegradável. Trata-se de uma fonte altamente concentrada de nitrogênio.

Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 8:00h e às 16:00h. Receberam feno moído de *Brachiaria brizantha* (*ad libitum*) e suplementação concentrada em 0,6% do peso vivo (PV). Os suplementos e o feno eram pesados e misturados no cocho para então os animais terem acesso à alimentação. A composição bromatológica do feno e suplementos utilizados no experimento é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos e do feno de *Brachiaria brizantha* utilizados no experimento

Table 1 - Percentual composition of the supplements and of *Brachiaria brizantha* hay used in the experiment

Ingredientes <i>Ingredients</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				Feno de <i>Brachiaria brizantha</i> <i>Brachiaria brizantha hay</i>
	40 NNP	40 NNP	40 NNP	80 NNP	
	0 ULL	50 ULL	100 ULL	100 ULL	
	<i>40 NPN</i> <i>0 SRU</i>	<i>40 NPN</i> <i>50 SRU</i>	<i>40 NPN</i> <i>100 SRU</i>	<i>80 NPN</i> <i>100 SRU</i>	
Milho, grão <i>Ground corn</i>	36,2	36,2	36,2	81,7	-
Soja, farelo <i>Soybean meal</i>	48,0	48,0	48,0	5,0	-
Uréia <i>Urea</i>	5,80	2,9	-	-	-
Uréia de liberação lenta <i>Slow release urea</i>	-	2,9	5,80	11,3	-
Milho, gérmen (Refinazil) <i>Corn gluten meal</i>	8,0	8,0	8,0	-	-
Mistura Mineral <i>Mineral mixture</i>	2,0	2,0	2,0	2,0	-
Total <i>Total</i>	100	100	100	100	-
Nutrientes¹ <i>Nutrients</i>					
MS (%) <i>DM (%)</i>	88,21	88,33	88,59	88,08	90,70
MM (%) <i>Ash (%)</i>	3,88	4,30	3,59	2,89	4,76
PB (%) <i>CP (%)</i>	49,03	49,84	55,22	42,16	5,22
FDA (%) <i>ADF (%)</i>	7,35	7,25	7,20	3,88	42,65
FDN (%) <i>NDF (%)</i>	14,04	14,29	13,32	10,89	77,57
EE (%) <i>EE (%)</i>	2,74	2,59	2,55	3,29	1,03

¹MS = matéria seca; MM = matéria mineral; PB = proteína bruta; FDA = fibra em detergente ácido; FDN = fibra em detergente neutro; EE = extrato etéreo.

¹DM = dry matter; CP = crude protein; ADF = acid detergent fiber; NDF = neutral detergent fiber; EE = ether extract.

4.3 PROCEDIMENTOS EXPERIMENTAIS

O período experimental total foi composto por quatro sub-períodos de 12 dias cada, sendo estes divididos em cinco de adaptação dos animais e sete de coletas.

4.3.1 Avaliação do consumo voluntário de alimento

A partir do sexto dia os animais tiveram a ingestão de MS avaliadas (pesagem do oferecido e sobras) por 7 dias, sendo que os ajustes para o consumo foram feitos diariamente para que se houvesse, no mínimo, 5 % de sobras.

4.3.2 Digestibilidade in vivo

Após a adaptação, do sexto ao décimo primeiro dia, foram feitas as coletas de fezes para determinar a digestibilidade in vivo. As fezes totais foram coletadas uma vez ao dia em caixas coletoras posicionadas atrás das gaiolas. Após pesagem do material coletado, 10% das fezes foram condicionadas em sacos plásticos e colocadas em freezer a -20°C . Durante esse período amostras do oferecido (feno e concentrado) foram coletadas diariamente, juntadas e armazenadas sob refrigeração para posterior análise.

Ao final do experimento, as amostras de fezes e do oferecido foram homogeneizadas

e compostas por animal/período, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 h e, em seguida, moídas para posterior análise laboratorial.

A percentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi calculada pela fórmula:

$$\text{NDT} = \text{PBD} + \text{FDND} + \text{ENND} + (\text{EED} \times 2,25)$$

Sendo:

PBD = proteína bruta digestível;

FDND = fibra em detergente neutro digestível;

ENND = extrativo não-nitrogenado digestível;

EED = extrato etéreo digestível.

O extrativo não-nitrogenado foi calculado da seguinte forma:

$$\text{ENN} = 100 - (\text{PB} + \text{EE} + \text{MM} + \text{FDN}).$$

4.3.3 Colheita de Líquido Ruminal

No sexto dia de cada sub-período experimental, foram realizadas colheitas de líquido ruminal nos tempos de 0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas após a alimentação da manhã. Para tal, cerca de 500 gramas de conteúdo ruminal foram colhidos manualmente em cinco pontos diferentes do rúmen e peneirados em fralda de pano dobrada, formando dupla camada.

O pH do líquido ruminal foi imediatamente aferido, após a colheita e filtragem, com potenciômetro digital portátil.

Cerca de 5 ml de líquido ruminal foram acondicionados em 2 tubos de ensaio e, imediatamente, congelados. Um dos tubos foi destinado às avaliações de ácidos graxos voláteis e outro para nitrogênio amoniacal.

Nessas colheitas os animais eram alimentados apenas no período da manhã, pois

assim, no dia seguinte, estariam em jejum completo para se submeterem à pesagem.

4.4 ANÁLISES LABORATORIAIS

Neste item será discutido como as análises laboratoriais foram realizadas.

4.4.1 Análises Bromatológicas

Amostras dos alimentos e das fezes foram analisadas para a determinação da matéria seca a 65^aC, proteína bruta (PB) pelo método micro-Kjeldahl, EE e MM (AOAC, 1990), fibra em detergente neutro (FDN), fibra detergente em ácido e lignina (VAN SOEST; ROBERTSON e LEWIS, 1981). Para a análise de FDN foi omitido o sulfito de sódio, mas adicionada a α -amilase. As análises bromatológicas foram feitas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), Campus de Pirassununga.

4.4.2 Determinação de Ácidos Graxos Voláteis

Uma alíquota de, aproximadamente, 100 ml de líquido ruminal foi centrifugada a 3.500 rpm por 15 minutos; 1 ml do sobrenadante foi colocado em tubo de ensaio contendo

0,2 ml de ácido fórmico P.A., sendo armazenado à -20°C até o momento da análise.

A determinação de ácidos graxos voláteis foi feita, em duplicata, por cromatografia gasosa.

Todas as análises foram realizadas no laboratório de análises bromatológicas do Departamento de Nutrição e Produção Animal (VNP) da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo (FMVZ-USP), Campus de Pirassununga.

4.4.3 Determinação do Nitrogênio Amoniacal

O princípio da técnica para a determinação do nitrogênio amoniacal envolve a reação da nitrogênio amoniacal com hipoclorito e fenol na presença de catalizador (nitroprussiato de sódio) para formar indofenol (reação de Berthelot). A concentração da N amoniacal é diretamente proporcional à absorbância de indofenol, medida por colorimetria.

Na preparação das amostras para determinação das concentrações de N amoniacal no líquido ruminal, foram colocados 2 ml de fluido ruminal em tubos de ensaios contendo 1 ml de ácido sulfúrico 1 N e armazenados sob refrigeração até a realização das análises.

As soluções padrões utilizadas foram de 0; 1; 2; 4; 8; 16 e 32 mg/dL de nitrogênio amoniacal.

Foram utilizadas alíquotas de 40 µl de amostra e padrão incubado em banho-maria a 37°C por 10 minutos, juntamente com 2,5 ml de reagente fenol e 2,0 ml de reagente hipoclorito.

As avaliações de N amoniacal ruminal foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal e Bromatologia do Departamento de Nutrição e Produção Animal da FMVZ-USP,

Campus Pirassununga.

4.4.4 Colheita de Sangue e Análise Nitrogênio-Uréico no Soro

No 10º dia de cada período, foi feita a colheita de sangue nos tempos 0, 2, 4, 6, 8 e 10 horas após a alimentação matutina. A colheita foi feita por meio de punção da veia jugular, da qual se retirou 5 ml de sangue de cada animal.

Os tubos foram centrifugados até que houvesse formação do soro que, posteriormente, foi coletado e acondicionado em tubos com tampa e, imediatamente, congelados. As determinações foram feitas pelo Kit comercial Labor Lab.

4.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram avaliados quanto à normalidade dos resíduos e homogeneidade de variância. Foram utilizados contrastes ortogonais para a avaliação dos efeitos de substituição de uréia tradicional por uréia de liberação lenta e de níveis de NNP na PB da dieta. Quando se verificou efeito significativo de níveis de substituição de uréia tradicional, foi realizada análise de regressão polinomial para verificar o comportamento da resposta em linear ou desvio da linearidade. Para isso foi utilizado o procedimento GLM do software estatístico SAS (SAS, 1999).

Para as variáveis AGVs totais, ácidos acético, propiônico e butírico, relação

acético:propiónico, N amoniacal e pH foi considerado adicionalmente um delineamento em parcelas sub-divididas para a avaliação dos efeitos de tempo de coleta após a alimentação e da interação tempo x tratamentos. Quando a interação foi significativa, os dados foram submetidos à análise dentro de cada tempo.

Os efeitos foram considerados significativos a probabilidade menor que 5%, exceto quando especificado.

Na Tabela 2 são apresentados os contrastes ortogonais para efeitos de ULL e de doses de NNP.

Tabela 2 - Contrastes ortogonais para efeitos de níveis de ULL e de doses de NNP
 Table 2 - Orthogonal contrasts for levels of slow release urea and dosis of NPN

Efeito <i>Effects</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>			
	40 NNP 0 ULL	40 NNP 0 ULL	40 NNP 100 ULL	80 NNP 100 ULL
	<i>40 NPN</i> <i>0 SRU</i>	<i>40 NPN</i> <i>50 SRU</i>	<i>40 NPN</i> <i>100 SRU</i>	<i>80 NPN</i> <i>100 SRU</i>
Linear <i>Linear</i>	-1	0	+1	0
Desvio <i>Deviation</i>	1	-2	1	0
Dose <i>Dose</i>	-1	-1	-1	3

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste item será discutido o consumo de matéria seca obtido com os tratamentos, e a digestibilidade das frações obtidas a partir da MS com os tratamentos.

5.1 CONSUMO E DIGESTIBILIDADE

As médias, coeficientes de variação e probabilidades para consumo de matéria seca e matéria seca digestível em quilos por dia, em percentagem do peso vivo e em gramas por quilo de peso metabólico são apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Consumo de matéria seca obtido com os tratamentos¹Table 3 - Dry matter intake obtained with treatments¹

Variável <i>Variable</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				C.V. <i>C.V.</i>	Probabilidades <i>Probabilities</i>		
	40 NNP 0 ULL	40 NNP 50 ULL	40 NNP 100 ULL	80 NNP 100 ULL		Lin.	Des.	Dose
	40 NPN 0 SRU	40 NPN 50 SRU	40 NPN 100 RU	80 NPN 100 SRU		Lin. <i>Lin.</i>	Dev. <i>Dev.</i>	Dose <i>Dose</i>
CMS	6,67	7,07	6,85	6,57	15,34	0,5605	0,2490	0,2219
DMI								
CMSD	4,56	4,88	4,85	4,34	16,06	0,2508	0,4266	0,0529
DDMI								
CMSPV	1,77	1,82	1,83	1,71	12,65	0,5320	0,8019	0,2136
BWDMI								
CMSPM	78,00	80,87	80,57	75,63	12,83	0,5233	0,6476	0,2091
MWDMI								
CMSDPV	1,21	1,26	1,29	1,13	13,71	0,2532	0,9219	0,0496
BWDDMI								
CMSDPM	53,30	55,82	56,95	50,11	13,85	0,2416	0,7924	0,0474
MWDDMI								
DMS	68,47	69,09	70,75	66,31	5,82	0,1182	0,6716	0,0130
DMD								

¹CMS: consumo de matéria seca (kg/ animal/dia), CMSD: consumo de matéria seca digestível (Kg/animal/dia), CMSPV: consumo de matéria seca em função do peso vivo (%), CMSPM: consumo de matéria seca em gramas por kg de peso vivo metabólico (g/kg de PV^{0,75}), CMSDPV: consumo de matéria seca digestível em função do peso vivo (%), CMSDPM: consumo de matéria seca digestível em gramas por kg de peso vivo metabólico (g/kg de PV^{0,75}), MSD: matéria seca digestível (kg/ animal/dia), CV: coeficiente de variação (%), Prob: probabilidades estatísticas, Lin.: efeito linear, Des.: efeito de desvio de linearidade, Dose: efeito de nível de NNP na PB, ULL.: uréia de liberação lenta.

¹DMI: dry matter intake (kg/animal/day), DDMI: digestible dry matter intake (kg/animal/day), BWDMI: dry matter intake in percentage of body weight (%), MWDMI: dry matter intake in grams per kilogram of metabolic weight (g/kg of BW^{0,75}), BWDDMI: digestible dry matter intake in percentage of body weight (%), MWDDMI: digestible dry matter intake in grams per kilogram of metabolic weight (g/kg of BW^{0,75}), DDM: digestible dry matter intake (% DM), CV: coefficient of variation, Prob.: statistical probability, Lin.: probability of linear effect, Dev.: probability of linearity deviation effect, Dose: probability of NPN level in the diet CP, SRU: slow release urea, NPN, non-protein nitrogen.

Não houve efeito da substituição da uréia tradicional pela ULL sobre nenhuma das variáveis estudadas. As médias para CMS, CMSD, CMSPV, CMSPM, CMSDPV, CMSDPM e DMS foram 6,79 (Kg/animal/dia); 4,66 (Kg/animal/dia); 1,78 (%); 78,77 (g/kg de PV^{0,75}); 1,21 (%); 54,05 (g/kg de PV^{0,75}) e 68,66 (kg/ animal/dia), respectivamente (Tabela 3). Pode-se inferir dessa maneira que a substituição da uréia tradicional por uma de liberação controlada não afetou a percentagem de matéria seca digestível da dieta, assim como o consumo de alimentos por bovinos. Dessa forma, nas condições representadas por este estudo, a uréia de liberação controlada é um produto que pode ser oferecido, sem que haja

prejuízos na ingestão de nutrientes, sendo seu uso condicionado ao custo.

Valinote et al. (2005) avaliaram o efeito de substituição de 82% da uréia tradicional por ULL em dietas de bubalinos, sendo as digestibilidades da matéria seca de 70,22 e 72,25, respectivamente ($P=0,116$). Os autores descreveram diferença significativa ($P= 0,023$) para degradabilidade *in situ* da MS da cana-de-açúcar nas taxas de passagem a 2%/h, favoráveis à ULL.

Trabalhando com 240 vacas leiteiras, Akay et al. (2004) observaram que os animais, recebendo dietas formuladas com uréia de liberação controlada, apresentaram redução no consumo de MS de 0,89 (kg/ animal/dia), fato discordante dos resultados aqui apresentados. Naquele trabalho, apesar do efeito depressor sobre o consumo, houve aumento no teor de gordura do leite, sem alterar a produção, o que conferiu maior eficiência de conversão.

Verificou-se que não houve efeito de dose de NNP sobre o consumo de matéria seca em quilos, em percentagem do peso vivo o do consumo de matéria seca digestível em quilos por dia ($p>0,05$). Entretanto, verificou-se que com o aumento na percentagem de NNP na PB do suplemento, houve uma diminuição significativa no consumo de matéria seca digestível quando expressa em percentagem do peso vivo e peso metabólico ($p<0,05$), devido principalmente a uma diminuição na digestibilidade da matéria seca da dieta ($p<0,05$).

Rennó et al. (2005) avaliaram o efeito de níveis crescentes de inclusão de ULL na dieta sobre o consumo de nutrientes por novilhos Zebu e cruzados com a raça holandesa, alimentados com ração com relação volumoso:concentrado de 50:50. Com o aumento na inclusão de uréia em 0; 1,31; 2,62 e 3,93%, a concentração de NNP na dieta variou de 10,9 a 50,2%. Os autores não verificaram efeitos sobre o consumo de matéria seca e de nenhum dos nutrientes da dieta em quilos por dia ou em percentagem do peso vivo, concordando com os resultados aqui apresentados. Entretanto, Silva et al. (2001) verificaram que o aumento da inclusão de uréia na dieta de vacas lactantes de 0; 0,7; 1,4 e 2,1% reduziu linearmente o

consumo de MS, MO, FDN, PB, EE, CHO totais e NDT.

Na tabela 4 são apresentados os coeficientes de digestibilidade da matéria mineral, proteína bruta, fibra em detergente ácido e neutro, carboidratos não-estruturais, matéria orgânica e os nutrientes digestíveis totais, além dos coeficientes de variação e as probabilidades, em função dos tratamentos.

Tabela 4 - Digestibilidade das frações obtidas a partir da MS com os tratamentos¹

Table 4 - Digestibility of dry matter fractions obtained with treatments¹

Variável <i>Variable</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				C.V. <i>C.V.</i>	Probabilidades <i>Probabilities</i>		
	40 NNP 0 ULL	40 NNP 50 ULL	40 NNP 100 ULL	80 NNP 100 ULL				
	40 NPN 0 SRU	40 NPN 50 SRU	40 NPN 100 RU	80 NPN 100 SRU		Lin. <i>Lin.</i>	Des. <i>Dev.</i>	Dose
								<i>Dose</i>
CDPB <i>CCPD</i>	79,68	79,45	82,53	75,86	4,51	0,0243	0,1163	0,0001
CDFDA <i>CADFD</i>	66,72	67,95	68,68	64,73	7,05	0,2407	0,8622	0,0320
CFDND <i>CNDFD</i>	67,31	68,59	69,42	65,20	6,51	0,2184	0,8766	0,0275
CDEE <i>CEED</i>	36,65	35,18	40,18	38,62	25,63	0,2682	0,2430	0,6170
CDCNF ² <i>CNFCD</i>	70,10	68,90	70,29	68,37	6,18	0,8855	0,2819	0,2226
CDMO <i>COMD</i>	66,30	67,15	68,15	64,63	6,31	0,2445	0,9578	0,0546
NDT <i>TDN</i>	66,94	67,31	69,12	65,03	5,60	0,1131	0,5319	0,0187

¹CDPB: coeficiente de digestibilidade da proteína bruta (%), CDFDA: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido (%), CFDND: coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (%), CDEE: coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo (%) CDCNF: coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos (%), CDMOD: coeficiente de digestibilidade de matéria orgânica (%), NDT: nutrientes digestíveis totais (%), CV: coeficiente de variação (%), Prob: probabilidades estatísticas, Lin.: efeito linear, Des.: efeito de desvio de linearidade, Dose: efeito de nível de NNP na PB.

²CNF = 100 - (%PB + %EE + %MM + %FDN).

¹ CCPD: coefficient of crude protein digestibility (%), CADFD: coefficient of acid detergent fiber digestibility (%), CNDFD: coefficient of neutral detergent fiber digestibility (%), CEED: coefficient of ether extract digestibility (%), CNFCD: coefficient of non-fiber carbohydrate digestibility (%), COMD: coefficient of organic matter digestibility, TDN: total digestible nutrients (%), CV: coefficient of variation, Lin.: probability of linear effect, Dev.: probability of linearity deviation effect, Dose: probability of NPN level in the diet CP, ULL: slow release urea, NPN, non-protein nitrogen.

²NFC = 100 - (%CP + %EE + %Ash + %NDF).

Não houve efeito significativo da substituição de uréia pela ULL sobre o coeficiente de digestibilidade da FDA, FDN, EE, CNF, MO ou sobre a percentagem de nutrientes digestíveis totais (Tabela 4).

Valinote et al. (2005) também não encontraram diferenças significantes nas digestibilidades do FDN e FDA. Com o uso de ULL, entretanto, verificou-se no presente experimento aumento linear da digestibilidade da proteína bruta com o aumento na substituição da uréia pela ULL ($P=0,0243$).

A inclusão de ULL em substituição à uréia tradicional não afetou o NDT, resultado corroborado por Valinote et al. (2005).

Os resultados de digestibilidade com relação ao aumento na participação da uréia de liberação lenta também não estão de acordo com as observações de Akay et al. (2004) que, por meio de avaliações com fermentadores *in vitro*, verificaram que o uso de uréia encapsulada permitiu maior síntese de proteína bacteriana e utilização mais rápida de nutrientes em relação à dieta controle, aumentando a utilização de FDA, FDN, CHO total e MO, nas quantidades de 16,6; 6,8; 4,0 e 8,0%, respectivamente, em relação ao grupo controle.

Por outro lado, Owens e Zinn (1988) relataram que compostos com liberação controlada de nitrogênio, tais como amiréia, biureto, certos materiais de cobertura e a maioria dos complexos de uréia com formaldeído ou melaço, auxiliaram a evitar a toxicidade da nitrogênio amoniacal, mas não afetou a utilização de nutrientes, o que está de acordo com os resultados aqui apresentados.

A dose de NNP em relação à PB não influenciou os coeficientes de digestibilidade de extrato etéreo e carboidratos não-fibrosos. Contudo, foi observado que o tratamento que recebeu 80% de NNP obteve menores digestibilidades para as frações proteína bruta, FDA e FDN ($P<0,05$) e tendência de menor digestibilidade da MO da dieta ($P=0,0546$). A percentagem de NDT da dieta também apresentou decréscimo com o aumento na percentagem de NNP, provavelmente pela diminuição da digestibilidade da fibra dietética.

Silva, Valadares e Valadares Filho et al. (2001), trabalhando com vacas lactantes e

avaliando a inclusão de níveis crescentes de uréia na dieta, também não verificaram efeitos sobre a digestibilidade aparente da MS, MO, PB, CHO totais e FDN, havendo efeito quadrático sobre a digestibilidade do EE.

Broderick, Craig e Ricker (1993) não observaram alterações na produção de leite, quando substituíram fontes de proteína verdadeira por uréia. Entretanto, Santos, Juchem e Imaizumi (2001), ao incluírem 1% de uréia na dieta total de vacas leiteiras em substituição parcial ao farelo de soja, observaram redução da produção de leite. Tal fato poderia ser explicado pela diminuição na digestibilidade de algumas frações da dieta, verificada no presente estudo e, conseqüentemente, no aporte de energia para o animal, o que levaria ao decréscimo na produção de leite.

Marchesin, Herling e Cerqueira (2006) estudaram o desempenho de bovinos Nelore em pastagem de *B. brizantha* durante o período da seca recebendo suplemento mineral ou protéico com 30% de uréia, 15% de farelo de algodão e 45% de mistura mineral, sendo que a uréia foi substituída por 25, 65 ou 100% de uréia encapsulada. Segundo os autores, o nível ótimo de substituição foi de 25%, apresentando ganhos de peso cerca de 41% maiores que os obtidos pelos animais que receberam suplemento proteinado. Ao aumentar os níveis da ULL no suplemento, o desempenho foi reduzido, pois, segundo os autores, pode ter ocorrido limitação de nitrogênio prontamente solúvel na dieta.

5.2 FERMENTAÇÃO RUMINAL E N URÉICO PLASMÁTICO

Neste item será discutido sobre a fermentação ruminal e o nitrogênio uréico plasmático do presente trabalho.

5.2.1 Determinação dos ácidos Graxos Voláteis

Tabela 5 – Parâmetros médios de fermentação ruminal e nitrogênio uréico plasmático obtidos com os tratamentos

Table 5 – Medium parameters of ruminal fermentation and plasmatic urea nitrogen obtained with treatments

Variável <i>Variable</i>	Tratamentos <i>Treatments</i>				C.V. <i>C.V.</i>	Probabilidades <i>Probabilities</i>			
	40 NNP 0 ULL	40 NNP 50 ULL	40 NNP 100 ULL	80 NNP 100 ULL		Tratamentos <i>Treatments</i>			
	40 NPN 0 SRU	40 NPN 50 SRU	40 NPN 100 RU	80 NPN 100 SRU		Lin. <i>Lin.</i>	Des. <i>Dev.</i>	Dose <i>Dose</i>	T*Tr. <i>T*Tr.</i>
AGVT (mM)	97,39	95,60	88,79	92,20	12,64	0,0146	0,6424	0,3904	0,2548
TVFA (mM)									
Acetato (%M)	74,30	74,45	74,56	75,30	2,43	0,5752	0,9553	0,0349	0,1633
Acetate (%M)									
Prop. (%M)	17,17	17,25	17,02	16,79	8,02	0,7297	0,6919	0,3187	0,0082
Prop. (%M)									
Butir. (%M)	8,53	8,30	8,42	7,91	9,14	0,6882	0,4895	0,0429	0,0132
Butyrate (%M)									
Relação A:P	4,35	4,34	4,40	4,54	9,60	0,7358	0,7556	0,1033	0,0180
A:P Ratio									
pH	6,41	6,47	6,56	6,54	5,12	0,0709	0,8109	0,3201	0,1973
pH									
N-NH ₃ (mg/dl)	14,85	15,52	12,42	13,93	57,96	0,1337	0,1770	0,7946	0,1284
N-NH ₃ (mg/dl)									
NUP (mg/dl)	22,45	20,03	21,05	21,43	21,24	0,0022	0,0006	0,5343	0,5696
PUN (mg/dl)									

¹AGV.: concentração total de ácidos graxos voláteis (mM); C₂: acético (% molar); C₃: propiônico (% molar); C₄: butírico (% molar); A/P: relação acético:propiônico; N-NH₃: nitrogênio amoniacal (mg/dL); NUP: nitrogênio uréico plasmático (mg/dL); T*Tr.: probabilidade para efeito de interação entre tratamento e tempo.

VFA: total volatile fatty acids concentration (mM); C₂: acetic (molar %); C₃: propionic (molar %); C₄: butyric (molar %); C₂/C₃: acetic:propionic ratio; NH₃-N: ammoniacal nitrogen (mg/dL); PUN: plasmatic urea nitrogen (mg/dL); CV: coefficient of variation (%); Treat: probability for treatment effect; Treat*Time: probability for treatment and time interaction effect. CV: coefficient of variation, Lin.: probability of linear effect, Dev.: probability of linearity deviation effect, Dose: probability of NPN level in the diet CP, ULL: slow release urea, NPN: non-protein nitrogen.

Não houve interação entre tempo e tratamento para AGVs totais. A concentração de AGVs totais apresentou comportamento quadrático (P=0,0303) em função do tempo após a alimentação, sendo verificado pico próximo às 4 horas de alimentação (Figura 1).

Figura 1 – Ácidos graxos voláteis totais em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia nos diferentes tempos de colheita

Figure 1 – Total volatile fatty acids related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL) in different sampling time

Existiu uma tendência de efeito de tratamentos sobre a variável AGV totais ($P=0,0146$). A média de concentração de ácidos graxos voláteis totais dos tratamentos foi de 93,5 mM/ml. Houve efeito linear negativo da substituição de uréia pela ULL, apresentando diminuição de 97,9 para 95,6 e para 88,79 mM/ml, com a substituição de 0, 50 e 100 de uréia, respectivamente.

A percentagem de NNP na proteína bruta não influenciou a concentração de AGVs totais no rúmen, sendo que o comportamento em função do tempo está apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Ácidos graxos voláteis totais em função do nível de NNP na PB do suplemento nos diferentes tempos de colheita

Figure 2 – Total volatile fatty acids related to the level of NPN in the dietary CP fraction and sampling time.

Quanto à concentração de ácido acético ruminal, não se verificou interação entre tempo de coleta e tratamentos, assim como efeito de níveis de ULL. A média de proporção molar daquele ácido foi de 74,65 % molar.

A concentração de ácido acético apresentou comportamento cúbico em função do tempo da colheita apresentando pouca variação no período após a alimentação (Figura 3).

Figura 3 – Proporção molar de ácido acético ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia e do tempo de coleta

Figure 3 – Molar proportion on ruminal acetic acid related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL) and sampling time

A concentração ruminal deste ácido aumentou com o acréscimo da percentagem de NNP na PB de 40 para 80%, como observado na Figura 4.

Figura 4 – Proporção molar de ácido acético ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 4 – Molar proportion of ruminal acetic acid related to the level of NPN in the dietary CP fraction.

Para a variável concentração ruminal de ácido propiônico, os tratamentos interagiram significativamente com o tempo. Entretanto, ao se estudar os efeitos de tratamento dentro de cada tempo, não foram possíveis demonstrar efeitos tanto da percentagem de substituição de uréia pela ULL, quanto para os níveis de NNP na PB do concentrado. A média da % molar de ácido propiônico ruminal foi de 17,06. O comportamento desta variável no tempo após alimentação é representado em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, pelas figuras 5 e 6, respectivamente. Foi verificado efeito cúbico do tempo sobre esta característica.

Figura 5 – Proporção molar de ácido propiônico ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia

Figure 5 – Molar proportion on ruminal propionic acid related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 6 – Proporção molar de ácido propiônico ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 6 – Molar proportion of ruminal propionic acid related to the level of NPN in the dietary CP fraction

Quanto à % molar de ácido butírico no líquido ruminal, os tratamentos também interagiram significativamente com o tempo. Entretanto, ao se estudar os efeitos de tratamento dentro de cada tempo, não foi possível demonstrar efeito da percentagem de substituição de uréia pela ULL. Entretanto, verificaram-se menores concentrações desse ácido para o nível de 80% de NNP na PB da dieta quando comparado à dieta com 40% de NNP. A média da % molar de ácido butírico ruminal foi de 8,29.

O comportamento desta variável no tempo após alimentação é representado em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, pelas figuras 7 e 8, respectivamente. Houve efeito cúbico do tempo sobre a concentração deste ácido.

Figura 7 – Proporção molar de ácido butírico ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia

Figure 7 – Molar proportion of ruminal butyric acid related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 8 – Proporção molar de ácido butírico ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 8 – Molar proportion of ruminal butyric acid related to the level of NPN in the dietary CP fraction

O comportamento da relação dos ácidos acético e propiônico (A:P) no tempo após a alimentação, em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, é apresentado nas Figura 9 e 10, respectivamente.

Figura 9 – Relação acético:propiónico (A:P) em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia

Figure 9 – Acetic to propionic ratio (A:P) related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 10 – Relação acético: propiónico (A:P) em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 10 – Acetic to propionic ratio (A:P) related to the level of NPN the dietary CP fraction

Houve interação entre tempo e tratamentos para a relação entre acético:propiónico (A:P). Ao se estudar, os efeitos de tratamento dentro de cada tempo, não foi possível demonstrar efeitos de níveis de substituição de uréia pela ULL e de níveis de NNP na PB da dieta. A relação A:P apresentou comportamento cúbico em função do tempo após a alimentação. A média de relação A:P foi de 4,41.

Carmo (2001), avaliando a substituição parcial da proteína do farelo de soja por amiréia e uréia em dietas para vacas da raça Holandesa no período seco, não verificou efeitos das fontes de N sobre a concentração ruminal dos AGVs totais, assim como para os ácidos acético, butírico e propiônico, bem como para a relação acético:propiônico, o que concorda em parte com os resultados encontrados no presente trabalho.

5.2.2 pH Ruminal

O comportamento do pH ruminal no tempo após a alimentação, em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, é apresentado nas figuras 11 e 12, respectivamente.

Figura 11 – Comportamento do pH ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia

Figure 11 – pH ruminal pattern related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 12 – Comportamento do pH ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 12 – Ruminal pH pattern related to the level of NPN in the dietary CP fraction

Não foi observado efeitos de níveis de ULL ou de NNP na PB, assim como interação entre tempo de coleta e tratamentos. A média de pH ruminal encontrada foi de 6,5. Este parâmetro apresentou comportamento cúbico em função do tempo, após o fornecimento da alimentação.

Carmo (2001), avaliando o efeito da substituição parcial da proteína do farelo de soja por amiréia ou uréia em dietas para vacas da raça Holandesa no período seco, verificou diminuição do pH ruminal com o uso de amiréia quando comparados aos tratamentos com uréia ou farelo de soja, não havendo diferenças entre estes dois últimos tratamentos.

Uma mudança no padrão de pH ruminal com a diferença na percentagem de uréia ou ULL e de NNP na PB da dieta não seria esperada frente a ausência de efeitos dos tratamentos no padrão de fermentação ruminal, verificado pela igualdade entre os tratamentos quanto ao perfil ruminal dos ácidos graxos voláteis.

Ressalta-se que o pH ruminal esteve sempre em valores acima do considerado limitante para o crescimento das bactérias celulolíticas que é de 6,2. Assim, infere-se que os suplementos utilizados e mesmo o uso de uréia de liberação lenta não interfeririam no pH ruminal, de forma a limitar a digestão da fibra dietética, ainda mais em condições em que bovinos são mantidos em sistema de pastejo.

5.2.3 Nitrogênio Amoniacal Ruminal

O comportamento da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal no tempo após a alimentação, em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, é apresentado nas figuras 13 e 14, respectivamente.

Figura 13 – Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia

Figure 13 – Ruminal ammoniacal nitrogen concentration related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 14 – Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 14 – Ruminal ammoniacal nitrogen concentration related to the level of NPN in the dietary CP fraction

A substituição de uréia pela ULL e os níveis de NNP na PB da dieta não afetaram a concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen, assim como não houve interação entre tratamentos e tempo de coleta. A concentração de nitrogênio amoniacal apresentou efeito cúbico em função do tempo após o fornecimento da alimentação. A concentração média de nitrogênio amoniacal ruminal foi de 14,18 mg/dl.

Oliveira Júnior et al. (2004), avaliando a substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas com 20% de cana-de-açúcar como fonte de volumoso, verificaram maiores concentração de nitrogênio amoniacal ruminal com o tratamento uréia (21,1 mg/dl), quando comparado ao tratamento com farelo de soja (14,7 mg/dl). Os autores também notaram que o tratamento com a uréia “protegida” (amiréia) não se diferenciou do tratamento com uréia, concordando com os resultados do presente estudo. A concentração de nitrogênio amoniacal ruminal neste estudo para o tratamento com farelo de soja foi semelhante ao valor médio encontrado no presente trabalho de 14,18 mg/dl.

Carmo (2001), ao estudar o efeito da substituição parcial da proteína do farelo de soja por amiréia ou uréia em dietas para vacas da raça Holandesa no período seco, verificou maiores concentrações de nitrogênio amoniacal nas dietas que continham uréia ou amiréia, não havendo diferenças entre estes dois últimos, discordando com os resultados aqui apresentados.

Segundo Satter e Slyter (1974), níveis de nitrogênio amoniacal ruminal entre 2 e 5 mg/ dL não restringem a digestão da matéria orgânica da dieta. Leng (1990) definiu que, para condições tropicais, o nível mínimo de concentração de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal seria de 10 mg/dL. Sendo assim, a concentração média de nitrogênio amoniacal ruminal no presente estudo foi de 14,18 mg/dl, não sendo limitante em nenhum dos tratamentos.

Bactérias celulolíticas usam praticamente apenas nitrogênio amoniacal como fonte de

nitrogênio e sua capacidade fermentativas são consideravelmente menor na ausência de N-NH_3 , uma vez que sua capacidade de usar N na forma de aminoácidos e peptídeos é bastante reduzida. As bactérias amilolíticas crescem mais rapidamente utilizando cerca de 60% de peptídeos e aminoácidos e 34 % de nitrogênio amoniacal como fontes de N para seu crescimento (RUSSELL et al., 1992).

A concentração de amônia no líquido ruminal depende da taxa de degradação da proteína e da sua eficiência de utilização pelas bactérias no rúmen. Segundo Manella (2004), ao avaliar dietas isoprotéicas com diferentes níveis de energia, as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal foram menores quando a energia na dieta foi maior ($P < 0,05$), que, segundo o autor, foi devido à maior oferta de carboidratos, favorecendo a utilização do N-amoniacal pelas bactérias ruminais.

Neste trabalho eram esperados comportamentos diferentes quanto à concentração de nitrogênio amoniacal ruminal frente à substituição da uréia tradicional pela uréia de liberação lenta, uma vez que se considera que a transformação da uréia tradicional em nitrogênio amoniacal acontece quase que instantaneamente no rúmen, devido à sua solubilidade. Entretanto, isto provavelmente não ocorreu pelo fato das dietas terem sido balanceadas de forma a apresentar o mesmo teor de proteína degradável no rúmen e, no caso, elevado teor de carboidratos solúveis no concentrado.

Tal situação pode ter sido a mesma quando da comparação de diferentes níveis de NNP na PB da dieta, uma vez que se esperava aumento, ou ainda, maiores picos iniciais após a alimentação, da concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. Porém, ao comparar as curvas de nitrogênio amoniacal ruminal entre os níveis de 80% de NNP *versus* 40%, sendo que o primeiro era todo com ULL, o pico de N-amoniacal demorou a acontecer, ainda que não estatisticamente significativo. Entretanto, entre os tempos de 2 e 8 horas após a alimentação, os valores de nitrogênio amoniacal ruminal permaneceram sempre acima de 15

mg/dl, sendo indicativo da liberação lenta da uréia encapsulada.

Outro fator a ser considerado é que a dieta com 80% de NNP na forma de ULL foi formulada sem a presença de farelo de gérmen de milho e com redução do farelo de soja, pois, de acordo com Manella (2004), estes ingredientes apresentam alta solubilidade da proteína, o que pode ter afetado as concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal nos tempos iniciais.

Tikofsky e Harrison (2006) estudaram em simulador ruminal de fermentação contínua com dois níveis de NNP 50 e 125% , sendo as fontes uréia ou ULL. Segundo os autores, não foi observado diferenças entre dose e fonte de NNP para nitrogênio amoniacal ruminal. Os autores relataram importante efeito para produção de N bacteriano (g de N/dia, $P= 0,080$) e eficiência de bacteriana (g de N bacteriana/kg de MS digestível total, $P= 0,071$) na ordem de 44,5 e 26,5 % superiores quando usada a ULL, respectivamente.

Ferreira, Oliveira e Orsni et al. (2005) compararam os níveis de nitrogênio amoniacal no rúmen de vacas recebendo suplemento mineral e feno de *Brachiaria*, adicionados de 7 g/kg de MS ingerida de ULL ou uréia. Segundo os autores, não houve diferença nas concentrações de nitrogênio amoniacal no rúmen entre os tratamentos uréia e ULL até 1,5 hora após a alimentação. Entretanto, nos tempos subsequentes, as concentrações médias de nitrogênio amoniacal no rúmen foram superiores ao tratamento controle e uréia. De acordo com os autores, isto mostra a eficácia do polímero em controlar a liberação do nitrogênio. Por outro lado, ao avaliarem as concentrações séricas de N plasmático no tratamento com uréia, estas foram superiores ao grupo controle e ao grupo que recebeu ULL, entre 0,5 até 3,5 horas pós-alimentação, que mostra o risco de intoxicação com o uso da uréia.

Verificou-se no presente trabalho, que o teor de nitrogênio amoniacal ruminal está dentro da faixa considerada pela literatura como mínima para o crescimento microbiano, apresentando média de 14,18 mg/ml.

5.2.4 Nitrogênio uréico plasmático

O comportamento da concentração de N uréico plasmático após a alimentação, em função dos níveis de ULL e de NNP na PB da dieta, é apresentado nas figuras 15 e 16, respectivamente.

Figura 15 – Concentração de nitrogênio uréico plasmático em função do nível de uréia de liberação lenta (ULL) em substituição à uréia e do tempo de coleta

Figure 15 – Plasma ureic N concentration related to traditional urea replacement for slow release urea (ULL)

Figura 16 – Concentração nitrogênio uréico plasmático em função do nível de NNP na PB do suplemento

Figure 16 – Plasma urea N concentration related to the level of NPN in the dietary CP fraction

Nos tratamentos que testaram a substituição de uréia comum por ULL, observou-se desvio da linearidade ($P=0,0006$) em relação ao NUP. Não houve efeito significativo ($P=0,5343$) de dose de ULL.

De acordo com Carroll et al. (1988) e Jordan et al. (1983), dietas com alta proteína são associadas com o aumento do NUP. Neste presente experimento, houve desvio da linearidade no comportamento da resposta do NUP em relação ao nível de substituição da uréia comum pela ULL. Observou-se que a menor concentração de NUP deu-se ao nível de 50% de substituição da uréia comum pela ULL.

Há sabidamente um pico de liberação de NUP, aproximadamente 4 a 6 horas após a alimentação (revisado por Butler, 1998). Contudo, no presente experimento, como não houve a interação entre tempos de colheita e tratamentos, não se estudou o comportamento da resposta do NUP dentro dos tempos. Observa-se, na figura 16, que há tendência a um comportamento constante de NUP conforme o passar do tempo após a alimentação. Isto pode

ser explicado por Butler (1998), que afirmou haver pouca oscilação de NUP durante o dia (entre 0,02 e 0,03 mg/dl). Porém, essa flutuação dar-se-ia com menor intensidade em animais alimentados com dieta total misturada do que em animais alimentados com volumoso e concentrado separadamente, segundo Gustafsson e Palmquist (1993). Apesar de ter se oferecido aos animais os dois alimentos (feno e suplemento) juntos, houve uma homogeneização manual dos alimentos, que poderia proporcionar aos animais um processo de escolha (Forbes, 1995) e, por consequência, diferentes dinâmicas de ingestão.

6 CONCLUSÃO

A substituição de uréia tradicional por uréia de liberação lenta melhora a digestibilidade aparente da proteína bruta, mas resulta em poucos efeitos sobre o padrão de fermentação ruminal em bovinos submetidos a dietas à base de forragem de baixa qualidade. O aumento no teor de NNP com base na PB dietética pode comprometer a eficiência de utilização dos nutrientes em bovinos alimentados com forragens.

REFERÊNCIAS

AFRC. AGRICULTURE AND FOOD RESEARCH CENTER. **Energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford, UK: Cab International, 1993. 159 p.

AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C.; DAWSON, K. Optigen® 1200: controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, ALLTECH'S TWENTY FIRST ANNUAL SIMPOSIUM, 20., 2004, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2004. p. 179-185.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1477-1462, 1997.

AMARAL, D. M.; VEENHUIZEN, J. J.; DRACKLEY, J. K.; COOLEY, M. H.; MCGILLIARD, A. D.; YOUNG, J. W. Metabolism of propionate, glucose and carbon dioxide as affected by exogenous glucose in dairy cows at energy equilibrium. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 1244-1254, 1990.

AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analyses**. 15. ed. 1990. v.1, p.72-74.

BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Starea as a protein replacer for ruminants. A review of 10 years of research. **Feedstuffs**, v. 47, p. 42-44, 1975.

BERGMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, v. 70, p. 567-590, 1990.

BODINE, T. N.; PURVIS II, H. T.; COX, D. A. **Blood, ruminal and fecal measures of steers fed different combinations of supplemental energy and degradable intake protein while grazing winter range**: Animal Science Research Report, Oklahoma State University. 2000a. Disponível em: <<http://www.ansi.okstate.edu/research/2000rr/0.8htm>>. Acesso em: 21 ago. 2001a.

BODINE, T. N.; PURVIS II, H. T.; COX, D. A. **Effects of supplemental energy and degradable intake protein on grazing behavior, forage intake, digestion and performance of steers grazing winter forage**: Animal Science Research Report, Oklahoma State University. 2000b. Disponível em: <<http://www.ansi.okstate.edu/research/2000rr/0.7htm>>. Acesso em: 21 ago. 2001b.

BRODERICK, G. A.; CRAIG, W. M.; RICKER, D. B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silage. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 2266-2274, 1993.

BRODY, T. **Nutritional biochemistry**. San Diego: Academic Press, 1993. 658 p.

BUTLER, W. R. Review: Effect of protein nutrition on ovarian and uterine physiology in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 81, n. 9, p. 2533-2539, 1998.

CARDOSO, E. G. Suplementação de bovinos de corte em pastejo (semi confinamento). In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 9., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1996. p. 97-120.

CARMO, C. A. **Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação**. 2001. 74 p. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

CARROLL, D. J.; BARTON, B. A.; ANDERSON, G. W.; SMITH, R. D. Influence of protein intake and feeding strategy on reproductive performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 71, p. 3470-3481, 1988.

CASS, J. L.; RICHARDSON, C. R. **In vitro ammonia release from urea/calcium compounds as compared to urea and cottonseed meal**. Lubbock, TX, USA: Texas Tech. Univ. Agr. Sci. National Research Technology Report. T-5-342. Texas Tech University, 1994.

CATON, J. S.; DHUYVETTER, D. V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requiriments and responses. **Journal of Animal Science**, v. 75, p. 533-542, 1997.

CHASE JR., C. C.; HIBBERD, C. A. Utilization of low-quality native grass hay by beef cows fed increasing quantities of corn grain. **Journal of Animal Science**, v. 65, p. 557-566,

1987.

CHEN, K. H.; HUBER, J. T.; THEURER, C. B.; SWINGLE, R. S.; SIMAS, J. M.; CHAN, S. C.; WU, Z.; SULLIVAN, J. L. Effect of steam flaking of corn and sorghum grains on performance of lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v. 77, p. 1038-1043, 1994.

CHURCH, D. C. **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Waveland Press, 1990. 563 p.

DEL CURTO, T.; COCHRAN, R. C.; CORAH, L. R.; BEHARKA, A. A.; VANZANT, E. S.; JOHNSON, D. E. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage. II. Performance and forage utilization characteristics in grazing beef cattle receiving supplements of different protein concentrations. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 532-542, 1990.

DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P.; QUEIROZ, D. S. Suplementação de novilhos mestiços durante a época das águas: parâmetros ingestivos e digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, p. 1340-1349, 2001.

DIXON, R. M.; STOCKDALE, C. R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, v. 50, p. 757-773, 1999.

FERREIRA, R. G.; OLIVEIRA, E. R.; ORSINE, G. F.; PAULA, A. A.; OLIVEIRA, L. G.; BITTENCOURT, A. R.; SOUZA, S. N. Liberação de nitrogênio amoniacal com uso de uréia encapsulada com polímero (Optigen® Alltech). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia-GO, **Anais...** 1CD-ROM.

FIRKINS, J. L. Maximizing microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Nutrition**, v. 126, p. 1347-1354, 1996.

FORBES, J. M. **The voluntary food intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB International, 1995, 532 p.

FORERO, O.; OWENS, F. N.; LUSBY K. S. Evaluation of slow-release urea for winter supplementation of lactating range cows. **Journal Animal. Science**, v. 50, p. 532-538, 2001.

FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; VAN AMBURGH, M. E.; CHASE, L. E.; PELL, A. N.; OVERTON, T. R.; TEDESCHI, L. O.; RASMUSSEN, C. N.; DURBAL, V. M. The Net Carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion. **The Cornell University Nutrient Management Planning System**. Ithaca, NY: Cornell University, 2000. 236 p.

FRANKLIN, K. K.; WINCH, J. E.; MacCLEOD, G. K. The effect of concentrate on the digestion of bromegrass constituents. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 61, p. 935-944, 1981.

GABARRA, P. R. **Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos Nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidade ruminais**. 2001. 109 p. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2001.

GALLO, E.; EMANUELE, S. M.; SNIFFEN, C. J.; WHITE, J. H.; KNAPP, J. R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating holstein dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v. 86, p. 2154-2162, 2003.

GUSTAFSSON, A. H.; PALMQUIST, D. L. Diurnal variation of rumen ammonia, serum urea, and milk urea in dairy cows at high and low yields. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 2, p. 475-484, 1993.

HELDT, J. S.; COCHRAN, R. C.; MATHIS, C. P.; WOODS, B. C.; OLSON, K. C.; TITGEMEYER, E. C.; NAGARAJA, T. G.; VANZANT, E. S.; JOHNSON, D. E. Effects of level and source of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality tallgrass-prairie hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2846-2854, 1999b.

HELDT, J. S.; COCHRAN, R. C.; STOKKA, G. L.; FARMER, C. G.; MATHIS, C. P.; TITGEMEYER, E. C.; NAGARAJA, T. G. Effects of different supplemental sugars and starches fed in combination with degradable intake protein on low quality forage use by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 2793-2802, 1999a.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W. Feed processing. Comparasion of starch, urea and soybean as protein sources for lactating cows. **Journal of Animal Science**,

v. 53, p. 833, 1970.

HELMER, L. G.; BARTLEY, E. E.; DEYOE, C. W.; MEYER, R. M.; PFOST, H. B. Feed processing. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro. **Journal of Animal Science**, v. 53, p. 330, 1970.

HESS, B. W.; KRYSL, L. J.; JUDKINS, M. B.; HOLCOMBE, D. W.; HESS, J. D.; HANKS, D. R.; HUBER, S. A. Supplemental cracked corn or wheat bran for steers grazing endophyte-free fescue pasture: effects on live weight gain, nutrient quality, forage intake, particulate and fluid kinetics, ruminal fermentation, and digestion. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 1116-1125, 1996.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 69, p. 2755-2766, 1986.

HOOVER, W. M.; STOKES, S. R. Balancing Carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 360-372, 1991.

HUBER, J. T.; HERRERA-SALDANA, R. Synchrony of protein and energy supply to enhance fermentation. In: ASPLUND, J. M. (Ed.). **Principles of protein nutrition of ruminants**. Boca Raton, FL, USA: CRC Press, 1994. p. 113.

HUBER, J. T.; SANDY, R. A.; POLAN, C. E.; BRYANT, H. T.; BLASER, R. E. Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. **Journal of Dairy Science**, v. 50, p. 1241, 1967.

HUNTINGTON, G. B.; PRIOR, R. L.; BRITTON, R. A. Glucose and lactate absorption and metabolic interrelationships in steers changed from low to high concentrate diets. **Journal of Nutrition**, v. 111, p. 1164, 1981.

JORDAN, E. R.; CHAPMAN, T. E.; HOLTAN, D. W.; SWANSON, L. V. Relationship of dietary crude protein to composition of uterine secretions and blood in high producing dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 66, p. 1854-1862, 1983.

KÖSTER, H. H.; COCHRAN, R. C.; TITGEMEYER, E. C.; VANZANT, E. S.; ABDELGADIR, I.; ST-JEAN, G. Effect of increasing degradable intake protein on intake and digestion of low-quality, tall-grass-prairie forage by beef cows. **Journal of Animal Science**, v. 74, p. 2473-2481, 1996.

LENG, R. A. Factors affecting the utilization of poor quality forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Reviews**, v. 3, p. 277-303, 1990.

LÖEST, C. A.; TITGEMEYER, C. E.; LAMBERT, B. D.; TRATER, A. M. Branched-chain aminoacids for growing cattle limited-fed soybean hull-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 2747-2753, 2001.

MANELLA, M. Q. **Perfil de aminoácidos e estudo da cinética de degradação ruminal de alimentos em bovinos Nelore recebendo diferentes proporções de concentrado**. 2004. 104 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP, 2004.

MARCHESIN, W. A.; HERLING, V. R.; LUZ, P. H. C.; MANELLA, M. Q.; FREITAS, E. C.; SCHALCH JÚNIOR, F. J.; FERREIRA, P. E. B. Níveis de substituição da uréia de suplementos protéicos por uréia encapsulada na recria de machos da raça nelore. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa - PB, **Anais...** 1 CD-ROM.

MATHIS, C. P.; COCHRAN, R. C.; HELDT, J. S.; WOODS, B. C.; ABDELGADIR, I. E. O.; OLSON, K. C.; TITGEMEYER, E. C.; VANZANT, E. S. Effects of supplemental degradable intake protein on utilization of medium to low-quality forages. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 224-232, 2000.

NEWBOLD, J. R.; RUST, S. R. Effects of a synchronous nitrogen and energy supply on growth of ruminal bacteria in batch culture. **Journal. Animal. Science**, v. 70, p. 538-546, 1992.

NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as 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.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6. ed.

Washington, D.C.: National Academy Press, 1984. 84 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000. 242 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 8. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381 p.

NRC. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Ruminant nitrogen usage**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 138 p.

NUSSIO, L. G. **Effects on NDF levels and ruminally degradable starch on performance, ruminal parameters and in situ degradation of nutrients in lactating dairy cows fed sorghum diets**. 1997. 139 p. Thesis (Ph.D.) - University of Arizona, Tucson, 1997.

OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J. J. R. et al. Substituição total do farelo de soja por uréia ou amiréia, em dietas com alto teor de concentrado, sobre a nitrogênio amoniacal ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 738-748, 2004.

OLSON, K. C.; COCHRAN, R. C.; JONES, T. J.; VANZANT, E. S.; TITGEMEYER, E. C.; JOHNSON, D. E. Effects of ruminal administration of supplemental degradable intake protein and starch on utilization of low-quality warm-season grass hay by beef steers. **Journal of Animal Science**, v. 77, p. 1016-1025, 1999.

ØRSKOV, E. R.; HOVELL, F. D.; MOULD, F. Uso de la tecnica de la bolsa de nylon para la evaluación de los alimentos. **Production Animal Tropical**, n. 5, p. 213, 1980.

ØRSKOV, E. R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v. 92, p. 499-503, 1979.

OWENS, F. N.; ZINN, R. A. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The Ruminant Animal, Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs, NJ, USA: Prentice Hall, 1988. p. 227-249.

PROKOP, M. J.; KLOPFENSTEIN, T. J. Slow ammonia release urea. **Nebraska Beef Cattle Report** No. EC 77-218, Nebraska, 1977.

QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. A.; RESENDE, F. D.; PEREIRA, J. C.; DUTRA, A. R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos: 2. Concentração de nitrogênio amoniacal ruminal e pH ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 390-396, 1998a.

QUEIROZ, A. C.; BARBOSA, M. A.; RESENDE, F. D.; PEREIRA, J. C.; DUTRA, A. R. Suplementação da palhada de milho na alimentação de bovinos: 1. Consumo, taxa de passagem da matéria seca, degradação *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 2, p. 381-389, 1998b.

RENNO, L. N.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: consumo e digestibilidade totais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 5, p. 1775-1785, 2005.

RODRIGUES, A. A. Utilização de nitrogênio não protéico em dietas de ruminantes. V In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS DE CORTE E LEITE, 5., 2003, Goiânia. [Anais...] Goiânia: CBNA, 2003.

RUIZ, R.; TEDESCHI, L. O.; MARINI, J. C.; FOX, D. G.; PELL, A. N.; JARVIS, G.; RUSSELL, J. B. The effect of a ruminal nitrogen (N) deficiency in dairy cows: Evaluation of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System ruminal N deficiency adjustment. **Journal Dairy Science**, v. 85 p. 2986-2999, 2002.

RUSSEL, J. B.; O'CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551-3561, 1992.

SALMAN, A. K. D.; MATARAZZO, S. V.; EZEQUIEL, J. M. B. Estudo do balanço nitrogenado e da digestibilidade da matéria seca e proteína bruta de rações para ovinos, suplementados com amiréia, uréia ou farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 26, p. 179-185, 1995.

SANSON, D. W.; CLANTON, D. C.; RUSH, I. G. Intake and digestion of low-quality meadow hay by steers and performance of cows on native range when fed protein

supplements containing various levels of corn. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 595-603, 1990.

SANTOS, F. A. P.; JUCHEM, S. O.; IMAIZUMI, H. Suplementação de fontes de proteína e de amido com diferentes degradabilidades ruminais para vacas em lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 1544.

SAS. STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM. **SAS User's guides**: statistics. 8. ed. Cary: SAS, 1999. 213 p.

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 58, p. 1219, 1975

SATTER, L. D.; ROFFLER, R. E. Nitrogen requirement and utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 62, p.237, 1979. VEWRFICAR ESTES DOIS ARTIGOS SÃO OS MESMOS?

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on ruminal microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, p.199-208, 1974.

SILVA, R. M. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Uréia para vacas em lactação.1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1639-1649, 2001.

SIMAS, J. M. C. **Effect of sorghum grain processing and fat supplementation on performance and nutrient utilization in lactating dairy cows**. 1995. 147 p. Thesis (Ph.D.) - University of Arizona, Tucson, 1995.

STERN, M. D.; CALSAMIGLIA S.; ENDRES, M. I. Dynamics of ruminal nitrogen metabolism and their impact on intestinal protein supply. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1994. FALTA LOCAL. **Proceedings...** p. 105.

STOKES, S. R.; HOOVER, W. H.; MILLER, T. K.; BLAUWEIKEL, R. Ruminal digestion and microbial utilization of diets varying intake of carbohydrate and protein. **Journal of**

Dairy Science, v. 74, n. 3. p. 871-881, 1991.

TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. Accounting for ruminal deficiencies of nitrogen and branched-chain amino acids in the structure of the Cornell Net Carbohydrate and Protein System. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 2000, Rochester. **Proceedings...** Rochester: University of Cornell, 2000. p. 224-238.

THEURER, B. C.; HUBER, J. T.; DELGADO-ELORDUY, A. Steam-flaking improves starch utilization and milk production parameters. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 1996, Rochester. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1996. p. 121-130.

TIKOFISKY, J.; HARRISON, G. A. Optigen® II: Improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES, ALLTECH'S TWENTY FIRST ANNUAL SYMPOSIUM, 22., 2006, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2006. p. 373-380.

VALINOTE, A. C.; HERRERA, R. G.; LEME, P. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; SILVA, S. L. Optigen na Beef-Sacc in digestibility and degradability with high roughage diets. In: ANNUAL SYMPOSIUM, 21., 2005, Lexington. **Proceedings...** Lexington-KY: [s.n] 1 CD-ROM.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods of dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Animal Science**, v. 72, n.10, p. 3583-3597, 1991.

ZEOULA, L. M.; ALCALDE, C. R.; FREGADO, F. L.; RAYMUNDO, P. T.; BRANCO, A. F.; DAMASCENO, J. C. Degradação ruminal de grãos de cereais e da raspa de mandioca amassados (compact disc). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 1999, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira Zootecnia, 1999.