

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**PARÂMETROS RUMINAIS E EFICIÊNCIA DE SÍNTESE
DE PROTEÍNA MICROBIANA EM BOVINOS
SUPLEMENTADOS COM PROTEINADOS
COMBINANDO DIFERENTES FONTES DE
CARBOIDRATOS E NITROGÊNIO NÃO PROTÉICO**

MARIA PAULA FERREIRA FIALHO

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG
2007

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

ESCOLA DE VETERINÁRIA

Colegiado dos Cursos de Pós-Graduação

**PARÂMETROS RUMINAIS E EFICIÊNCIA DE SÍNTESE DE PROTEÍNA
MICROBIANA EM BOVINOS SUPLEMENTADOS COM PROTEINADOS
COMBINANDO DIFERENTES FONTES DE CARBOIDRATOS E
NITROGÊNIO NÃO PROTÉICO**

Dissertação apresentada à Universidade
Federal de Minas Gerais, como requisito
para obtenção do grau de Mestre em
Zootecnia

Área: Nutrição Animal

Orientadora: Profa. Dra. Eloísa de Oliveira
Simões Saliba

MARIA PAULA FERREIRA FIALHO

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA – UFMG
2007

F438p Fialho, Maria Paula Ferreira, 1981-

Parâmetros ruminais e eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos suplementados com proteinados combinando diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não protéico / Maria Paula Ferreira Fialho. – 2007.

58 p. : il.

Orientadora: Eloísa de Oliveira Simões Saliba

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Bovino de corte – Alimentação e rações – Teses. 2. Feno como ração – Teses.
3. Uréia – Teses. 4. Amiréia – Teses. 5. Dieta em veterinária - Teses. I. Saliba, Eloísa de Oliveira Simões. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária.
III. Título.

CDD – 636.213 085

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, Graça e Crizanto: amo vocês!

Ao Fabrício: sua companhia torna tudo mais fácil. Te amo!

AGRADECIMENTOS

À prof. Eloisa, pela oportunidade de realização do mestrado, pela orientação e compreensão em todos os momentos e pelo carinho.

Ao amigo, primo e co-orientador Luiz Orcírio por guiar meus passos na profissão desde o primeiro momento, compartilhando sua experiência e conhecimentos. Pela amizade e preocupação, pela disponibilização da fazenda e dos animais para o experimento, enfim, por tudo...

À Escola de Veterinária da UFMG pela oportunidade de realização do curso de mestrado.

Ao CnPQ pelo suporte financeiro no decorrer do trabalho.

Aos meus pais, Graça e Crizanto, por todo o apoio e por serem sempre meu porto seguro.

Ao Fabrício, por todo o amor e compreensão nestes dois anos de distância e saudade. Por sempre me incentivar a seguir em frente e a acreditar que o esforço valia a pena.

À Paula pelo companheirismo e amizade em todos os momentos.

Aos meus irmãos, Valéria e Crizantho Neto, que mesmo estando longe participam de minhas conquistas.

Aos membros da banca pelas sugestões no trabalho e ao Warley (Sabará) pelas dicas desde o início do experimento e pela sua eterna disposição e paciência.

Aos tios Ruben e Cléa, por abrirem as portas da fazenda e de sua casa para a realização do experimento.

Aos funcionários da fazenda Rancho Alegre, em especial ao Sílvio, pelo cuidado e atenção durante o período experimental, e ao seu Osvaldo, Rominho e Dona Cida que foram fundamentais na condução do experimento.

Ao Toninho por toda a ajuda durante as análises laboratoriais.

Aos amigos Wando, Paula, Janaína, Salete e Guilherme pela ajuda e companhia nas “infinitas” análises laboratoriais.

Aos grandes amigos e colegas que me acompanharam durante estes dois anos: Janaína, Patrícia, Yuri, Salete, Leonília, Nathalia, Guilherme, Luciano, Silas, Wilson, Leandro, Juliana Colodo e Cordeiro, Mariana, Verinha, Fabiana, e todos os que fizeram os dias em Belo Horizonte muito mais fáceis e felizes. Pela companhia e amizade tanto nos momentos difíceis como nas idas ao Mineirão, nas festas do campinho e nas reuniões nas repúblicas. Vocês fizeram toda a diferença!!!

À Iara, que foi amiga e mãe nos momentos mais difíceis, sempre trazendo alegria e as palavras certas. Você não imagina a força que nos deu!

Às amigas, Paola, Cris, Dani e Denise, à “vóterana” Fabiana, ao tio Cirênio e Gerusa por tudo que fizeram para ajudar nos primeiros momentos e pela amizade e carinho que tiveram quando tudo parecia tão difícil.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	8
LISTA DE FIGURAS.....	9
LISTA DE ABREVIATURAS.....	9
RESUMO.....	11
ABSTRACT.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	14
2.1. CARACTERÍSTICAS PRODUTIVAS E NUTRICIONAIS DA <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i>	14
2.2. SUPLEMENTAÇÃO COM PROTEINADOS	15
2.3. SINCRONIZAÇÃO ENTRE FONTES DE NITROGÊNIO E CARBONO	17
2.3.1. FONTES ALTERNATIVAS DE NITROGÊNIO NÃO PROTÉICO (NNP)	18
2.4. CONSIDERAÇÕES SOBRE O USO DE MILHO OU CASCA DE SOJA COMO FONTES DE CARBOIDRATOS	19
2.5. PARÂMETROS DE FERMENTAÇÃO RUMINAL	21
2.5.1. PRODUÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS VOLÁTEIS (AGV).....	21
2.5.2. PRODUÇÃO DE NITROGÊNIO AMONIACAL (N-NH₃) RUMINAL	22
2.5.3. PH RUMINAL	23
2.6. NÍVEIS DE URÉIA PLASMÁTICA.....	24
2.7. EXCREÇÃO DE COMPOSTOS NITROGENADOS NA URINA	25
2.8. COMPOSIÇÃO MICROBIANA E EFICIÊNCIA DE SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA	26
2.8.1. ESTIMATIVA DA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA MICROBIANA POR MEIO DOS DERIVADOS DE PURINA NA URINA	28
3. MATERIAL E MÉTODOS	30
3.1. LOCAL, ANIMAIS E ALIMENTAÇÃO.....	30
3.2. COLETAS DE AMOSTRAS	32
3.2.1. LÍQUIDO RUMINAL	32
3.2.2. CONTEÚDO RUMINAL	32
3.2.3. SANGUE	32
3.2.3. URINA	32
3.3. ANÁLISES LABORATORIAIS.....	33
3.4. CÁLCULOS	33
3.5. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	34
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.1. TEORES DE PB, PDR E PNDR DAS DIETAS E PARÂMETROS RUMINAIS (N-NH₃, PH E AGVs).....	35
4.2. VOLUME URINÁRIO, EXCREÇÃO DE DERIVADOS DE PURINA NA URINA, URÉIA NA URINA E NO PLASMA, EFICIÊNCIA DE SÍNTESE MICROBIANA E COMPOSIÇÃO DAS BACTÉRIAS RUMINAIS.....	43
5. CONCLUSÕES.....	49
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	50

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição bromatológica (% da matéria seca) do capim e feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu de acordo com os dias de rebrota.....	15
Tabela 2. Composição nutricional do milho grão em porcentagem da matéria seca (MS).....	20
Tabela 3. Composição nutricional da casca de soja, em porcentagem da MS	21
Tabela 4. Ácidos graxos voláteis ruminais produzidos na fermentação de celulose, hemicelulose e amido, em dieta com menos de 40% de forragem (mol de AGV produzido por mol de substrato fermentado).....	22
Tabela 5. Composição dos proteinados utilizados no experimento.....	31
Tabela 6. Composição nutricional dos proteinados utilizados no experimento, em base da MS	31
Tabela 7. Composição bromatológica do feno de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu, em porcentagem da MS	32
Tabela 8. Análise de variância	35
Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) das dietas, em porcentagem da matéria seca (MS) e consumo de PDR e PNDR em kg/dia, nos diferentes tratamentos.....	36
Tabela 10. Concentrações de N-NH ₃ (mg/dl) no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação	36
Tabela 11. Valores de pH no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação	39
Tabela 12. Concentrações de AGV (mmol%) no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação	41
Tabela 13. Valores médios (%) de acetato, propionato e butirato no líquido ruminal de bovinos recebendo diferentes proteinados	42
Tabela 14. Médias nos cinco tratamentos de produção de acetato, propionato e butirato de acordo com o tempo de coleta após a alimentação.....	42
Tabela 15. Volume urinário (VU), excreção de derivados de alantoína (Ala) e ácido úrico (AcU) na urina e produções de purinas totais (PT), endógenas (PE) e absorvíveis (PA), N microbiano (N mic.) e proteína microbiana (Prot. mic.) estimadas pelas equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001).....	44
Tabela 16. Valores de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e eficiência de síntese de síntese de proteína microbiana (N mic/Kg MODR) segundo as equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001)	45
Tabela 17. Concentração de uréia e N-uréia no plasma e uréia excretada na urina de bovinos Nelore recebendo diferentes proteinados.....	47
Tabela 18. Efeito do horário de coleta de urina após a alimentação sobre o volume urinário (Vol), a excreção de alantoína (Ala), ácido úrico (AcU), purinas totais (PT) e uréia.....	48

Tabela 19. Composição das bactérias isoladas no rúmen, matéria seca (MS), matéria orgânica (MOrg.), proteína bruta (PB) e nitrogênio total (NT) em base da MS, nos diferentes tratamentos	49
---	----

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de concentração de N-NH ₃ no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados	38
Figura 2. Curvas de concentração de N-NH ₃ : a) casca de soja (CSO) e milho (MO) nos tratamentos com Optigen [®] ; b) casca de soja (CSU) e milho (MU) nos tratamentos com uréia	38
Figura 3. Curvas de pH no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados	40
Figura 4. Curvas de concentração de AGV no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados	42

LISTA DE ABREVIações

AcU	Ácido úrico
AGV	Ácido graxo volátil
ALA	Alantoina
CHOADR	Carboidratos aparentemente degradáveis no rúmen
CHODR	Carboidratos degradáveis no rúmen
CNCPS	<i>Cornell net carbohydrate and protein system</i>
CNF	Carboidratos não fibrosos
CPB	Consumo de proteína bruta
CPDR	Consumo de proteína degradável no rúmen
CPNDR	Consumo de proteína não degradável no rúmen
CSO	Casca de soja + optigen [®]
CSU	Casca de soja + uréia
DAPA	Ácido 2,6 diaminopimélico
DIVMO	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria orgânica
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
DP	Derivados de purinas
EE	Extrato etéreo
EMF	Energia metabolizável fermentável

FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
MA	Milho + amiréia
MM	Matéria mineral
MO	Milho + optigen [®]
MOrg	Matéria orgânica
MOADR	Matéria orgânica aparentemente degradável no rúmen
MODR	Matéria orgânica degradável no rúmen
MS	Matéria seca
MU	Milho + uréia
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NNP	Nitrogênio não proteico
NT	Nitrogênio total
NUP	Nitrogênio uréia plasmático
PA	Purinas absorvíveis
PB	Proteína bruta
PDR	Proteína degradável no rúmen
PE	Purinas endógenas
PNDR	Proteína não degradável no rúmen
PT	Purinas totais
PV	Peso vivo
VU	Volume urinário

RESUMO

Fialho, M.P.F.

Parâmetros ruminais e eficiência de síntese de proteína microbiana em bovinos suplementados com proteinados combinando diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não protéico

O objetivo do presente estudo foi avaliar os efeitos das combinações entre diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não protéico (NNP) em proteinados para bovinos de corte, alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em relação aos parâmetros de fermentação ruminal, concentrações de uréia no plasma e na urina, eficiência de síntese de proteína microbiana e composição das bactérias ruminais. Foram utilizados cinco bovinos Nelore machos adultos, com peso médio de 721 kg, fistulados no rúmen e confinados em baias individuais. Os animais foram divididos em cinco tratamentos, compondo um quadrado latino 5x5. Os tratamentos consistiram de 600 g/animal/dia dos seguintes proteinados: CSO (casca de soja + uréia encapsulada (Optigen[®])), CSU (casca de soja + uréia), MA (milho + amiréia), MO (milho + Optigen[®]) e MU (milho + uréia). Todos os proteinados continham farelo de soja em sua composição para mantê-los isoprotéicos e isoenergéticos, com 35% de PB e 35% de NDT. O volumoso utilizado foi um feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, fornecido *ad libitum*. As coletas de líquido ruminal, para determinação do pH, N-NH₃ e AGV, foram realizadas 0, 2, 4, 6, 9, 12, 18 e 24 horas após o fornecimento dos proteinados. Foram realizadas coletas *spot* de urina, aproximadamente 4 horas após a alimentação, por meio de micção espontânea, para determinação da excreção de uréia e dos derivados de purina (alantoína e ácido úrico) e determinação da eficiência de síntese de proteína microbiana. Foram realizadas, ainda, coletas de urina após 8 e 12 horas da alimentação para comparação dos resultados. As coletas de sangue, para determinação da concentração de uréia plasmática foram realizadas no horário de 4 horas após a suplementação, juntamente com a coleta de urina. No último dia do período experimental, foi coletado líquido ruminal para isolamento de bactérias e determinação da composição bacteriana nos diferentes tratamentos. As médias de N-NH₃ no líquido ruminal foram inferiores ($p < 0,05$) para o tratamento CSO (3,98 mg/dl) em relação ao MU (5,80 mg/dl) e MO (5,50 mg/dl), sendo que ambos não diferiram dos demais tratamentos. Não foram observadas diferenças no pH e concentração de AGV no líquido ruminal entre os tratamentos ($p > 0,05$). As concentrações de uréia no plasma e na urina, assim como as excreções dos derivados de purina na urina e a síntese de proteína microbiana não variaram ($p > 0,05$) entre os tratamentos. O horário de coleta de urina não afetou a determinação do volume urinário e da concentração de uréia ($p > 0,05$), no entanto, afetou a determinação da excreção de alantoína e, conseqüentemente, de purinas totais, sendo superiores na coleta de 12 horas após a alimentação ($p < 0,05$). A composição das bactérias ruminais (% MS e PB) não variou entre os tratamentos ($p > 0,05$).

Palavras-chave: amiréia, casca de soja, derivados de purina, optigen, proteinados, uréia.

ABSTRACT

Fialho, M.P.F.

Ruminal fermentation characteristics and microbial protein synthesis of cattle fed supplements with different combinations of carbohydrate and protein

The aim of this study was to evaluate the combination of different sources of carbohydrates and non-protein nitrogen (NPN), in low intake supplements for beef cattle fed a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu hay, over ruminal fermentation characteristics, urea concentrations in plasma and urine, microbial protein synthesis efficiency and bacteria composition. Five adult bulls, averaging 721 kg BW, fitted with ruminal cannulas and kept in individual pens, were allocated within five treatments, constituting a 5x5 latin square. Treatments consisted of 600 g/animal/day of the following supplements: CSO (soybean hulls + slow release urea (Optigen[®])), CSU (soybean hulls + urea), MA (ground corn + starea), MO (ground corn + Optigen[®]), MU (ground corn + urea). All the supplements contained soy meal in its composition to keep it with the same levels of protein and energy, with 35% of CP and 35% TDN. Ruminal fluid was collected, for determination of pH, N-NH₃ and VFA concentrations, at 0, 2, 4, 6, 9, 12, 18 and 24 hours after supplementation. Spot urine collections were obtained, 4 hours after feeding, when animals urinated spontaneously, to determine urea and purine derivatives (alantoin and uric acid) excretions and microbial protein synthesis efficiency. Besides the 4 hours after feeding, urine was collected after 8 and 12 hours of supplementation to evaluate the effect of collection period on the excretion of these compounds. Blood was collected at 4 hours after feeding, for determination of plasma urea concentration. At the last day of experimental period, ruminal fluid was collected to determine the composition of ruminal bacteria. Medium N-NH₃ concentrations in ruminal fluid were lower ($p < 0,05$) in CSO treatment (3,98 mg/dl) compared to MU (5,80 mg/dl) and MO (5,50 mg/dl), and both were not different from other treatments. Ruminal pH and VFA concentrations did not differ among treatments ($p > 0,05$). Urea concentrations in plasma and urine so as purine derivatives excretion and microbial protein synthesis efficiency did not differ among treatments ($p > 0,05$). Time of urine collection after feeding did not affect urinary volume and urea excretion ($p > 0,05$), otherwise, alantoin and total purine excretion were higher when urine was collected at 12 hours after feeding, compared to 4 and 8 hours collections ($p < 0,05$). Bacteria composition (% DM and CP) was not affected by supplements composition ($p > 0,05$).

Key-words: optigen, protein supplements, purine derivatives, soy hulls, starea, urea

1. INTRODUÇÃO

A pecuária de corte tem importante papel na economia do país, sendo fundamental na manutenção do equilíbrio da balança comercial e, ainda, como fonte de empregos e alimentos para a população. Desta forma, é de fundamental importância o conhecimento e controle das situações que permitam melhor aproveitamento do potencial produtivo da atividade, com incremento da eficiência de produção e redução de custos. Neste sentido, o potencial forrageiro do país, com grandes extensões de áreas de pastagens cultivadas, aponta a criação a pasto como alternativa mais viável. No entanto, é fundamental o estudo de alimentos que sirvam como alternativas de suplementação, principalmente para períodos de escassez de forragens, ou ainda, para intensificação da produção.

Os proteinados são suplementos obtidos pela mistura de fontes protéicas, principalmente de nitrogênio não protéico (NNP), energéticas e minerais, com o objetivo de melhorar as condições de fermentação ruminal pela manutenção do nível mínimo de 7% de proteína bruta (PB) na MS que, segundo Egan & Doyle (1985), permite melhora na digestibilidade das forragens e incremento do consumo pelos animais. A uréia é a principal fonte de nitrogênio utilizada, devido ao baixo custo, comparada às fontes de proteína verdadeira, e à sua eficiência em fornecer proteína degradável no rúmen que, juntamente com os carboidratos disponíveis, permitem maior crescimento microbiano.

A proteína microbiana supre a maioria dos aminoácidos no intestino delgado, sendo a proteína não degradável no rúmen a segunda maior fonte de aminoácidos absorvíveis para o animal (NRC, 2001). A otimização da fermentação ruminal e a maximização da eficiência de síntese microbiana poderão ser obtidas por intermédio da manipulação dos componentes da dieta. As disponibilidades

de energia e compostos nitrogenados são os principais determinantes do processo de síntese microbiana no rúmen.

No mesmo sentido da utilização de uréia como alternativa de menor custo para a suplementação nitrogenada, o aproveitamento de sub-produtos da indústria de alimentos, como fontes energéticas e protéicas para a nutrição animal, é uma alternativa de menor custo, uma vez que os alimentos convencionais muitas vezes competem com a alimentação humana. A casca de soja é um sub-produto da industrialização do grão de soja, com grande potencial para alimentação de ruminantes, apresentando 12% de PB e, apesar de apresentar alta proporção de fibra em detergente neutro (FDN), esta é de alta digestibilidade, constituindo uma boa fonte de energia.

A atividade dos microrganismos ruminais permite que os ruminantes utilizem carboidratos estruturais como fonte energética, e nitrogênio não protéico (NNP) como fonte protéica. Dessa forma, para se obter maior produção, é necessária a maximização do crescimento microbiano e, para isto, é importante o conhecimento das características ruminais que influenciam a atividade microbiana. Alguns parâmetros são utilizados como indicativos das condições do ambiente ruminal, como o pH ruminal, a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e o teor de ácidos graxos voláteis (AGV).

A disponibilidade de nitrogênio é freqüentemente a principal limitação da fermentação ruminal de forragens de baixa qualidade e a concentração de amônia ruminal pode ser utilizada como um índice para monitorar as necessidades de suplementação dietética de nitrogênio. Ao mesmo tempo, quanto maior for a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia, e, quando esta produção for superior à capacidade de utilização desta pelos microrganismos ruminais, maiores serão as perdas urinárias

de compostos nitrogenados na forma de uréia. A concentração elevada de uréia plasmática está relacionada com utilização ineficiente da proteína bruta da dieta.

O objetivo deste trabalho foi estudar os efeitos da associação de milho ou casca de soja com diferentes fontes de nitrogênio não protéico (NNP), em suplementos proteinados para bovinos, sobre os parâmetros de fermentação ruminal, síntese de proteína microbiana, por meio da determinação dos derivados de purina na urina, concentração de uréia no plasma e na urina e composição das bactérias ruminais.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Características produtivas e nutricionais da *Brachiaria brizantha*

Recentemente, a demanda por sementes comerciais de *Brachiaria brizantha* tem correspondido a mais de 50% do mercado brasileiro de forrageiras tropicais e, essa forrageira, juntamente com a *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria humidicula*, perfazem cerca de 80% ou mais do comércio brasileiro de forrageiras tropicais (Zimmer & Euclides, 2000). As gramíneas do gênero *Brachiaria sp.*, em geral, adaptam-se às mais variadas condições de solo e clima, ocupando espaço cada vez maior na região dos cerrados, onde encontraram condições propícias ao seu desenvolvimento (Oliveira, 2005).

As gramíneas de clima tropical possuem teores de proteína bruta (PB) inferiores aos das espécies temperadas, principalmente devido às altas proporções de caules e feixes vasculares nas folhas (Minson, 1990). Além disso, sabe-se que o conteúdo de proteína decresce com o amadurecimento da planta, isto porque, segundo Euclides et al. (1999) com o envelhecimento natural da forragem observa-se um acréscimo na proporção de caule em relação à quantidade de folhas e, ainda, segundo Saliba et al. (2001) com o acréscimo na proporção de caule, a concentração de lignina aumenta e a pastagem torna-se menos digestível.

As braquiárias, em geral, apresentam alto potencial de produção de matéria seca. Valle (1985) apresentou resultados de produção de 183 acessos de *Brachiaria sp.*, estabelecidos em solo ácido (pH 4,2) e de baixa fertilidade, não adubado. A produção média para *Brachiaria brizantha* foi de 9,7 toneladas de MS por hectare ano.

A tabela 1 apresenta os valores médios encontrados na literatura de composição bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv Marandu, de acordo com os dias de rebrota, e do feno de *Brachiaria brizantha* apresentados nas tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos (Valadares Filho et al., 2006).

Tabela 1. Composição bromatológica (% da matéria seca) do capim e feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu de acordo com os dias de rebrota

Nutriente (%)	Dias de rebrota					Feno
	0 a 15	16 a 30	31 a 45	46 a 60	76 a 90	
MS	27,20	25,20	27,10	25,65	24,45	84,90
PB	12,15	11,75	10,45	8,45	7,70	4,95
MM	9,55	8,70	8,20	7,55	7,20	5,80
FDN	66,90	65,25	67,60	69,30	70,45	77,91
FDA	33,15	31,75	34,05	36,55	40,10	43,86
Lignina	4,55	4,00	4,30	4,60	5,25	-
DIVMS	64,70	68,90	65,50	63,65	60,60	35,10

Adaptada de Valadares Filho et al. (2006)

MS (matéria seca); PB (proteína bruta); MM (matéria mineral); FDN (fibra em detergente neutro); FDA (fibra em detergente ácido); DIVMS (digestibilidade *in vitro* da matéria seca).

2.2. Suplementação com proteinados

Os proteinados, ou misturas múltiplas, são suplementos obtidos pela mistura de fontes protéicas, nitrogênio não protéico (uréia), energia, macrominerais e microminerais (Rodrigues, 2002). Segundo Oliveira (2001), o fornecimento de proteinados objetiva aumentar a eficiência ruminal, através do fornecimento de nitrogênio degradável no rúmen para atender a exigência mínima de 7% de PB, ocasionando melhoria da digestibilidade das forragens de baixa qualidade nutricional na época seca, promovendo um incremento no consumo de matéria seca da forragem.

O consumo de MS é um dos principais determinantes do processo produtivo, sendo que a baixa produção de bovinos nos trópicos deve-se, em grande parte, ao baixo consumo de MS (Barbosa, 2004).

A quantidade de MS consumida é uma medida crítica para fazer inferências nutricionais e se alcançar um balanço positivo entre a oferta e a demanda por nutrientes do animal em pastejo. O consumo pelo bovino a pasto e seu desempenho é dependente da forragem disponível e de sua qualidade. Segundo o NRC (1996), pastagens com menos de 2000 kg de MS por hectare levam a um menor consumo pelos animais e a um aumento no tempo de pastejo.

No entanto, quando há razoável disponibilidade de MS no campo, o fornecimento de suplementos proteinados, ou misturas múltiplas, pode promover significativos aumentos no consumo voluntário (Hennesy & Williamson, 1990; Franco et al., 1999), com conseqüente aumento no aporte de nutrientes, melhorando o desempenho animal e a produtividade do rebanho (Manella et al., 2002).

Thiago (2001) afirma que o consumo da mistura deve ser controlado com o uso do sal branco, devendo ser de, aproximadamente, 1g/kg de peso vivo/animal/dia. Desta forma, devem-se obter ganhos moderados de até 200g/animal/dia para animais em recria no período da seca.

De acordo com Rodrigues (2002), a suplementação com proteinados permite sair da situação de perda de peso animal, durante a estação seca, para a obtenção de ganho de peso moderado, em torno de 200 a 300 g/animal/dia, dependendo da disponibilidade de forragem. Em condições tropicais, o baixo desempenho normalmente se deve à deficiência de proteína no rúmen. Este é um caso típico em que a suplementação com uréia e enxofre pode prevenir a perda de peso (Oliveira, 2001).

Lopes et al. (1999) avaliaram a suplementação com proteinados para bovinos Nelore, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Foram utilizados

três níveis de inclusão de uréia (10, 11,1 e 12,3%), em substituição ao farelo de soja, comparados com o tratamento controle composto apenas de sal mineral. O peso médio dos animais era de 175 kg e o consumo dos suplementos foi inferior a 0,1% do PV. Foi observado maior ganho de peso para os animais suplementados em relação ao grupo controle, não havendo diferença de desempenho para os diferentes níveis de inclusão de uréia.

Diversos autores (Manella et al., 2002; Zervoudakis et al., 2002; Paulino et al., 1996) têm demonstrado que a inclusão de fontes protéicas nos suplementos para bovinos a pasto resultou em melhorias no desempenho dos animais. Segundo Goes et al. (2003), a suplementação com proteína verdadeira ou NNP tem sido recomendada com a idéia de melhorar o aproveitamento e a utilização da forragem pastejada.

Cavaguti et al. (2001) avaliaram a suplementação com proteinados para animais a pasto no período seco do ano (junho a novembro). Os tratamentos consistiam de um controle, com apenas mistura mineral; mistura mineral com 30% de uréia; mistura mineral com 8% de uréia e 22,6% de proteína de soja e mistura mineral com 12% de uréia e 11,4% de proteína de soja. O peso inicial médio dos animais foi de 221,6 kg, e o consumo dos suplementos foi: 56,0; 63,6; 199,1 e 141,3 g/animal/dia, respectivamente. Já no período das águas os animais receberam apenas mistura mineral ou proteinado com 25% de proteína bruta proveniente do farelo de algodão. Levando-se em conta o período experimental total, seca e águas, todos os grupos ganharam peso, não havendo diferença entre eles ($p>0,05$). No entanto, o ganho médio diário dos animais que receberam o proteinado com 8% de uréia na seca e suplementados nas águas foi 33% superior ao dos animais que receberam apenas mistura mineral durante o ano todo.

O teor de PB dos suplementos proteinados foi estudado por diversos autores. Beauty et al. (1994) estudaram

suplementos com 10, 20, 30 e 40% de PB e avaliaram o desempenho e o consumo de uma forragem de baixa qualidade. Foi observada uma resposta quadrática do consumo com o aumento do teor de PB, atingindo um pico nos animais que receberam o suplemento com 30% de PB.

Suplementando bovinos Nelore a pasto com proteinados contendo 30, 40 ou 50% de PB, Oliveira (2005) observaram que o suplemento com 30% de PB proporcionou maior ganho de peso em relação aos demais tratamentos e, ainda, maior consumo de MS, FDN e celulose e síntese de proteína microbiana em relação ao suplemento com 50% de PB.

Estudo de desempenho com novilhas mestiças Holandês-Zebu suplementadas com 500 g/ dia de um proteinado a base de milho e farelo de soja (proteína degradável no rúmen) ou milho e farelo de glúten de milho (proteína não degradável no rúmen), não demonstrou diferença de ganho de peso entre os suplementos, que foram superiores ao grupo controle, que recebeu apenas sal mineral (Zervoudakis et al., 2002).

Porto et al. (2005) estudaram diferentes fontes de energia em proteinados para bovinos Nelore em recria, durante o período das águas. Os tratamentos consistiam de mistura mineral (MM); grão de milho triturado + grão de sorgo triturado + uréia + MM; grão de milho triturado + uréia + MM; grão de sorgo triturado + uréia + MM, com consumo de 60 g/animal/dia de MM e 560 g/animal/dia dos proteinados. Verificou-se efeito da suplementação ($p<0,05$) sobre o desempenho animal, com ganho médio próximo a 600 g/animal/dia para os animais suplementados e 360 g/animal/dia para o tratamento controle. Não foi observado efeito ($p>0,05$) das fontes energéticas dos proteinados sobre o desempenho dos novinhos.

2.3. Sincronização entre fontes de Nitrogênio e Carbono

Segundo Valadares Filho et al. (2002), a uréia é uma das fontes mais utilizadas para suprir parcialmente as deficiências protéicas das pastagens, podendo substituir totalmente os farelos protéicos em dietas para bovinos alimentados com níveis moderados de concentrado e com potencial de ganho de aproximadamente 1 kg/dia. O baixo custo por unidade de proteína e a facilidade de fornecimento são algumas vantagens da sua utilização.

No entanto, o uso da uréia pelos ruminantes é limitado em virtude da sua baixa palatabilidade, sua segregação quando misturada com farelos e toxicidade (Chalupa, 1968), agravada pela elevada solubilidade no rúmen, o que a transforma muito rapidamente em amônia, devido à ação da enzima urease produzida pelos microrganismos ruminais (Owens & Zinn, 1988; Reynolds, 1992).

A rápida degradação da uréia no rúmen pode acarretar um aumento nas concentrações de N-NH₃ e uma alta absorção de amônia pela parede ruminal, caso não haja carboidratos fermentáveis suficientes no rúmen. Isto irá acarretar uma sobrecarga de N-amoniaco no fígado e um gasto maior de energia para a excreção da uréia, além de risco de intoxicação. A taxa de degradação ruminal da fonte energética é o principal fator limitante para a utilização do NNP (Gabarra, 2001).

Este processo metabólico é indesejável, pois requer o uso de energia que poderia ser utilizada para a produção (Thiago, 1998), uma vez que a síntese de uma molécula de uréia apresenta balanço negativo de 1 ATP (Brody, 1993).

A quantidade de proteína microbiana sintetizada varia com a disponibilidade de N liberado e da energia disponível para a síntese. A deficiência de aminoácidos absorvidos no intestino pode, muitas vezes, ser atribuída diretamente à

baixa concentração de PB da forragem, entretanto, pode também ser devida à falta de conversão do N-NH₃ em proteína pela insuficiência em carboidratos prontamente fermentáveis no rúmen (Minson, 1990).

Aparentemente, os grãos apresentam sincronização natural das taxas de disponibilidade ruminal de energia e proteína. Herrera-Saldana et al. (1990) relataram taxas de desaparecimento ruminal *in situ* de 98 e 98% na aveia, 95 e 95% no trigo, 90 e 91% na cevada, 62 e 70% no milho e 49 e 57% no sorgo, para amido e nitrogênio, respectivamente. O problema está na alta proporção de amido e baixa de PB na composição dos grãos, já que além da taxa de fermentação ruminal, deve-se considerar a relação energia:proteína no rúmen (Huber & Herrera-Saldana, 1994).

Avaliando a sincronização de fontes de amido e nitrogênio de alta ou baixa degradabilidade ruminal, Herrera-Saldana et al. (1990) observaram que a síntese de proteína microbiana foi aumentada em 22,1% para o tratamento com fontes de amido e nitrogênio altamente degradáveis no rúmen (cevada e farelo de algodão) em relação às fontes de menor degradabilidade (milho e grãos de cervejaria desidratados) e às dietas não sincronizadas (cevada e grãos de cervejaria ou milho e farelo de algodão). Os autores concluíram que a utilização dos nutrientes no rúmen foi mais influenciada pela degradabilidade do amido em relação à da proteína.

Zeoula et al. (2002) compararam diferentes fontes energéticas em dietas de bovinos com farelo de soja como fonte de nitrogênio. Os tratamentos foram: milho, milho+casca de mandioca desidratada, raspa de mandioca e farinha de varredura de mandioca. O maior valor de eficiência microbiana aparente (30,1 g de N microbiano/ kg de MO degradada no rúmen) foi observado para a ração com farinha de varredura, indicando que esta fonte energética possivelmente apresentou uma melhor sincronização com a fonte protéica (farelo de soja), diminuindo a perda de N na

forma de N-NH₃ e aumentando a eficiência microbiana.

2.3.1. Fontes alternativas de nitrogênio não protéico (NNP)

A quantidade de NNP que pode ser usada em dietas de ruminantes é limitada devido à rápida hidrólise do nitrogênio à amônia no rúmen. Essa hidrólise pode ocorrer em uma taxa muito maior que a utilização do nitrogênio amoniacal pelas bactérias ruminais, resultando em acúmulo e absorção de amônia pela circulação sanguínea (Satter & Slyter, 1974). O resultado é que grande parte do nitrogênio das fontes de NNP pode não ser utilizado pelas bactérias ruminais. Uma fonte de NNP com liberação lenta de amônia teria vantagens de melhorar a disponibilidade da mesma para síntese microbiana e reduziria problemas com toxidez (Bartley & Deyoe, 1975).

Alguns exemplos de fontes de NNP de liberação mais lenta já utilizados em ruminantes incluem acetilureia, biureto, amiréia e uréia tratada com formaldeído (Galo et al., 2003). Esses compostos não se apresentaram tão vantajosos como a uréia, já que grande parte do nitrogênio contido neles pode deixar o rúmen sem ser convertido a amônia, reduzindo sua incorporação na proteína microbiana; e, ainda, observou-se que a formação de amônia no rúmen a partir destes compostos ainda era muito rápida para otimizar a produção de proteína microbiana ruminal (Owens & Zinn, 1988; Henning et al., 1993).

Galo et al. (2003) testaram uma uréia revestida com polímero (Optigen[®]) em vacas Holandesas em lactação, com o objetivo de reduzir a excreção de nitrogênio pelos animais, pela melhor utilização deste pelas bactérias ruminais. Foram testados 3 tratamentos: PB18+CU (18% de PB com 0,77% da MS de Optigen[®]); PB18-CU (18% de PB com 0,30% de uréia) e PB16+CU (16% de PB com 0,77% de Optigen[®]). A uréia revestida com polímero aumentou a

excreção urinária de N no tratamento PB18+CU, sendo também elevada no PB16+CU, levando-se em conta a menor ingestão de PB. Essas alterações na excreção urinária foram acompanhadas pela ausência de resposta no fluxo de proteína microbiana do rúmen. Os autores acreditam que os resultados podem ser devido a uma quebra parcial do polímero e rápida liberação de uréia no rúmen ou a uma digestibilidade do amido mais baixa que a esperada na formulação da dieta, afetando a utilização do nitrogênio pelas bactérias, ou ainda, uma combinação dos dois fatores.

Os efeitos de dois níveis de NNP na dieta, provenientes de uréia ou uréia encapsulada (optigen[®]), sobre pH e concentração de amônia no líquido ruminal e síntese de proteína microbiana foram testados por Tikofsky & Harrison (2006), em experimento *in vitro*. Os tratamentos consistiam de 0,2 ou 0,48% de uréia na MS da dieta ou 0,22 ou 0,55% de optigen[®] na MS. Não foram observadas diferenças na concentração de N-NH₃ e no pH ruminal entre as dietas. A produção de N microbiano foi maior para as dietas com optigen[®], assim como a eficiência de síntese de proteína microbiana. A maior diferença foi observada para as dietas com maior concentração de NNP, indicando um melhor aproveitamento do N-NH₃ nestas dietas quando foi utilizado o optigen[®].

A amiréia é o produto resultante da extrusão do amido com a uréia. Este produto fornece energia disponível aos microrganismos do rúmen ao mesmo tempo em que a uréia é hidrolisada em amônia, provendo, simultaneamente, os principais componentes para a síntese de proteína microbiana. Neste processo, o grão de amido é gelatinizado e a uréia passa para a forma não cristalina. Após sofrer modificações na sua estrutura, a uréia está menos disponível ao ataque da urease bacteriana em relação à sua forma original, e o amido gelatinizado resulta em um produto mais fermentável, o qual reduz o pH do rúmen. Conseqüentemente, é mais lenta a absorção

da amônia e menor sua concentração no sangue, reduzindo os riscos de toxidez (Gonçalves, 2003).

Utilizando machos da raça Nelore com peso médio de 373,8 kg, Oliveira (2001) não verificou vantagens no uso da amiréia na composição de misturas múltiplas, em relação à mistura com uréia e ao tratamento controle com sal mineral. No entanto, os autores chamaram atenção para a qualidade das pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que compunham os piquetes experimentais, o que poderia impedir o efeito benéfico das misturas múltiplas no ambiente ruminal.

Stiles et al. (1975), utilizando novilhos em terminação, observaram menor concentração de amônia ruminal no tratamento com amiréia, quando comparado a uma mistura de uréia mais sorgo moído grosso (quebrado), após sete dias de alimentação. No entanto, a amiréia proporcionou valores que não diferiram da mistura uréia mais sorgo moído fino ou sorgo extrusado, o que indica que a menor concentração de amônia foi devida ao processamento do grão, e não a uma liberação gradativa do nitrogênio.

2.4. Considerações sobre o uso de milho ou casca de soja como fontes de carboidratos

Nutricionalmente, os carboidratos são agrupados em função da taxa de degradabilidade ruminal. No entanto, os carboidratos solúveis, pela sua heterogeneidade, podem ser agrupados de diversas formas: em função da digestão pelo animal ou pelos microrganismos do rúmen, da sua habilidade em dar suporte ao crescimento microbiano, de seu potencial de fermentação a ácido lático no rúmen e da depressão da sua fermentação em pH baixo no rúmen (Hall, 2000).

Dentre os carboidratos solúveis, a fibra solúvel representa a fração de carboidratos solúveis em detergente que não são digeridos pelas enzimas dos mamíferos,

compreendendo as frutanas, β -glucanas e a pectina. Tais carboidratos têm como características não serem fermentados a lactato no rúmen e gerarem maior produção de acetato, enquanto o amido pode ser fermentado a lactato e gera maior produção de propionato (Hall, 2000).

Na formulação de concentrados para bovinos, o grão de milho (*Zea mays ssp.*) é o principal componente, representando cerca de 30 a 40% da MS consumida ou 50 a 60% dos concentrados (Coimbra, 2002). Apresenta em sua composição básica cerca de: 60% de amido, 6,5% de casca, 10% de glúten, 5% de germe e 12 a 15% de água.

A quantidade de amido é muito variável, sendo dependente da variedade, localização, condições climáticas e práticas agronômicas (Huntington, 1997). Zeoula et al. (1999), trabalhando com variedades nacionais de milho, encontrou concentração de 79,3% de amido na MS e, cita ainda, valores de literatura entre 65,1 e 76,1% (+/- 8,8%).

O grânulo de amido é um carboidrato não estrutural, composto basicamente por dois polissacarídeos: amilose e amilopectina, sendo a última mais digestível. A proporção dos dois polissacarídeos varia de acordo com a espécie e variedade, sendo que a amilose contribui com 0 a 20% do total. Também estão presentes, em pequena quantidade, as pectinas e açúcares (Huntington, 1997).

A tabela 2 apresenta a composição nutricional do milho grão de acordo com as tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos (Valadares Filho et al., 2006).

Tabela 2. Composição nutricional do milho grão em porcentagem da matéria seca (MS)

Nutriente (%)	Valores Médios
MS	87,64
PB	9,11
FDN	13,98
CNF	74,47
Amido	73,55
Amilose (%Amido)	28,06
Amilopectina (%Amido)	71,94
FDA	4,08
NDT	87,24
DIVMS	90,78

Adaptada de Valadares Filho et al. (2006)

PB (proteína bruta); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não fibrosos); FDA (fibra em detergente ácido); NDT (nutrientes digestíveis totais), DIVMS (digestibilidade *in vitro* da MS)

A degradabilidade ruminal do amido varia de acordo com o processamento do grão. O grão inteiro apresenta valor médio de 62,6% (58,9 a 75%), o moído 76,4% (51,4 a 93%) e o quebrado 65%. A exposição do substrato ao ataque dos microrganismos é um dos principais fatores para melhorar a degradabilidade. Isto influencia a produção de AGVs, o pH ruminal e o tipo de população microbiana, alterando, conseqüentemente, a síntese de proteína microbiana (Emeterio, 1998).

De acordo com Wattiaux (1998), de 60 a 100% do amido ingerido é fermentado no rúmen, variando de acordo com a quantidade ingerida e taxa de passagem. A fermentação bacteriana do amido gera uma alta produção de ácido propiônico, de 35 a 45% dos produtos de fermentação, comparados aos 15 a 20% da fermentação da celulose ou hemicelulose (Ørskov, 1986).

A utilização de fontes alternativas na alimentação animal tem se tornado cada vez mais importante, uma vez que as fontes convencionais são concorrentes com a alimentação humana e, conseqüentemente, estão com preços cada vez mais elevados. A casca de soja é um subproduto obtido da industrialização do grão da soja (*Glycine Max ssp.*) e vem ganhando destaque no cenário nacional devido à crescente produção brasileira de soja. De acordo com

dados do IBGE (2007), a produção brasileira de soja em 2006 foi de 52,2 milhões de toneladas e, em 2007, deve chegar a 54,9 milhões de toneladas, representando um aumento de 5,1% na produção desse ano.

Segundo Restle et al. (2004), a casca de soja corresponde à cerca de 7 a 8% do peso do grão e a sua retirada possibilita a obtenção de farelos de soja com cerca de 50% de proteína bruta (PB) ao invés de farelos com 42 a 45% de PB (Tambara et al., 1995). Com o advento das exportações de farelo pelas indústrias, estas têm que cumprir leis internacionais sobre um teor mínimo de proteína bruta neste produto, levando à retirada da casca, o que tem proporcionado uma maior disponibilidade no mercado deste sub-produto.

Devido ao padrão de fermentação ruminal, com grande produção de acetato, a CS pode ser classificada como fibra altamente fermentável. Trata-se de um resíduo de alto valor nutricional, com cerca de 12% de PB, 80% de NDT e, apesar de apresentar em média 66% de FDN, é de alta digestibilidade, podendo chegar a 90% (Zambom et al., 2001). Em relação à fração de CNF, a pectina apresenta a maior fração (62%), enquanto amido (19%) e açúcares simples (19%) estão presentes em menor proporção (NRC, 2001).

A tabela 3 apresenta a composição nutricional da casca de soja de acordo com as tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos (Valadares Filho et al., 2006).

Tabela 3. Composição nutricional da casca de soja, em porcentagem da MS

Nutriente (%)	Valores Médios
MS	89,80
PB	11,65
FDN	68,40
CNF	13,22
Amido	6,50
FDA	50,52
NDT	68,77
DIVMS	68,65
FDNd	71,80

Adaptado de Valadares Filho et al. (2006)
 PB (proteína bruta); FDN (fibra em detergente neutro); CNF (carboidratos não fibrosos); FDA (fibra em detergente ácido); NDT (nutrientes digestíveis totais), DIVMS (digestibilidade *in vitro* da MS); FDNd (FDN digestível)

Zambom et al. (2001) encontraram que a degradabilidade efetiva da MS da CS moída em peneira de 5mm, com incubação de até 48 horas, para uma taxa de 5%/h, foi de 43,92%. Esse valor foi inferior ao encontrado por Silva (1999), de 53,5%, porém neste estudo, a moagem do material foi feita em peneira de 2 mm e a incubação foi até 72 horas, o que possibilitou maior degradação. A degradabilidade efetiva da matéria orgânica da CS moída, para uma taxa de passagem de 5%/h foi de 42,8%, também inferior ao obtido por Silva (1999) de 51,1%.

Trabalhando com níveis crescentes de substituição de milho por casca de soja em dietas de vacas Holandesas em lactação, Ipharraguerre et al. (2002) encontraram que a concentração de ácidos graxos voláteis no fluido ruminal aumentou linearmente quando se adicionou casca de soja na dieta. A proporção molar de acetato aumentou e a de propionato tendeu a declinar, resultando em um aumento significativo na relação acetato:propionato. O pH ruminal tendeu a reduzir quando se adicionou casca de soja na dieta, porém, os autores citam que o efeito não foi biologicamente significativo. Mansfield & Stern (1994) encontraram que o uso de casca de soja em substituição a grãos não alterou o pH ruminal.

Cruz e Silva et al. (2004) avaliaram a substituição de 70% do milho por casca de

soja ou farelo de gérmen de milho, em dietas contendo 60% de volumoso e 40% de concentrado, com farelo de girassol e uréia como fontes de nitrogênio, para novilhos de corte Nelore confinados. A substituição não afetou o consumo de MS, ganho de peso diário, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Segundo os autores, estes resultados permitem que a escolha destes ingredientes seja realizada através de análise econômica.

2.5. Parâmetros de fermentação ruminal

2.5.1. Produção de Ácidos Graxos Voláteis (AGV)

Os AGV são um grupo de ácidos graxos que contêm, em sua estrutura, de 1 a 7 átomos de carbono, incluindo os ácidos: fórmico, acético, propiônico, butírico, isobutírico, valérico, isovalérico, 2-metilbutírico, hexanóico e o heptanóico. Apesar da fermentação ruminal das proteínas da dieta contribuir para a formação de AGV, os principais substratos para a fermentação no rúmen são os carboidratos provenientes das células vegetais, na maior parte das vezes consistindo de celulose, hemicelulose, pectinas, amido, dextranas e carboidratos solúveis (mono e dissacarídeos) (Bergman, 1990; van Houtert, 1993).

Em geral, a produção de AGV corresponde, aproximadamente, a 75% da energia dos carboidratos, sendo que os outros 25% são utilizados pelos microrganismos para crescimento ou são perdidos como hidrogênio e metano no rúmen. Acetato, propionato e butirato são os principais AGVs formados no rúmen pela fermentação. A quantidade e o tipo de AGV variam conforme o substrato. Em bovinos, a proporção média de acetato:propionato:butirato é de 65:20:15 (Bergman, 1990).

Celulose e hemicelulose, carboidratos mais abundantes nos vegetais, são fermentadas lentamente no rúmen. As pectinas são fermentadas mais rapidamente que a celulose e hemicelulose, por meio de

enzimas extracelulares de bactérias (van Houtert, 1993). O amido é degradado pela amilase a maltose e pela maltase forma-se a glicose 1-fosfato. Todas as hexoses são rapidamente transformadas, no rúmen, em piruvato, que é convertido a acetato, propionato e butirato (Bergman, 1990).

Dietas ricas em amido, como grãos de cereais, favorecem a produção de propionato e, em geral, estas dietas que são rapidamente fermentáveis proporcionam redução do acetato, devido à queda no pH que favorece o crescimento de

microrganismos produtores de propionato e lactato (Balch & Rowland, 1957). Já a fermentação de carboidratos da parede celular, inclusive a pectina, favorecem a produção de acetato e a relação acetato:propionato.

Na tabela 4, observa-se a quantidade de AGVs produzidos de acordo com o substrato fermentado. Percebe-se um aumento do propionato na fermentação do amido e do acetato na fermentação dos compostos da parede celular.

Tabela 4. Ácidos graxos voláteis ruminais produzidos na fermentação de celulose, hemicelulose e amido, em dieta com menos de 40% de forragem (mol de AGV produzido por mol de substrato fermentado)

Substrato	Acetato	Propionato	Butirato
Celulose	1,38	0,12	0,06
Hemiceluloses	1,12	0,51	0,11
Amido	0,80	0,60	0,20

Fonte: Adaptado de Dijkstra (1994) citado por Coimbra (2002)

As concentrações de AGVs no rúmen dependem da composição da dieta, assim como do consumo e da frequência de alimentação, variando, geralmente de 60 a 150 mMol, sendo máxima, aproximadamente, 2 a 4 horas após a alimentação. A taxa de absorção do rúmen aumenta com o número de átomos de carbono na cadeia, sendo, desta forma, o butirato absorvido mais rapidamente, seguido pelo propionato e acetato. No entanto, levando-se em conta a proporção de AGVs no rúmen, a quantidade de acetato absorvida é muito superior à de propionato e butirato (Bergman, 1990).

2.5.2. Produção de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ruminal

Segundo Nocek & Russel (1988), a fermentação ruminal é dependente da taxa de hidrólise da proteína, que, por sua vez, determina a disponibilidade de N-NH₃, aminoácidos, peptídeos e ácidos graxos de cadeia ramificada para o crescimento microbiano.

A proteína dietética, hidrolisada no rúmen, gera peptídeos e aminoácidos que, por sua vez, podem sofrer desaminação liberando N-NH₃ no rúmen, assim como ocorre com a uréia endógena e dietética (Van Soest, 1994). Esses aminoácidos podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana, entretanto, grande parte dos microrganismos utiliza a amônia ruminal para a síntese de seus aminoácidos. Desta forma, a concentração de amônia ruminal tem um papel fundamental na maximização da eficiência microbiana (Zeoula et al., 2002).

Existem contradições em relação à concentração de N-NH₃ requerida para a máxima eficiência de síntese microbiana no rúmen. Satter & Slyter (1974), em experimento *in vitro*, encontraram que a concentração de 5 mg de N-NH₃/dl de líquido ruminal permitiria máximo crescimento microbiano. Kang-Meznarich & Broderick (1980), em experimento *in vivo* encontraram o valor de 8,5 mg/dl. Mehrez et al. (1977) avaliaram a degradabilidade *in situ* de forragens e observaram o pico da regressão quadrática na concentração de

23,5 mg/dl de N-NH₃, indicando maior degradação da fibra nesta concentração. Erdman et al. (1986) sugeriram que a concentração mínima de N-NH₃ para o máximo crescimento microbiano aumentaria com a fermentabilidade da ração.

As exigências de N-NH₃ para a síntese microbiana estão associadas à disponibilidade de substratos e à taxa de fermentação, entretanto, para forrageiras tropicais o valor mínimo deve ser de 10 mg/dl para maximizar a degradabilidade da MS e de 20 a 28 mg/dl para maximizar o consumo. Apesar dos microrganismos poderem utilizar amônia, em muitos casos, a velocidade de produção excede a de utilização, aumentando a excreção de compostos nitrogenados (N) e o custo energético da síntese de uréia e resultando em perda de proteína (Russel et al., 1992).

Os níveis de N-NH₃ relacionam-se diretamente com a oferta de PB (Rihani et al., 1993, Huntington et al., 1996) e indiretamente com a de carboidratos não fibrosos (CNF) (Pordomingo et al., 1991, Hess et al., 1994).

Paulino et al. (2005), utilizando novilhos de 12 meses de idade, compararam grão de milho moído (GMM), milho desintegrado com palha e sabugo (MDPS) e sorgo moído (SM) como fontes de energia em suplementos múltiplos, contendo uréia como principal fonte de nitrogênio, fornecidos na proporção de 0,2% do PV. A concentração de amônia ruminal do tratamento controle (sal mineral) foi menor ($P < 0,05$) que a observada nos animais suplementados, que não diferiram entre si, em decorrência da alta taxa de hidrólise da uréia presente nos suplementos, demonstrando o fornecimento de uma fonte prontamente disponível de N para os microrganismos. Os valores médios encontrados em cada tratamento foram 9,61; 25,71; 24,45 e 26,04 mg/dl, para controle, GMM, MDPS e SM, respectivamente. Tais valores estão acima do valor considerado por Satter & Slyter (1974) como limitante da fermentação ruminal (5 mg/dl de N-NH₃),

indicando, desta forma, que a amônia ruminal não limitou o crescimento microbiano em nenhum dos tratamentos.

Zeoula et al. (2002) compararam diferentes fontes energéticas em dietas de bovinos com farelo de soja como fonte de nitrogênio. Os tratamentos foram: milho (MI), milho+casca de mandioca desidratada (MC), raspa de mandioca (RM) e farinha de varredura de mandioca (FV). As menores concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal foram observadas para a ração com FV, em média 5,2 mg/dl de líquido ruminal, não ocorrendo diferença entre as demais rações. Este valor está acima dos 5 mg N-NH₃/dl de líquido no rúmen, apontados por Satter & Slyter (1974) como limitante para o crescimento microbiano e, ainda, indica uma menor perda de nitrogênio no rúmen na forma de N-NH₃.

A concentração de N-NH₃ no rúmen não é constante, apresentando picos geralmente de 1 a 2 horas após a alimentação (Rihany et al., 1993). O pH e a taxa de passagem são os fatores químicos e físicos que afetam a fermentação ruminal, influenciando nos níveis de N-NH₃ e dos ácidos graxos voláteis (AGVs) (Sniffen et al., 1993). Além disso, sugere-se que outros fatores, como local de coleta de líquido ruminal e volume do rúmen possam afetar a concentração de amônia ruminal.

2.5.3. pH ruminal

O pH ruminal é dependente da dieta e, geralmente, oscila entre 5,5 e 7,0. É mantido constante, principalmente, pelo poder tamponante da saliva e da remoção dos ácidos graxos voláteis por absorção (Van Soest, 1994). Entretanto, variações diurnas têm sido observadas, sendo menores valores obtidos 2 horas após a alimentação (Leopoldino et al., 2005).

Russell et al. (1979) indicaram que a população de bactérias celulolíticas diminuiu quando o pH ficou em torno de 5,7. Já as bactérias fermentadoras de carboidratos solúveis persistiram até pH de

4,6. Mudanças nas populações bacterianas em resposta ao reduzido pH, devido à sensibilidade de bactérias ruminais, poderiam ser umas das razões para a redução na ingestão e digestão do volumoso.

O efeito do pH sobre as bactérias celulolíticas parece ser devido à toxicidade dos ácidos graxos voláteis (AGV) quando em pH baixo e à diminuição do pH intracelular, impedindo a atividade de certas enzimas. Uma das teorias atuais desses efeitos é a do desacoplamento, que é baseada na teoria quimioestática. Quando o pH é baixo, existe uma maior quantidade de AGV na sua forma protonada (não dissociada) no rúmen, estas formas protonadas atravessariam a membrana das bactérias e liberariam o próton devido à variação do pH. O ânion que permanece dissociado com a membrana é difundido para fora da célula devido ao gradiente eletroquímico, onde é novamente protonado, continuando assim o ciclo (Russel & Wilson, 1996). Dessa forma, a bomba de prótons utilizada para produzir um dos gradientes eletroquímicos necessários para o transporte ativo de várias substâncias fica comprometida, diminuindo a absorção de nutrientes pelas bactérias e, conseqüentemente, diminuindo a atividade fibrolítica no rúmen (Russel et al., 1990).

Leopoldino et al. (2005) testaram o efeito do pH *in vitro* sobre o crescimento microbiano e a produção de N-NH₃. Eles afirmam que o pH ruminal baixo reduz o pH intracelular bacteriano, com conseqüente redução da atividade enzimática, diminuindo ou inibindo o crescimento celular de algumas bactérias, enquanto outras, mais adaptadas ao baixo pH, como o *Streptococcus bovis* e os *Lactobacillus sp.*, proliferam. Os autores observaram, ainda, que o pH baixo (5,5) reduziu a produção de amônia no rúmen, indicando uma redução na degradação da proteína.

A fermentação de amido e açúcares promove a diminuição no pH ruminal devido à maior produção total de ácidos graxos voláteis (AGV) e, principalmente, à

maior produção de propionato pela via do ácido láctico, que pode se acumular no rúmen, reduzindo a digestão da fibra (Van Soest, 1994). Além disso, a maior inclusão de concentrado na dieta diminui a ruminação e, conseqüentemente, o tamponamento através da saliva.

Carvalho et al. (1997), trabalhando com níveis crescentes de concentrados em dietas de zebuínos, observaram diminuição linear do pH ruminal, em função do nível de concentrado. Ladeira et al. (1999) também constataram que o aumento no nível de concentrado na ração (25 a 75%) diminuiu o pH ruminal (6,83 a 5,51), apresentando decréscimo linear em função do tempo, para cada nível de concentrado.

Zervoudakis et al. (2002) avaliaram o efeito do fornecimento de 0,5 kg de suplemento contendo milho + farelo de soja ou milho + farelo de glúten de milho sobre os parâmetros de fermentação ruminal. Foi observado efeito do suplemento sobre o pH, sendo que os menores valores foram observados no tratamento com milho e farelo de glúten de milho. No entanto, em todos os tratamentos, o pH se manteve a cima do valor crítico de 6,2, indicando a ausência dos efeitos negativos sobre a digestão da fibra.

2.6. Níveis de uréia plasmática

Em ruminantes, mais de 60% da uréia plasmática se origina do metabolismo da amônia no rúmen. A amônia não assimilada pelos microrganismos ruminais para síntese de proteína microbiana, é absorvida pelo epitélio ruminal, atingindo a corrente sanguínea. A amônia presente na corrente sanguínea é removida pelo fígado e convertida em uréia (Salvador, 2004). Uma segunda fonte de uréia produzida pelo fígado é a partir da deaminação e metabolismo de aminoácidos circulantes, decorrentes do consumo de proteína não degradável, da proteína microbiana e das células de descamação (Butler, 1998).

A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio, e é influenciada pelo teor de proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR) (Roseler et al., 1993). A quantidade de amônia produzida e a quantidade que escapa para conversão em uréia no fígado refletem os níveis de consumo de proteína degradável dietética e a viabilidade de carboidratos fermentáveis para suportar crescimento microbiano e síntese de proteína (Butler et al., 1995).

Têm sido feitas algumas tentativas para utilizar a concentração plasmática de uréia como índice para estimativa do pool de uréia (Harmeyer & Martens, 1980), como indicador da atividade protéica do animal, como índice de degradabilidade da proteína ou como indicador da condição nutricional. Para Broderick (1995), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada com utilização ineficiente da proteína bruta da dieta.

As concentrações de uréia sanguínea têm sido utilizadas para monitorar o consumo de proteína dietética próximo às exigências do animal, já que o consumo excessivo de proteína pode afetar o desempenho reprodutivo do animal, elevando sua exigência em energia, ou ainda aumentar o custo da ração (Broderick & Clayton, 1997). Segundo Staples et al. (1993) o nitrogênio uréico plasmático não é bom indicador do consumo de proteína, mas pode ser bom indicador da proteína não utilizada.

Valadares et al. (1997), suplementando novilhos Zebu com 45% de concentrado e teores de proteína bruta de 7 a 14,5%, verificaram por intermédio de análise de regressão, que a máxima produção microbiana correspondeu às concentrações de N-uréia plasmática (NUP) variando de 13 a 15 mg/dl, o que provavelmente representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína.

Segundo Elrod & Butler (1993), o desempenho reprodutivo de novilhas foi afetado quando a concentração plasmática

de N-uréia ultrapassou 16 mg/dl, sendo este considerado um nível crítico, acima do qual a taxa de concepção no primeiro serviço reduziu em 30%.

Salvador et al. (2004) estudaram a influência de amiréias, contendo diferentes proporções de amido e uréia em sua composição (100, 150, 180 e 200% de equivalente protéico), sobre os níveis séricos de uréia em ovelhas. Com coletas de sangue realizadas 0, 2, 4 e 8 horas após a alimentação, não foram observadas diferenças nos níveis de uréia entre os tratamentos, sendo os maiores valores observados 2 e 4 horas após a alimentação.

2.7. Excreção de compostos nitrogenados na urina

A uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados (N) são eliminados do organismo de mamíferos. Quando a taxa de síntese de amônia supera sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento da excreção de uréia (Russel et al., 1992).

Segundo Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de uréia excretada pelos rins depende dos seguintes fatores: concentração plasmática de uréia, taxa de filtração glomerular (TFG) e reabsorção tubular de uréia. Os mesmos autores afirmaram que a concentração plasmática de uréia é o principal fator regulador da sua excreção renal sob uma variedade de condições dietéticas.

De acordo com Van Soest (1994), a quantidade de uréia reciclada é relativamente independente do N dietético, uma vez que o pool corporal de uréia está sob controle fisiológico homeostático, de modo que essa tende a ser constante. Dessa forma, o que varia é a quantidade relativa ou eficiência de reciclagem do nitrogênio. Em condições de deficiência protéica na dieta, as perdas na urina seriam relativamente menores, aumentando a proporção reciclada

de nitrogênio, situação inversa a uma nutrição protéica elevada. O NRC (1985) considera que a quantidade de nitrogênio reciclado na forma de uréia para o rúmen é função do animal e das condições dietéticas.

Susmel et al. (1994) demonstraram que o aumento da ingestão de N na forma de uréia aumenta significativamente a quantidade de N eliminado na urina. No entanto, Silva et al. (2001), suplementando vacas lactantes com 0; 0,7; 1,4 e 2,1% de uréia, correspondentes aos teores de 2,08; 4,01; 5,76; e 8,07% de PB na forma de compostos nitrogenados não-protéicos (NNP), não observaram diferença significativa ($P > 0,05$) na excreção urinária de uréia. Numericamente, os dois maiores níveis de NNP da dieta, 5,76 e 8,07%, registraram as maiores excreções de uréia na urina, que foram, respectivamente, 434,51 e 442,55 mg/kg PV, quando obtidas com coleta total e 494,73 e 465,34 mg/kg PV, utilizando-se urina *spot*.

Outros compostos nitrogenados excretados na urina são os derivados de purina. Os ácidos nucléicos que deixam o rúmen são, basicamente, de origem microbiana. Esses ácidos nucléicos sofrem extensa digestão no intestino delgado, não ocorrendo digestão aparente no abomaso. No intestino delgado, os nucleotídeos purínicos são hidrolisados em nucleosídeos e bases livres, sendo ambas as formas prontamente absorvidas pela mucosa intestinal. A digestibilidade dos ácidos nucléicos microbianos é de cerca de 85%. Os nucleosídeos purínicos e as bases livres são, então, submetidos à degradação ou à utilização na mucosa intestinal. Nos bovinos, existe uma grande quantidade de xantina oxidase na mucosa intestinal, que pode converter praticamente todas as purinas absorvidas em ácido úrico. Desta forma, as purinas absorvidas chegam ao fígado na forma de ácido úrico, ficando indisponíveis para incorporação nos ácidos nucléicos teciduais (Chen & Gomes, 1992).

Esta incorporação das purinas nos tecidos é conhecida como via de

recuperação, definida por Lehninger et al. (1992) como a via que recicla as bases livres e nucleosídeos liberados na quebra dos ácidos nucléicos. As purinas absorvidas, que não foram incorporadas nos tecidos, são completamente convertidas nos seus produtos finais metabólicos: hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (Chen & Gomes, 1992).

Os derivados de purina (DP) presentes na circulação podem ser provenientes da degradação dos ácidos nucléicos teciduais; esta fração é chamada de purinas endógenas. A excreção de purinas endógenas por kg de peso metabólico é três vezes maior em bovinos em relação aos ovinos. As diferenças na distribuição de xantina oxidase nos tecidos pode ser a causa dessas diferenças entre espécies. Os bovinos apresentam grande atividade de xantina oxidase em todos os tecidos, inclusive no sangue, enquanto os ovinos apresentam baixa atividade dessa enzima nos tecidos e nenhuma no sangue. A alta atividade de xantina oxidase permite que a maior parte das purinas liberadas na degradação dos ácidos nucléicos teciduais seja encaminhada para a via de degradação em detrimento da via de recuperação (Chen & Gomes, 1992).

A taxa de *clearance* dos derivados de purina do sangue é de aproximadamente 30%/h. A excreção urinária é a principal via de eliminação destes compostos. A excreção urinária de DP é uma função da concentração plasmática e da taxa de filtração glomerular. As vias não-renais de excreção dos DP incluem o retorno para o trato digestivo pela saliva ou por reabsorção pela parede intestinal e a excreção pelo leite (Chen & Gomes, 1992).

2.8. Composição microbiana e eficiência de síntese de proteína microbiana

Segundo Clark et al. (1992), 59% da proteína que chega ao intestino delgado é de origem microbiana. De acordo com Sniffen & Robinson (1987), a proteína microbiana pode fornecer de 40 a 80% dos

requerimentos de aminoácidos dos ruminantes. Ainda, segundo o NRC (1996), a proteína sintetizada pelos microrganismos pode atender até 100% das exigências de bovinos de corte. Desta forma, a determinação da proteína microbiana tem sido área de interesse para o estudo da nutrição de ruminantes e a estimativa da contribuição da proteína microbiana no fluxo de proteína para o intestino já está incorporada aos sistemas de avaliação de proteína em diversos países (Chen & Gomes, 1992).

A composição dos microrganismos do rúmen varia conforme a fase do crescimento microbiano, a disponibilidade de nutrientes e o tipo de microrganismo (Owens & Goetsch, 1988). Cecava et al. (1990) afirmaram que mudanças no suprimento de MO fermentável pode afetar a composição das bactérias ruminais por meio de alterações na taxa de crescimento e nas espécies presentes. Segundo Clark et al. (1992), as variações na composição das bactérias ruminais podem ser atribuídas às diferenças entre técnicas de isolamento e de determinação da composição das bactérias. Entretanto, utilizando-se as mesmas técnicas, podem ocorrer diferenças significativas na composição das bactérias isoladas em animais alimentados com diferentes dietas.

Cecava et al. (1990) observaram, ainda, uma redução da proporção de N total em bactérias isoladas de conteúdo ruminal congelado, quando comparadas com o conteúdo fresco, em animais recebendo dietas com baixo nível energético. Estes autores afirmam que devido a uma maior fragilidade, as bactérias gram-negativas podem ser mais susceptíveis à lise celular durante o congelamento, em relação às gram-positivas.

Valadares Filho (1995), compilando dados de 10 experimentos, relatou variação de 81,1 a 95,7% para o teor de MS bacteriano e de 5,2 a 8,7% de nitrogênio total na MS.

A exigência de proteína degradável no rúmen (PDR) é considerada igual à síntese de proteína microbiana. Segundo o NRC (1996), a eficiência de síntese microbiana, deve ser de 13g de proteína microbiana para cada 100g de nutrientes digestíveis totais (NDT); entretanto estes valores podem ser elevados com o incremento no consumo de NDT.

O ARC (1984) expressava a produção microbiana em relação à matéria orgânica degradável no rúmen (MODR) e o AFRC (1993) considera a eficiência microbiana em função da energia metabolizável fermentável (EMF) no rúmen. Já o CNCPS, descrito por Russell et al. (1992), expressa a eficiência microbiana em g MS bacteriana por g de carboidratos totais degradados no rúmen (CHODR).

Segundo Russell et al. (1992), o uso do NDT para determinar a eficiência de síntese de proteína microbiana ignora o fato da maioria das bactérias ruminais não serem capazes de utilizar proteína e lipídeos como fontes de energia, e que os carboidratos são a fonte primária de energia para o crescimento microbiano.

Hagemister et al. (1981), baseados nos resultados de 75 ensaios com vacas canuladas no duodeno e com vários níveis de inclusão de concentrado, demonstraram uma eficiência de 22,14 g de proteína microbiana para cada 100 g de MOADR, equivalente a 35,4g N microbiano por kg MOADR. Demonstraram também que a relação concentrado:volumoso da ração pode afetar a utilização da matéria orgânica fermentável para a síntese de proteína microbiana e, ao agruparem os resultados em três categorias, conforme as diferentes proporções de concentrado:volumoso, observaram que, com baixos níveis de energia na dieta, como, por exemplo, alta proporção de volumosos, a taxa de síntese de proteína microbiana cai para níveis de cerca de 17g/100g de matéria orgânica fermentável. No outro extremo, ou seja, níveis muito altos de concentrado, com possível acidose láctica, níveis ainda

inferiores de eficiência microbiana podem ser esperados. Já com uma proporção de 30% de volumoso e 70% de concentrado, conseguiu-se uma alta eficiência de síntese de proteína microbiana.

O ARC (1984) apresentou valor médio de 32 g N microbiano/Kg MODR para eficiência microbiana, enquanto o AFRC (1993) expressa essa eficiência em 9 a 11 g de proteína bruta microbiana por MJ de EMF no rúmen. O CNCPS descrito por Russell et al. (1992) utiliza o valor de 40 g MS bacteriana por 100 g de CHODR.

Mendes et al. (2006) estudaram o efeito da substituição parcial do milho por casca de soja ou farelo de glúten de milho sobre a produção e eficiência de síntese de proteína microbiana ruminal. Foi utilizado RNA como marcador microbiano. As dietas não influenciaram a composição dos microrganismos ruminais ou o fluxo de N microbiano para o duodeno. As médias de eficiência microbiana observadas no experimento foram de 22,16g N microbiano / kg de matéria orgânica aparentemente degradada no rúmen (MOADR) e 29,58 g de N microbiano / kg de carboidratos aparentemente degradados no rúmen (CHOADR).

Diversos métodos empregados na estimativa da quantidade de compostos nitrogenados microbianos baseiam-se em marcadores microbianos. Entre eles, citam-se a utilização da dieta purificada, ácido 2,6-diaminopimélico (DAPA), ácidos nucléicos (RNA) e os isótopos N^{15} , S^{35} e P^{32} (Broderick & Merchen, 1992).

Uma comparação entre método direto, DAPA e bases purinas foi realizada por Valadares Filho et al. (1990), os quais concluíram que o método de bases purinas foi adequado para estimar a produção microbiana.

Entretanto, esses métodos são trabalhosos e requerem a utilização de animais fistulados no abomaso ou duodeno e a estimativa de fluxo da digesta, processo laborioso e impreciso (Vagnoni et al., 1997). Devido a essas limitações, tem havido

interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não invasivas para estimar a produção de N microbiano.

2.8.1. Estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purina na urina

Os métodos mais utilizados para medir a quantidade de compostos nitrogenados microbianos baseiam-se em marcadores microbianos, como bases purinas (RNA), ácido 2,6 diaminopimélico (DAPA), ^{35}S e ^{15}N , e a utilização dessas metodologias, requer que os animais sejam preparados cirurgicamente. Nesse sentido, segundo Susmel et al. (1994), tem havido interesse crescente no desenvolvimento de técnicas não-invasivas para se estimar a produção microbiana.

Segundo Fujihara et al. (1987), o uso da excreção de derivados de purinas (DP) na urina como marcador metabólico da síntese microbiana foi proposta inicialmente por Blaxter & Martin, em 1962 e por Topps & Elliot, em 1965. Entretanto, maiores progressos no estabelecimento de um método relacionando a excreção de DP e a produção microbiana foram atingidos mais recentemente.

A técnica de determinação da excreção urinária de DP admite que os ácidos nucléicos que chegam ao duodeno são, predominantemente, de origem microbiana e, após digestão intestinal e absorção, tais derivados são, proporcionalmente, recuperados na urina, principalmente na forma de alantoína, mas também como hipoxantina, xantina e ácido úrico (Perez et al., 1996).

Os DP originam-se de duas fontes: as purinas absorvidas no intestino delgado e as endógenas, ou seja, liberadas no metabolismo dos ácidos nucléicos (Chen & Gomes, 1992). Na urina de bovinos, ambas as purinas endógenas e exógenas têm composição semelhante, sendo, aproximadamente, 85% de alantoína e 15% de ácido úrico. Xantina e hipoxantina não

estão presentes em quantidades significativas nesta espécie, devido à grande atividade da enzima xantina oxidase no sangue e nos tecidos, convertendo xantina e hipoxantina em ácido úrico antes da excreção.

A excreção de derivados de purina está diretamente relacionada com a absorção de purinas. A estimativa do fluxo de proteína microbiana no duodeno, a partir da excreção de derivados de purina na urina, necessita do conhecimento da relação N purina:N total na massa microbiana (Chen & Gomes, 1992).

Chen & Gomes (1992) utilizaram relação igual a 0,116, a partir de dados da literatura. Carvalho et al. (1997), em experimento com bovinos de corte, obtiveram o valor de 0,153, enquanto Valadares et al. (1999) encontraram relação média de 0,134, conduzindo experimento com vacas lactantes.

Segundo Verbic et al. (1990) as purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia) são calculadas a partir da excreção de derivados de purina na urina (\hat{Y} , mmol/dia), por intermédio da equação: $\hat{Y} = 0,85X + 0,385 PV^{0,75}$, em que 0,85 é a recuperação das purinas absorvidas como derivados urinários de purinas e $0,385 PV^{0,75}$ a contribuição endógena para a excreção de purinas.

Orellana Boero et al. (2001) estimaram que a excreção endógena de purinas foi de $0,235PV^{0,75}$ e que a recuperação das purinas na urina foi de 0,84; valores inferiores aos descritos por Verbic et al. (1990). A equação de Verbic et al. (1990), por ser anterior, vem sendo amplamente utilizada na literatura (De Boever et al., 1998; Rennó et al., 2000; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001), contudo, Rennó (2003) comparou a produção de compostos nitrogenados, obtida pelas bases purinas e pelos derivados de purina através das equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001) e não observou diferença entre as metodologias. Esta autora recomendou a utilização da equação de Orellana Boero et al. (2001), afirmando que

trabalhos da literatura relataram valores superiores aos de Verbic et al. (1990) para excreção endógena das purinas, podendo, muitas vezes esta equação subestimar a produção microbiana. No entanto, a mesma autora afirma que a equação de Orellana Boero et al. (2001) necessita de validação.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (\hat{Y} , g N/dia) é calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação: $\hat{Y} = (70X)/(0,83 \times \text{relação N-purina/N-total nas bactérias} \times 1000)$, em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N/mmol) e 0,83 a digestibilidade das purinas microbianas (Chen & Gomes (1992).

Rennó (2003) sugeriu que a excreção urinária dos derivados de purina seja determinada utilizando a equação de Orellana Boero et al. (2001), porém salienta que esta equação precisa ser validada.

A coleta total de urina, por meio de cateter, é um processo laborioso e que pode causar desconforto para o animal, principalmente para fêmeas lactantes e gestantes. Com isso, é importante o desenvolvimento de metodologias que permitam o menor tempo possível de coleta de urina ou até mesmo que tornem desnecessária a coleta total de urina, como as estimativas baseadas na excreção de creatinina utilizando coleta de urina *spot*.

Vários registros na literatura têm demonstrado que a excreção de creatinina é uma função constante do peso vivo (Topps & Elliott, 1967, Vagnoni et al., 1997, Valadares et al., 1997). Com isso, é possível utilizar a creatinina como marcador para estimativa do volume urinário, o que permite estimar a excreção de DP e de outros compostos, sem que seja feita coleta total de urina, pela utilização de uma única amostra, denominada de amostra *spot* (Valadares Filho, 2000). Geralmente a amostra é obtida 4 horas após a alimentação e, determinada a concentração de creatinina na urina obtida, o volume urinário (l) pode ser estimado

dividindo-se a excreção diária de creatinina (mg) pela concentração de creatinina (mg/l)

Valadares et al. (1999) quantificaram o volume urinário (VU), para calcular a excreção diária de DP na urina, utilizando o seguinte cálculo: $VU \text{ (l/dia)} = (29 \times PV) / [\text{creatinina}]$, onde 29 representa o valor da excreção diária média de creatinina, em mg/kg PV, obtido para vacas Holandesas em lactação, PV é o peso vivo do animal e [creatinina] é a concentração de creatinina, em mg/L, encontrada na amostra de urina *spot* dos animais.

Pereira et al. (2004) relataram que as estimativas de produção microbiana a partir dos DP totais com amostragem *spot* de urina (aproximadamente 4 horas após alimentação, durante micção espontânea) se aproximaram daquelas obtidas com as bases purinas no omaso e daquelas previstas pelo NRC (2001).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local, animais e alimentação

O experimento foi conduzido na Fazenda Rancho Alegre, localizada a 25 km de Campo Grande (Mato Grosso do Sul), no período de janeiro a abril de 2006. As análises laboratoriais foram realizadas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária, na Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Foram utilizados 5 bovinos machos adultos, com peso médio de 721 Kg, canulados no rúmen para as coletas de

líquido ruminal. Os animais foram mantidos em baias individuais de 4x4 m. O delineamento experimental foi Quadrado Latino 5x5. Os tratamentos consistiram de 600 g/animal/dia dos seguintes proteinados: CSU (casca de soja e uréia), CSO (casca de soja e Optigen® – uréia encapsulada), MU (milho e uréia), MO (milho e Optigen®) e MA (milho e amiréia). Todos os proteinados continham, ainda, farelo de soja, e foram balanceados de maneira a serem isoprotéicos e isoenergéticos. Os suplementos eram fornecidos no cocho às 6 horas. A composição em ingredientes dos proteinados está apresentada na tabela 5 e a composição nutricional na tabela 6. A composição mineral dos suplementos encontra-se na tabela 7.

O volumoso utilizado foi feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, que era fornecido no cocho 2 vezes ao dia, às 10 e 17 h, de maneira a permitir cerca de 10% de sobras. A composição bromatológica do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, assim como dos proteinados utilizados no experimento, está presente na tabela 7.

As sobras do feno eram recolhidas do cocho, anteriormente à alimentação da manhã, pesadas, e uma amostra era armazenada para a realização de uma amostra composta por animal e período, para posteriores análises químicas e bromatológicas. Amostras do feno e dos proteinados também foram armazenadas para posteriores análises. As amostras eram acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados.

Tabela 5. Composição dos proteinados utilizados no experimento

Ingrediente (%)	CSO	CSU	MA	MO	MU
Milho grão	-	-	26,7	40,0	36,5
Casca soja	47,5	47,5	-	-	-
Farelo Soja	5,0	5,0	11,8	6,4	10,0
Uréia	-	9,5	-	-	9,5
Amiréia	-	-	20,0	-	-
Optigen® 1200	9,5	-	-	10,0	-
Fosfato Bicálcico 18%	10,5	10,5	10,5	10,5	10,5
Carbon. Cálcio 35%	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Premipac Mult® ¹	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Sal Branco	19,0	19,0	22,5	24,6	25,0

¹Premipac Mult®: Níveis de garantia por kg do produto: S=165g; Mg=120g; Zn=28000mg; Mn=9600mg; Fe=11000mg; Co=1000mg; I=800mg; Cu=12500mg; Se=125mg

Tabela 6. Composição nutricional dos proteinados utilizados no experimento, em base da MS

Nutriente (%) ¹	Suplementos				
	CSO	CSU	MA	MO	MU
MS	88,05	91,20	90,29	91,90	89,01
MOrg	48,46	32,25	41,73	32,79	35,99
MM	51,54	67,75	58,27	67,21	64,01
PB	35,45	35,84	35,31	35,25	35,52
PDR	31,35	31,72	30,52	30,96	30,90
NDT	35,71	35,71	35,66	35,76	35,77
FDN	39,92	34,14	16,93	13,88	15,56
FDA	15,05	10,50	1,82	1,17	1,42
HCEL	24,87	23,64	15,11	12,71	14,14
EE	2,75	1,90	4,42	4,16	4,07
Ca	3,85	3,85	3,71	3,66	3,66
P	2,10	2,10	2,09	2,04	2,06
S	1,09	1,09	1,12	1,11	1,11
Mg	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Na	7,75	7,75	9,35	10,10	10,7

¹MS = matéria seca, MOrg = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, PDR = proteína degradável no rúmen, NDT = nutrientes digestíveis totais, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, HCEL = hemiceluloses, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio, P = fósforo, S = enxofre, Mg = magnésio, Na = sódio

Tabela 7. Composição bromatológica do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em porcentagem da MS

Nutrientes ¹	%
MS	89,89
MOrg	75,70
MM	24,30
PB	5,05
FDN	77,07
FDA	49,83
HCEL	27,25
LIG	4,90
SIL	1,29
EE	1,26
Ca	0,39
P	0,10

¹ MS = matéria seca, MOrg = matéria orgânica, MM = matéria mineral, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, HCEL = hemiceluloses, CEL = celulose, LIG = lignina, SIL = sílica, EE = extrato etéreo, Ca = cálcio, P = fósforo

3.2. Coletas de amostras

3.2.1. Líquido ruminal

Amostras de líquido ruminal foram colhidas imediatamente antes (0 hora) e após o fornecimento dos suplementos nos seguintes tempos: 2, 4, 6, 9, 12, 18 e 24 horas, sendo em seguida realizada a leitura do pH em potenciômetro digital de bolso (Q 400 BI, Quimis, SP/Brasil).

Após a coleta, o líquido ruminal era filtrado em tecido e armazenado da seguinte maneira:

- Aliquotas de aproximadamente 50 ml foram acidificadas em 1 ml de ácido sulfúrico 1:1 para análise de N-NH₃;
- Aliquotas de 8 ml foram acidificadas com 2 ml de ácido metafosfórico 25% para análise de AGV.

As alíquotas de líquido ruminal foram acondicionadas em tubos plásticos, devidamente identificados, e congeladas a -20°C para posteriores análises em laboratório.

3.2.2. Conteúdo ruminal

No último dia de coleta de cada período, amostras de conteúdo ruminal foram coletadas para isolamento das bactérias ruminais. O conteúdo era filtrado em tecido e cerca de 2 litros de líquido ruminal armazenados em garrafas plásticas e congelado para posterior processamento.

3.2.3. Sangue

No último dia do experimento foram realizadas as coletas de sangue, para determinação de uréia sérica.

A coleta de sangue foi realizada 4 horas após o fornecimento do proteinado, às 10 horas, de acordo com Valadares et al. (1997), que observaram melhor ajuste da relação de N-uréia no plasma e teor de PB da dieta entre 4 e 6 horas após a alimentação. A coleta foi realizada por punção da veia jugular e foram utilizados tubos Vacutainer[®] com estimulador de coagulação para obtenção do soro. Os tubos com amostra eram refrigerados em geladeira e enviados para análise dentro de 12 horas após a coleta.

3.2.3. Urina

As coletas *spot* de urina para determinação da excreção de uréia, creatinina e dos derivados de purina foram realizadas por micção espontânea, 4 horas após a suplementação dos animais. Repetiu-se essa coleta às 8 e 12 horas após a suplementação para comparação dos resultados obtidos. A urina era coletada com um funil coletor plástico e as amostras foram diluídas 10 vezes em ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,036N (5 ml de urina e 45 de H₂SO₄), para manter o pH abaixo de 3, evitando a destruição bacteriana dos derivados de purinas urinários e precipitação de ácido úrico.

3.3. Análises laboratoriais

As amostras de feno e dos proteinados foram processadas em moinho do tipo Willey em peneira de 1 mm. Posteriormente, procedeu-se as análises a fim de determinar o teor de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), cálcio (Ca) e fósforo (P), segundo a AOAC International (Cunnif, 1995).

A determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) seguiu o método descrito por Robertson e Van Soest (1981). Além da PB, foi realizada análise da fração nitrogenada insolúvel em detergente neutro (NIDN) e da fração nitrogenada insolúvel em detergente ácido (NIDA), conforme Van Soest et al. (1991).

A concentração de N-NH₃ foi determinada por destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio 25%, utilizando-se ácido bórico como solução receptora e ácido clorídrico 0,01N para titulação (AOAC International, Cunnif, 1995).

Para análise das concentrações dos AGV foi realizada centrifugação do líquido ruminal em centrífuga Sorvall RC-5B – Refrigerated Superspeed Centrifuge (Du Pont Instruments®) a 5000 g por 20 minutos a 4°C. Após filtração das amostras em membrana de 4 microns, procedeu-se as análises dos AGV.

As concentrações de acetato, propionato e butirato foram obtidas por análise em cromatografia gasosa (Erwin et al., 1961) em aparelho Shimadzu®, modelo Gás Cromatograph GC – 17 A, utilizando coluna capilar com fase estacionária NUCOL.

As análises de uréia no plasma sanguíneo foram realizadas em laboratório particular, na cidade de Campo Grande, logo após a coleta do sangue, por meio de "kit" enzimático Labtest® usando a técnica colorimétrica.

As amostras de urina foram descongeladas e as análises de uréia, creatinina e ácido úrico foram realizadas no laboratório de patologia clínica da Escola de Veterinária da UFMG, em espectrofotômetro automático Cobas Mira®. As análises de alantoína na urina foram realizadas pela técnica colorimétrica, conforme Chen e Gomes (1992).

O isolamento das bactérias foi realizado de acordo com Ulyatt et al. (1984). Após ser descongelado, o líquido ruminal foi centrifugado em centrífuga refrigerada Sorvall RC-5B – Refrigerated Superspeed Centrifuge (Du Pont Instruments®) a 1000 g por 1 minuto, o material sedimentado foi descartado e o sobrenadante centrifugado novamente a 10000 g por 15 minutos. A camada sólida de bactérias foi então separada cuidadosamente e a centrifugação repetida. A camada de bactérias foi, então, novamente separada e centrifugada com solução salina. O material foi transferido para uma placa de Petry, lavando-se com acetona e, então, levado à estufa a 37° para evaporar o líquido. Deste material obtido foi realizada análise de MS a 105° e PB.

3.4. Cálculos

As proporções de proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) do feno foram calculadas a partir das equações abaixo, descritas pelo NRC (1985):

$$PDR = A + B [Kd / (Kd + Kp)]$$

$$PNDR = B [Kp / (Kd + Kp)] + C, \text{ onde:}$$

Kd é a taxa de degradação da fração B;

Kp é a taxa de passagem.

Os valores dos coeficientes de degradação, A e B, assim como as taxas de degradação, foram obtidos neste experimento, sendo os resultados apresentados por Miranda (2007).

O volume urinário foi calculado da seguinte maneira:

$$VU \text{ (l/dia)} = (27 \times PV) / [\text{creatinina}],$$

onde 27 representa o valor da excreção diária média de creatinina, em ppm PV,

obtido por Rennó et al. (2000) em novilhos cruzados e zebuínos, PV é o peso vivo do animal e [creatinina] é a concentração de creatinina, em mg/L, encontrada na amostra de urina *spot* dos animais.

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

Para efeito de comparação, foi utilizada, também, a equação de Orellana Boero et al. (2001), segundo o qual, a recuperação das purinas na urina é de 0,84 e a excreção endógena é de $0,235 PV^{0,75}$.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados microbianos (Y, g N/dia) foi calculado em função das purinas microbianas absorvidas (X, mmol/dia), pela equação (Chen e Gomes, 1992): $Y = (70X)/(0,83 \times 0,116 \times 1000)$, em que 70 é o conteúdo de N de purinas (mg N/mol); 0,116, a relação N purina:N total nas bactérias; e 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas.

A MOADR foi estimada utilizando os dados de consumo de MO do feno de *Brachiaria brizantha* e dos proteinados e a degradabilidade efetiva da MO do feno, apresentados por Miranda (2007). Para a

degradabilidade efetiva dos proteinados foi estipulado um valor baseado em valores encontrados na literatura. Silva (1999) encontrou degradabilidade efetiva da MO da casca de soja de 51,1%, para uma taxa de passagem de 5%/h. Valadares Filho et al. (2006) apresentam degradabilidade efetiva da MS do farelo de soja de 74,95% e do milho de 53,65%. Baseado nesses valores, foi considerada uma degradabilidade da MO dos proteinados de 65%, levando-se em conta a baixa taxa de passagem da dieta total.

3.5. Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi Quadrado Latino 5x5. Nas análises de parâmetros ruminais, o quadrado latino foi com parcelas subdivididas, tendo nas parcelas os tratamentos e nas sub-parcelas os tempos de coleta. As variáveis relacionadas aos derivados de purina, uréia na urina e no plasma e composição microbiana caracterizaram um Quadrado Latino 5x5 simples. O quadro 2 apresenta o sorteio dos animais e tratamentos dentro do Quadrado latino e a análise de variância do modelo é apresentada na tabela 8. Para as variáveis analisadas que não continham sub-parcelas (tempo de coleta), a análise de variância inclui apenas o “erro a”.

Quadro 2. Sorteio dos animais e tratamentos no quadrado latino

Período	Garboso	Brinquedo	Prateado	Shimith	Mourinho
1	C	B	A	D	E
2	B	A	E	C	D
3	A	E	D	B	C
4	E	D	C	A	B
5	D	C	B	E	A

A = MA, B = MU, C = CSO, D = CSU, E = CSO

Tabela 8. Análise de variância

Fontes de variação	Graus de liberdade
Total	24
Dietas	04
Animais	04
Períodos	04
Erro _a	12
Tempo	T-1
Dieta X Tempo	(D-1) X (T-1)
Erro _b	

O modelo utilizado para a análise de variância do quadrado latino com parcelas sub-divididas foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + d_i + a_j + p_k + e_{ijk} + t_l + dt_{il} + \alpha_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado relativo ao suplemento **i**, ao animal **j**, ao período **k** e ao tempo **l**;

μ = média geral;

d_i = efeito do suplemento **i**,

a_j = efeito do animal **j**,

p_k = efeito do período **k**

e_{ijk} = erro atribuído às parcelas

t_l = efeito do tempo **l**;

dt_{il} = efeito da interação do **i**-ésimo nível do suplemento **i**, com o **l**-ésimo nível do tempo **l**;

α_{ijkl} = erro aleatório atribuído às sub-parcelas.

O modelo para a análise de variância do quadrado latino foi:

$$Y_{ijkl} = \mu + d_i + a_j + p_k + e_{ijk}$$

Onde:
 Y_{ijkl} = valor observado relativo ao suplemento **i**, ao animal **j**, ao período **k** e ao tempo **l**;

μ = média geral;

d_i = efeito do suplemento **i**,

a_j = efeito do animal **j**,

p_k = efeito do período **k**

e_{ijk} = erro.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo modelo linear do procedimento PROC GLM do SAS (1985). As médias entre os tempos foram comparadas pelo teste t de Student e entre os tratamentos pelo teste SNK, ao nível de 5% de probabilidade.

Para a análise de N-NH₃, os dados foram transformados em Arco-Seno para maior uniformização em torno da média. Os resultados de excreção urinária de derivados de purina foram transformados em logaritmo de base 10 para a comparação das médias, devido ao elevado coeficiente de variação observado.

Para as comparações de volume urinário e excreção de derivados de purina, foram utilizados apenas os resultados referentes às coletas de 4 horas após a alimentação.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Teores de PB, PDR e PNDR das dietas e parâmetros ruminais (N-NH₃, pH e AGVs)

Os teores de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR), em cada tratamento, são apresentados na tabela 9, onde observa-se que o nível da PB foi superior para o tratamento MU (7,11%).

Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB), proteína degradável no rúmen (PDR) e proteína não degradável no rúmen (PNDR) das dietas, em porcentagem da matéria seca (MS) e consumo de PDR e PNDR em kg/dia, nos diferentes tratamentos

	Tratamentos					CV
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
	% MS					
PB	6,94 ^b	6,95 ^b	6,89 ^b	6,90 ^b	7,11 ^a	3,74
PDR	4,25 ^{ab}	4,18 ^b	4,13 ^b	4,35 ^a	4,36 ^a	6,79
PNDR	2,69 ^c	2,82 ^a	2,77 ^b	2,54 ^d	2,75 ^b	7,78
	Consumo em g/dia					
PDR	348 ^b	356 ^{ab}	346 ^b	365 ^a	360 ^{ab}	5,79
PNDR	223 ^{bc}	244 ^a	230 ^b	218 ^c	226 ^{bc}	2,11

^aMédias seguidas de letras iguais na mesma linha não diferem entre si pelo teste snk (p>0,05)

A concentração de N-NH₃ no líquido ruminal sofreu efeito da composição dos proteinados (p>0,05), sendo superior para os tratamentos MU e MO em relação ao

CSO (tabela 10). Os resultados encontrados podem ser explicados pelo maior teor de PB no tratamento MU e de PDR no tratamento MO quando comparado ao tratamento CSO.

Tabela 10. Concentrações de N-NH₃ (mg/dl) no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação

Horário	Tratamentos					Médias
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
0	1.88	2.10	2.45	2.30	1.96	2,14 ^C
2	8.47	9.29	8.84	11.01	13.34	10,19 ^A
4	7.18	10.04	9.38	9.96	12.20	9,75 ^A
6	5.52	7.64	7.20	7.42	8.23	7,20 ^B
9	2.74	2.54	4.19	4.32	3.70	3,50 ^C
12	2.18	1.04	4.36	4.85	1.77	2,84 ^C
18	1.06	1.10	1.34	1.28	1.52	1,26 ^D
24	2.80	2.66	2.39	2.83	3.69	2,88 ^C
Médias	3.98 ^b	4.55 ^{ab}	5.02 ^{ab}	5.50 ^a	5.80 ^a	-

^aMédias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem pelo teste t (p>0,05)

^AMédias na mesma coluna seguidas de médias iguais não diferem pelo teste snk (p>0,05)

Vários autores citam a relação direta entre oferta de PB e concentração de N-NH₃ ruminal (Freeman et al., 1992; Rihany et al., 1993; Huntington et al., 1996), e, ainda, outros autores citam o aumento da concentração de amônia no rúmen com a adição de fontes de PDR ou NNP na dieta (Kang-Meznarich & Broderick, 1981; Hennessy et al., 1995; Heldt et al., 1999; Zervoudakis et al., 2002; Oliveira Júnior et al., 2004). Zervoudakis et al. (2002) compararam farelo de soja e glúten de milho e obtiveram elevação do N-NH₃ ruminal com os maiores níveis de PDR, assim como Heldt et al. (1999) que

forneceram 315 ou 815 g PDR/dia para bovinos.

A concentração de N-NH₃ foi inferior no tratamento CSO, em relação ao MO e MU, o que pode indicar uma maior sincronia entre a liberação do nitrogênio da uréia encapsulada e a degradação da pectina, principal carboidrato da casca de soja, o que permitiria pronta utilização da amônia liberada, pelos microrganismos ruminais. Observa-se, na figura 1, que o pico de N-NH₃ foi numericamente inferior no tratamento CSO, mantendo-se semelhante aos demais tratamentos a partir de seis horas após a suplementação, o que demonstra uma maior constância da concentração de N-NH₃

ruminal neste tratamento. Portanto, o nitrogênio da uréia encapsulada (optigen®) foi melhor utilizado pelo animal quando essa foi associada à casca de soja, que promoveu um melhor sincronismo entre liberação de N-NH₃ e fermentação do carboidrato.

As concentrações médias de N-NH₃ são inferiores às observadas por Oliveira (2005), utilizando os mesmos animais deste experimento, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, apenas com suplementação mineral (controle) ou recebendo proteinados com 30, 40 e 50% de PB. Este autor observou concentrações de N-NH₃ variando de 5,93 mg/dl, no tratamento controle, para 9,92 no tratamento com maior teor de PB.

As curvas das concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal são demonstradas na figura 1. As maiores concentrações foram observadas nos horários de 2 e 4 horas após o fornecimento dos suplementos. Owens & Zinn (1988) afirmam que o pico de N-NH₃ em animais suplementados com fontes de NNP deve ficar em torno de 2 horas após a alimentação. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Ladeira et al. (1999), Fregadolli et al. (2001) e Zeoula et al. (2002).

Não foi observada diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos com amiréia ou com uréia e milho em relação à concentração média de amônia no rúmen. O mesmo foi observado por Oliveira Júnior et al. (2004), suplementando novilhos Nelore com grande quantidade de concentrado (80%), substituindo totalmente o farelo de soja por uréia ou amiréia. No entanto, observa-se na figura 1 que o tratamento com amiréia apresentou menor pico de amônia 2 horas após a suplementação e, ainda, níveis mais constantes durante o dia, demonstrando maior sincronia da degradação do carboidrato da amiréia com a liberação de amônia, provavelmente devido ao processo de gelatinização do amido. Stiles et al. (1975) sugerem que as menores

concentrações de amônia observadas na suplementação com amiréia, em relação à uréia, são devidas ao processamento do grão e não a uma liberação mais lenta do nitrogênio.

Os níveis de amônia no líquido ruminal variaram consideravelmente em todas as dietas, sendo que a partir de nove horas após a alimentação mantiveram-se a baixo do valor de 5 mg/dl, apontado por Satter e Slyter (1974), como nível crítico para permitir máximo crescimento microbiano. Kang-Meznarich & Broderick (1981) observaram que o valor crítico para permitir máximo crescimento microbiano encontra-se no intervalo entre 3,3 e 8,5 mg/dl, acreditam porém que o valor esteja mais próximo a 8,5 mg/dl. As baixas concentrações de amônia, a partir de nove horas após a suplementação, devem-se, provavelmente, ao baixo teor de PB do feno e à alta solubilidade das fontes de NNP.

Nota-se, na figura 1, que as curvas de concentração de N-NH₃ dos tratamentos MA, MO e, em menor grau, CSO apresentam comportamento semelhante, com um pico moderado entre 2 e 4 horas após a suplementação e um novo aumento na concentração 12 horas após a suplementação, apesar de não significativo. De outra forma, o tratamento MU apresenta um pico mais acentuado entre 2 e 6 horas após a alimentação e mantém uma queda brusca até cerca de 12 horas.

No horário de 17 h, cerca de 11 horas após o fornecimento dos proteinados, era realizado novo fornecimento de feno. Com isso, o incremento da concentração de amônia observado neste período para os tratamentos MA, MO e CSO deve ser explicado por um aumento da produção de saliva estimulada pela ingestão de feno, levando a um maior fluxo de uréia endógena para o rúmen. Este fato foi observado por Fregadolli et al. (2001), que encontraram um pico de N-NH₃ antes mesmo do fornecimento da alimentação da tarde.

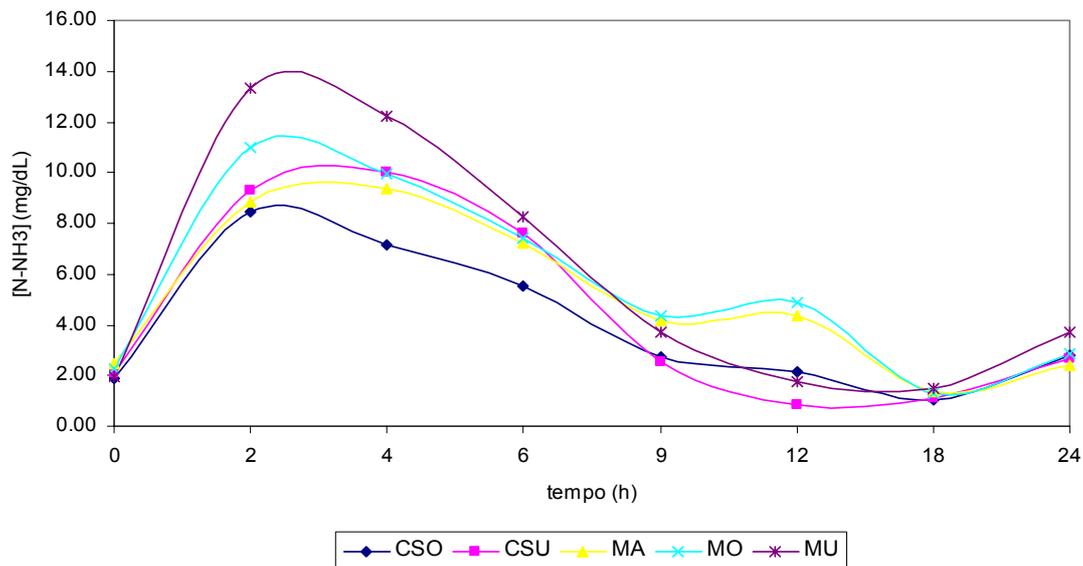


Figura 1. Curvas de concentração de N-NH3 no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados

Observa-se na figura 2 que os tratamentos com milho apresentaram concentrações de N-NH3 ligeiramente superiores aos com casca de soja, especialmente logo após o fornecimento dos proteinados. Além do maior consumo de PB e PDR nos tratamentos MU e MO, respectivamente, este comportamento pode

demonstrar uma maior palatabilidade dos suplementos com milho em relação aos com casca de soja, o que pode ter proporcionado maior velocidade de ingestão dos suplementos contendo milho e, com isso, maior concentração de N-NH3 principalmente nos primeiros horários após a suplementação.

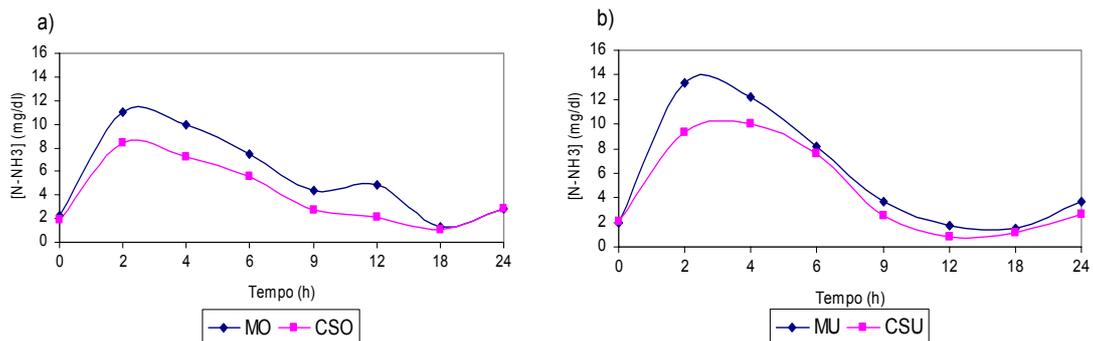


Figura 2. Curvas de concentração de N-NH3: a) casca de soja (CSO) e milho (MO) nos tratamentos com Optigen®; b) casca de soja (CSU) e milho (MU) nos tratamentos com uréia

Os valores médios de pH ruminal estão apresentados na tabela 11. Não houve efeito da composição dos proteinados no pH do líquido ruminal ($p > 0,05$). Foi observado

efeito significativo ($p < 0,05$) do horário de coleta após a alimentação e não houve interação entre tratamento x tempo ($p > 0,05$). As médias dos tratamentos ficaram entre 6,87 (MA) e 7,01 (MO).

Tabela 11. Valores de pH no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação

Horário	Tratamentos					Média
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
0	6.84	7.01	6.92	6.91	6.96	6,93 ^{AB}
2	6.84	6.99	6.88	7.03	7.03	6,95 ^{AB}
4	6.99	7.04	6.88	7.03	6.89	6,97 ^{AB}
6	6.94	7.09	6.95	7.11	7.01	7,02 ^{AB}
9	6.86	6.87	6.78	6.95	6.88	6,87 ^B
12	7.04	7.06	6.92	7.07	6.94	7,01 ^{AB}
18	6.99	6.79	6.65	6.91	6.87	6,84 ^B
24	7.20	7.07	6.99	7.06	7.15	7,09 ^A
Média	6.96 ^a	6.99 ^a	6.87 ^a	7.01 ^a	6.97 ^a	-

^aMédias na mesma linha seguidas de letras iguais na diferem entre si pelo teste snk (p>0,05)

^AMédias na mesma coluna seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste snk (p>0,05)

Leopoldino et al. (2005) estudaram os efeitos do pH *in vitro* sobre a produção de amônia e crescimento microbiano. Foram utilizados meios de cultura com pH 5,5 e 7,0 e observou-se que o pH de 5,5 inibiu a produção de amônia e reduziu ou inibiu completamente o crescimento celular de algumas bactérias, enquanto estimulou a proliferação de outras mais adaptadas, como *Streptococcus bovis* e *Lactobacillus sp.*, confirmando observações anteriores de Russell et al. (1979). No presente estudo, as médias de pH mantiveram-se em torno de 7,0, o que indica que este não interferiu na produção de amônia e no crescimento das bactérias celulolíticas no rúmen.

Os valores de pH observados são semelhantes aos encontrados por Santos et al. (2004) em tourinhos F1 Limousin X Nelore em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Quando os animais receberam apenas sal mineral, a média de pH foi de 7,13. Já quando receberam suplementação, com consumo de 1% do peso vivo, os valores caíram, sendo de 6,74 para suplemento a base de farelo de trigo e uréia e 5,92 para um suplemento com 75% de milho quebrado, 20% de farelo de soja e 2% de uréia). Heldt et al. (1999) observaram pH médio de 6,81 em novilhos alimentados com feno de baixa qualidade (5,7% PB), não suplementados.

As curvas de pH do líquido ruminal nos tempos após a alimentação estão apresentadas na figura 2. Vale ressaltar que o feno era fornecido duas vezes ao dia, às 10 e 17 horas, sendo que o tempo 12 corresponde a 1 hora após a o fornecimento de feno à tarde, e assim sucessivamente nos demais tempos. Os valores de pH nos tempos variaram em média de 6,84 (18 horas após o fornecimento dos proteinados) a 7,02 (6 horas após a suplementação).

Os valores de pH nos tempos 9 e 18 horas após a suplementação foram inferiores ao tempo de 24 horas. Como pode ser observado na tabela 13, ocorre um pico na produção de propionato e butirato no tempo de 18 horas após a suplementação, o que pode explicar a ligeira queda no pH neste tempo de coleta.

Os valores de pH mantiveram-se relativamente constantes durante o dia, provavelmente pelo fato da velocidade de consumo dos suplementos ser regulada pela grande quantidade de NaCl e pela uréia. Este fato também foi observado por Oliveira (2005), suplementando animais a pasto com proteinados contendo 30, 40 e 50% de PB, com consumo de 0,1% do PV/animal/dia, semelhante à este experimento. Da mesma forma, devido ao baixo consumo de suplemento, o pH manteve-se elevado em todos os tratamentos, independente da composição do suplemento.

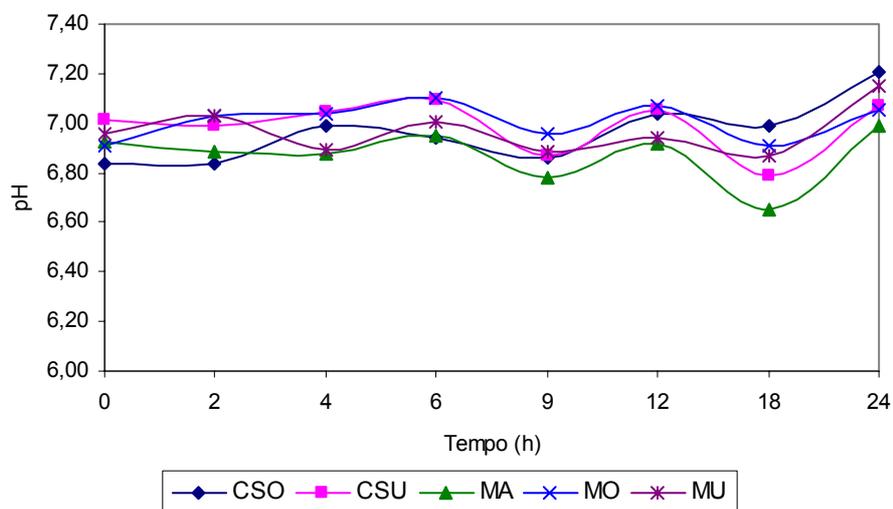


Figura 3. Curvas de pH no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados

As concentrações de AGV nos tempos após a alimentação, de acordo com os tratamentos, são apresentadas na tabela 12, e os valores médios de ácido acético, propiônico e butírico são apresentados na tabela 13. Não foi observado efeito das dietas na concentração de AGV total, assim como nas concentrações dos ácidos acético, propiônico e butírico.

Os valores observados neste experimento, média de 13,73 mmol% estão dentro da faixa ótima citada por Bergman (1990), de 6 a 15 mmol% e são semelhantes aos observados por Hess et al. (1994), de 13,09 mmol%, para novilhos em pastagem com cerca de 14% de PB na MS. No entanto, são superiores aos observados por Oliveira (2005) em bovinos Nelore em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu suplementados com sal mineral ou proteinados contendo 30, 40 ou 50% de PB. Este autor encontrou média de 9,05 mmol%, resultado semelhante aos citados em outros trabalhos, como Freeman et al. (1992), em bovinos de corte.

A concentração dos ácidos acético, propiônico e butírico foi inversamente correlacionada ($p < 0,05$) com a concentração de N-NH₃ no líquido ruminal. Com isso, a alta concentração de AGV observada pode ser devido à baixa concentração de N-NH₃ (tabela 10) no rúmen e à baixa eficiência de síntese de proteína microbiana apresentada na tabela 16. Leng (1982) apresenta uma relação inversa entre eficiência de síntese microbiana e concentração de AGV no rúmen, uma vez que, quanto maior for a eficiência de crescimento microbiano no rúmen, maior será a proporção da matéria orgânica incorporada pelos microrganismos e, com isso, menor será a quantidade de AGV produzido.

A relação média acetato:propionato:butirato foi de 83:12:5, diferente da proporção média de 65:20:15, citada por Bergman (1990), como frequentemente observada no rúmen de bovinos. Essa relação foi superior ainda às observadas em diversos outros trabalhos (Hennessy et al., 1995; Oliveira, 2005).

A alta proporção de acetato observada nesse estudo provavelmente é explicada pela alta proporção de carboidratos fibrosos da dieta e pelo pH elevado, que favorece o crescimento de bactérias celulolíticas, que apresentam o acetato como principal produto da fermentação. Hess et al. (1994) observaram produção de 70% de acetato para bovinos em pastagem temperada não suplementados. A produção total de AGV não foi alterada pela suplementação protéica, no entanto, a proporção de acetato foi inferior para os animais que receberam suplementação com farelo de glúten de milho.

DeLcurto et al. (1990) avaliaram a concentração de AGV no líquido ruminal de 16 novilhos Angus X Hereford, divididos em quatro tratamentos. O controle consistia apenas de feno de baixa qualidade (2,6% PB) e os demais tratamentos eram compostos de suplemento protéico com baixo (12%), moderado (28%) e alto (41%) teor de PB. O tratamento controle apresentou a maior relação acetato:propionato, mantendo-se em cerca de 75% de acetato durante todo o dia. A proporção de butirato no tratamento controle manteve-se em cerca de 5%, semelhante ao observado neste experimento, e nos animais suplementados foi superior a 8%.

Martin & Hibberd (1990) observaram proporção molar de 79% de

acetato, 15% de propionato e 6% de butirato em vacas de corte Hereford X Angus alimentadas com feno de baixa qualidade (4,1% PB e 54% de FDA).

Hennessy et al. (1995) observaram aumento da concentração de AGV, de 7,8 para 11,9 mmol%, no rúmen de novilhos alimentados com feno de capim e suplementados com nitrogênio. Este incremento se deu por uma maior produção de acetato, de 5,8 para 7,24 mmol%.

As curvas de concentração de AGV no líquido ruminal, de acordo com os tempos de coleta, são apresentadas na figura 3. Não foi observada interação significativa entre tempo x tratamento, com isso, o efeito do tempo de coleta foi demonstrado sem levar em conta os tratamentos (tabela 14). É observado um pico nas concentrações de propionato e butirato 18 após a suplementação. A concentração de acetato não diferiu ($p>0,05$) com os tempos após a alimentação.

Krysl et al. (1989) registraram diferenças na concentração de AGVs em bovinos a pasto suplementados com farelo de soja, apenas no intervalo de 1 hora após a oferta do suplemento, o mesmo foi observado por Freeman et al. (1992) nos animais que receberam suplemento com 43% de PB.

Tabela 12. Concentrações de AGV (mmol%) no líquido ruminal de bovinos recebendo proteinados, conforme os tratamentos e horários de colheita após a alimentação

Horário	Tratamentos					Média
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
0	15,82	13,92	14,87	18,04	16,41	15,81
2	15,16	14,83	14,63	16,41	13,76	14,96
4	14,03	12,42	10,79	14,54	8,88	12,13
6	12,93	12,65	13,05	12,81	11,78	12,64
9	13,22	14,72	11,75	11,01	14,28	12,99
12	10,19	10,63	9,91	12,06	10,64	10,69
18	15,27	14,11	15,38	16,49	18,13	15,88
24	14,39	13,69	14,92	17,06	13,64	14,74
Média	13,88 ^a	13,37 ^a	13,16 ^a	14,80 ^a	13,44 ^a	-

^aMédias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste snk ($p>0,05$)

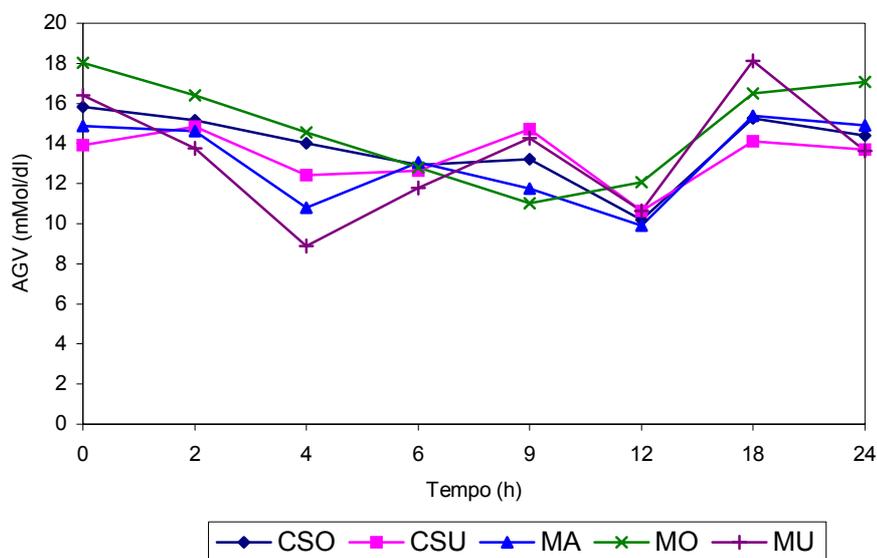


Figura 4. Curvas de concentração de AGV no líquido ruminal nos tempos de coleta após a alimentação para os diferentes proteinados

Tabela 13. Valores médios (%) de acetato, propionato e butirato no líquido ruminal de bovinos recebendo diferentes proteinados

Tratamentos	Acetato (mmol%) ^a	Propionato (mmol%) ^a	Butirato (mmol%) ^a	Acetato (% AGV)	Propionato (% AGV)	Butirato (% AGV)
CSO	11,88	1,74	0,61	83,23	12,38	4,38
CSU	11,35	1,72	0,64	82,81	12,51	4,66
MA	11,23	1,65	0,61	83,17	12,30	4,51
MO	12,69	1,83	0,66	83,63	12,01	4,34
MU	11,80	1,71	0,64	83,45	12,07	4,46
Média	11,79	1,73	0,63	83,26	12,25	4,47

^aMédias na coluna não diferem entre si pelo teste snk ($p > 0,05$)

Tabela 14. Médias nos cinco tratamentos de produção de acetato, propionato e butirato de acordo com o tempo de coleta após a alimentação

Horários	Acetato (mmol%)	Propionato (mmol%)	Butirato (mmol%)
0	13,21 ^a	1,90 ^{ab}	0,69 ^{ab}
2	12,67 ^a	1,69 ^{ab}	0,60 ^{ab}
4	10,56 ^a	1,53 ^b	0,55 ^b
6	10,52 ^a	1,57 ^b	0,56 ^b
9	10,85 ^a	1,54 ^b	0,61 ^{ab}
12	11,05 ^a	1,70 ^{ab}	0,60 ^{ab}
18	13,07 ^a	2,04 ^a	0,76 ^a
24	12,22 ^a	1,85 ^{ab}	0,66 ^a

^aMédias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste snk ($p > 0,05$)

4.2. Volume urinário, excreção de derivados de purina na urina, uréia na urina e no plasma, eficiência de síntese microbiana e composição das bactérias ruminais

Na tabela 15 são apresentados o volume urinário, as excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, purinas totais, absorvíveis e endógenas, nitrogênio microbiano e proteína microbiana nos diferentes tratamentos, calculados segundo as equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001). No geral, os coeficientes de variação (CV) dos resultados foram muito elevados, demonstrando uma grande instabilidade das respostas obtidas. Rennó et al. (2000) encontraram CV acima de 40% para as excreções de alantoína e ácido úrico e acima de 30% para produção de N microbiano, com coleta total de urina por 24 horas. Da mesma forma, Chizzotti et al. (2006) encontraram CV de 55% para o volume urinário obtido por coleta total de urina.

As médias de volume urinário variaram de 12,64 a 28,33 l/dia para os tratamentos MU e MA, respectivamente, sendo o volume médio observado no experimento de 19,51 l/dia. Os resultados são semelhantes aos obtidos por Chizzotti et al. (2006), que, por meio de coleta total por 24h, observaram volume urinário de 22,23 l/dia para novilhas com peso médio de 523 kg, equivalente a uma produção de 42,5 ml de urina por kg de PV. Quando o volume

urinário foi estimado por coleta spot de urina, este autor encontrou valor médio de 32,28 l de urina por dia, sendo este volume superior ao observado por coleta total.

Estes valores são superiores aos observados por Silva et al. (2001), que encontraram volume urinário variando de 7,62 a 12,39 l/dia utilizando coleta spot de urina em vacas lactantes HolandêsxGir com peso médio de 511,8 kg. Ainda, Oliveira et al. (2001), utilizando vacas holandesas em lactação, obtiveram valor estimado de 12,47 l/dia para o volume urinário determinado por coleta *spot* de urina.

Rennó (2003) e Chizzotti et al. (2006) detectaram diferença no volume urinário de novilhos, mas não notaram diferenças nas excreções de DP obtidas por coleta *spot* ou total, sugerindo que a amostra *spot* pode ser utilizada para determinação do fluxo de proteína microbiana para o duodeno, mas apresenta restrições na estimativa do volume urinário.

O volume urinário diário de bovinos, segundo Swenson (1988), pode variar de 17 a 45 ml/kg de peso vivo, sendo função da ingestão de água e alimento, temperatura externa, entre outros fatores. No presente estudo, o volume urinário variou de 17,85 a 39,68 ml/kg PV, estando de acordo com o observado a literatura.

A excreção dos derivados de purina, purinas totais e absorvíveis, assim como a produção de N microbiano e proteína microbiana não diferiram entre os tratamentos ($p>0,05$) (tabela 15).

Tabela 15. Volume urinário (VU), excreção de alantoína (Ala) e ácido úrico (AcU) na urina e produções de purinas totais (PT), endógenas (PE) e absorvíveis (PA), N microbiano (N mic.) e proteína microbiana (Prot. mic.) estimadas pelas equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001)

Item	Tratamentos					CV (%)
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
VU (l/dia)	26,17	17,37	28,33	13,08	12,64	58,9
VU (ml/kg PV)	37,08	24,24	39,68	18,06	17,85	58,9
Ala (mmol/dia)	107,74	112,46	91,85	96,20	98,22	28,27
Ala (% PT)	90,29	92,82	92,04	92,20	92,59	-
AcU (mmol/dia)	12,21	9,00	7,74	7,95	7,95	38,24
AcU (% PT)	9,71	7,18	7,96	7,80	7,41	-
PT (mmol/dia)	119,95	121,47	99,59	104,15	106,16	26,74
Verbic et al. (1990)						
PA (mmol/dia)	77,05	79,86	54,66	59,48	61,85	52,07
PE (mmol/dia)	53,59	53,59	53,59	53,59	53,59	-
N mic. (g/dia)	56,02	58,05	39,74	43,25	44,96	52,07
Prot.mic. (g/dia)	350,10	362,85	248,39	270,29	281,03	52,07
Orellana Boero et al. (2001)						
PA (mmol/dia)	103,22	105,66	79,96	85,05	87,44	38,03
PE (mmol/dia)	32,71	32,71	32,71	32,71	32,71	-
N mic. (g/dia)	75,04	76,82	58,13	61,83	63,57	38,03
Prot.mic. (g/dia)	469,03	480,11	363,30	386,45	397,32	38,03

Médias não diferem entre si pelo teste snk ($p>0,05$)

As excreções urinárias estimadas de alantoína variaram de 91,85 a 112,46 mmol/dia para os tratamentos MA e CSU, respectivamente. Ao estudarem a excreção de alantoína em novilhos mestiços e zebuínos, Rennó et al. (2000) obtiveram valores entre 97,96 e 111,63 mmol/dia, semelhantes aos observados neste estudo.

A excreção urinária média de ácido úrico, de 8,97 mMol/dia é inferior aos 13,33 mmol/dia encontrados por Chizzotti et al. (2006) através de coleta spot de urina em novilhas com peso médio de 523 kg. Utilizando novilhos Nelore, Rennó et al. (2000) encontraram excreção urinária de ácido úrico de 9,87 mMol/dia com o menor nível (20%) de concentrado na dieta.

A composição média dos derivados de purina estimados foi superior à relação citada por Verbic et al. (1990) para bovinos, de 85% de alantoína e 15% de ácido úrico. A proporção de alantoína, em relação às purinas totais, foi de 91,98%, valor este semelhante ao observado por Rennó (2003), de 91,9% e por De Boever et al. (1998), de 93,2%, ambos em bovinos de corte.

A produção de purinas totais variou de 99,59 a 121,47 mmol/dia, o que corresponde a 152 mol/kg. Estes valores são inferiores aos 193,62 mol/kg observados por Rennó et al. (2000) em novilhos Nelore recebendo 20% de concentrado.

Para o cálculo do fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno foi utilizada a relação N purinas:N total de 0,116 proposta por Chen & Gomes (1992). Rennó et al. (2000) compararam as médias de N microbiano obtidas pelos derivados de purina utilizando a relação de 0,116 com as obtidas por meio das bases purinas em animais zebuínos e não observaram diferença ($p>0,05$) entre os resultados.

Utilizando a equação de Verbic et al. (1990), o fluxo estimado de N microbiano para o duodeno variou de 39,74 g/dia no tratamento MA a 58,04 g/dia no tratamento CSU. Pela equação de Orellana Boero et al. (2001) os valores variaram de 58,13 a 76,82 g/dia, para os tratamentos MA e CSU, respectivamente. Não foi observada diferença estatística entre as dietas ($p>0,05$).

Martín-Orúe et al. (2000), em estudo com novilhas submetidas a quatro níveis de proteína degradável no rúmen, relataram que a produção microbiana estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas usando a equação de Verbic et al. (1990), foi 12% inferior à determinada pela equação de Orellana Boero et al. (2001), no entanto, não apresentou diferença estatística.

O NRC (1996) apresenta um valor de 371 g de proteína metabolizável (PM) como exigência para manutenção de bovinos machos com 450 kg. A PM é definida como a proteína verdadeira absorvida no intestino, proveniente da PNDR da dieta e da proteína microbiana (NRC, 1996). Somando-se a proteína microbiana estimada pela equação de Verbic et al. (1990) com o consumo de PNDR da dieta, obtém-se 573,1, 606,85, 478,39, 488,29 e 507,03 g de proteína verdadeira chegando ao duodeno, para os tratamentos CSO, CSU, MA, MO e MU, respectivamente. Pela equação de Orellana Boero et al. (2001) os valores obtidos são: 692,03, 724,11, 593,3, 604,45 e 623,32 g de proteína atingindo o intestino delgado. Levando-se em conta o baixo teor de PB do feno de *Brachiaria brizantha* utilizado, acredita-se que a equação de Verbic et al. (1990) tenha sido mais eficiente na estimativa da proteína microbiana.

Weller et al. (1958) estimaram que a proteína microbiana pode suprir de 55 a 85% do fluxo de proteína para o duodeno. No presente estudo, a proteína microbiana contribuiu com 61, 60, 52, 55 e 55% do fluxo total de proteína para o intestino, nos tratamentos CSO, CSU, MA, MO e MU, segundo a equação de Verbic et al. (1990).

Os tratamentos com casca de soja, CSU e CSO, apresentaram valores numericamente superiores de N microbiano em relação aos tratamentos com milho. Aparentemente, a casca de soja limitou a velocidade de consumo dos suplementos, conforme discutido na figura 2, levando a um melhor aproveitamento das fontes de NNP. Além disso, parece ter havido maior sincronização entre a degradação dos carboidratos da casca de soja e a liberação de amônia das fontes de NNP, especialmente do optigen[®], demonstrada pela menor concentração de amônia ruminal no tratamento CSO em relação ao MO.

Na tabela 16 são apresentados os valores de MODR, estimados a partir das degradabilidades efetivas da MO do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e dos proteinados, e de eficiência de síntese de proteína microbiana. A MODR variou de 2,150 a 2,651 kg/dia para os tratamentos CSU e MO, respectivamente.

Tabela 16. Valores de matéria orgânica degradada no rúmen (MODR) e eficiência de síntese de proteína microbiana (N mic/Kg MODR) segundo as equações de Verbic et al. (1990) e Orellana Boero et al. (2001)

Item	Tratamentos					Médias
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
MODR (Kg/dia)	2,566	2,150	2,454	2,651	2,383	2,441
gNmic/KgMODR ¹	21,83	27,00	16,20	16,31	18,87	20,04
gNmic/KgMODR ²	29,25	35,73	23,69	23,32	26,68	27,73
gPBmic/100gMODR ¹	13,65	16,87	10,12	10,20	11,79	12,53
gPBmic/100gMODR ²	18,28	22,33	14,81	14,58	16,67	17,33

¹ Segundo equação de Verbic et al. (1990)

² Segundo equação de Orellana Boero et al. (2001)

O ARC (1984) apresentou valor médio de 32g N microbiano/Kg MODR para eficiência microbiana. No entanto, Hagemister et al. (1981) demonstraram,

baseados nos resultados obtidos em 75 ensaios com vacas canuladas no duodeno, que em situações de baixo nível energético, como é o caso de dietas com alta proporção

de volumoso, a taxa de síntese de proteína microbiana é de cerca de 17g/100g de MODR, equivalente a 27,2g N microbiano por Kg de MODR. Segundo o NRC (1996), a síntese de proteína microbiana é inferior em dietas com forragens de baixa qualidade. Nesses casos, as baixas taxas de passagem fazem com que maior quantidade de energia digestível seja utilizada para manutenção das células bacterianas, desse modo a eficiência de síntese de proteína microbiana a partir da energia disponível fica reduzida. Esse fato pode explicar a baixa eficiência de síntese de proteína microbiana observada nesse estudo.

Considerando que o valor de MODR é semelhante ao teor de NDT da dieta, observa-se na tabela 16 que a equação de Verbic et al. (1990) estimou uma eficiência microbiana de 12,5g de proteína microbiana/100 g de NDT, próxima à apresentada pelo NRC (1996) de 13 de proteína microbiana/100 g NDT.

A eficiência microbiana foi numericamente superior para os tratamentos com casca de soja CSU e CSO em relação aos tratamentos com milho (MU, MA e MO), seguindo a tendência da produção de N microbiano. Não foi realizada análise estatística dos dados de eficiência microbiana já que os valores de MODR foram apenas estimados.

Os dados de eficiência de síntese de proteína microbiana, expressos tanto em g N microbiano/kg MODR quanto em g PB microbiana/100 g MODR, obtidos pela equação de Orellana Boero et al. (2001) aproximaram-se mais dos encontrados na literatura, sendo que os resultados obtidos para os tratamentos CSU e CSO aproximaram-se dos citados por Hagemister et al. (1981), de 27,2g N microbiano/Kg MODR, em dietas com alta proporção de volumoso. A média de 20,04 g N

microbiano/kg MODR, obtida pela equação de Verbic et al. (1990) aproxima-se dos 22,16 g N microbiano/kg MODR observados por Mendes et al. (2006), no entanto é inferior ao citado pelo ARC (1994), de 30 g N microbiano/kg MODR.

Harrison et al. (2006a) relataram que dietas com optigen[®] proporcionaram incremento de 42% na produção de N microbiano e de 27% na eficiência de síntese de proteína microbiana, em comparação com dietas a base de uréia. Já Harrison et al. (2006b) não encontraram efeito da fonte de NNP, quando compararam uréia, Optigen[®] e uréia protegida com gordura, sobre a eficiência de síntese de proteína microbiana. No presente estudo, tanto a produção de N microbiano quanto a eficiência de síntese de proteína microbiana não foram influenciadas pela fonte de nitrogênio não protéico.

Gomes et al. (2006) observaram baixa eficiência microbiana, de 7,74 g PB microbiana/100 g de NDT, em novilhos recebendo feno de *Brachiaria brizantha*, valor este inferior aos 13 g/100 g de NDT citados pelo NRC (1996).

As concentrações de uréia e N-uréia no plasma estão apresentadas na tabela 17. As concentrações de uréia variaram entre 17,55 e 19,45 mg/dl e as de N-uréia entre 7,90 a 10,31 mg/dl, para os tratamentos CSU e MO, respectivamente. Não foi observada diferença estatística ($p > 0,05$) entre as médias nos tratamentos, o que, provavelmente, deve-se fato de as dietas experimentais serem isoprotéicas, estando de acordo com Silva et al. (2001), que não observaram diferença entre os tratamentos com mesmo teor de PB e diferentes níveis de NNP.

Tabela 17. Concentração de uréia e N-uréia no plasma e uréia excretada na urina de bovinos Nelore recebendo diferentes proteinados

Tratamentos	CSO	CSU	MA	MO	MU	CV (%)
[Uréia] plasma (mg/dl)	19,12	17,55	19,45	22,92	20,81	21,7
[N-Uréia] plasma (mg/dl)	8,60	7,90	8,45	10,31	9,36	21,7
[Uréia] urina (g/dia)	42,57	65,16	52,46	44,50	62,26	42,98
[Uréia] urina (mg/kg PV/dia)	56,97	91,09	73,17	65,05	85,54	44,02
g N-uréia urina/g N consumido	0,20	0,32	0,26	0,21	0,30	-

Médias não diferem entre si pelo teste snk ($p < 0,05$)

Valadares et al. (1997), suplementando novilhos Zebu com 45% de concentrado e teores de proteína bruta de 7 a 14,5%, verificaram por intermédio de análise de regressão, que a máxima produção microbiana correspondeu às concentrações de N-uréia plasmática (NUP) variando de 13,52 a 15,15 mg/dl, o que provavelmente representaria o limite a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína. Os valores de N-uréia plasmáticos nesse estudo encontram-se consideravelmente abaixo desses valores, o que reforça a observação de que as dietas apresentaram deficiência de PB e, conseqüentemente, de proteína degradável no rúmen (PDR). Segundo Roseler et al. (1993), a concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio, e é influenciada pelo teor de proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR). A baixa concentração de N-uréia no plasma dos animais é um indicativo de que o maior limitante nas dietas foi, de fato, o teor de PB.

A concentração média de N-uréia observada, de 8,92 mg/dl foi igual ao valor observado por Valadares et al. (1997), de 8,92 mg/dl, com teor de 7% de PB na dieta. Esta autora observou efeito linear do aumento do nível de PB da dieta sobre a concentração de N-uréia no plasma, comprovando a relação entre estes dois fatores.

A concentração de uréia na urina dos animais variou de 53,15 a 91,09 mg/kg PV/dia para os tratamentos MO e CSU, respectivamente (tabela 17). Apesar da grande variação numérica entre os

resultados, não foi observada diferença significativa ($p > 0,05$) entre os tratamentos, provavelmente devido ao elevado coeficiente de variação (CV) dos resultados. Os valores numéricos foram inferiores nos tratamentos MO (53,15 mg/kg PV/dia) e CSO (56,97 mg/kg PV/dia), enquanto o maior valor foi observado para o tratamento CSU (91,09 mg/kg PV/dia).

A média de excreção urinária de uréia no presente experimento foi de 71,98 mg/kg PV. Valadares et al. (1997), estudando novilhos zebuínos recebendo dietas contendo 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB, observaram efeito do nível de PB da dieta sobre a excreção de uréia na urina, sendo de 27,13 mg/kg PV para a dieta com 7% de PB e 391,81 mg/kg PV para o nível de 14,5% de PB. Quando as excreções de N total, N-uréia e uréia foram relacionadas à porcentagem de PB da dieta, observou-se que estas variáveis aumentaram com a PB da dieta a maiores taxas do que seria esperado por relação linear, sugerindo que a reabsorção de uréia não é um percentual constante da fração filtrada, possibilitando maior conservação de uréia em situações de baixa ingestão e maior excreção em casos de alta ingestão de proteína dietética. Segundo Van Soest (1994), a quantidade de uréia reciclada no rúmen é regulada por um processo fisiológico homeostático, sendo relativamente constante. No entanto, a eficiência de reciclagem varia com o aporte de N da dieta, sendo que em situações de baixa disponibilidade protéica as perdas na urina seriam relativamente menores, aumentando a proporção reciclada de N.

Calculando-se as proporções de N-uréia urinário em relação ao consumo total de N, obtém-se os resultados de 32, 30, 26, 21 e 20% de excreção, para os tratamentos CSU, MU, MA, MO e CSO, respectivamente, não sendo observada diferença entre os resultados ($p>0,05$) (tabela 17).

Oliveira et al. (2001) observaram comportamento linear crescente ($p<0,05$) da excreção de uréia em função do incremento dos níveis de NNP (0; 0,7; 1,4 e 2,1%) em uma dieta composta de 60% de silagem de milho e 40% de concentrado, possivelmente indicando diminuição no aproveitamento dietético.

A tabela 18 apresenta o efeito dos horários de coleta de urina após a alimentação sobre o volume urinário e as excreções dos derivados de purina, purinas totais e uréia na urina. As coletas foram realizadas após 4, 8 e 12 horas do

fornecimento dos proteinados. O volume urinário não variou nos diferentes horários de coleta ($p>0,05$), no entanto, o coeficiente de variação dos resultados foi muito elevado, o que prejudica a confiabilidade do resultado. Da mesma forma a excreção de uréia não sofreu alteração com o horário de coleta ($p>0,05$).

As excreções de alantoína e, conseqüentemente, de purinas totais, sofreram efeito do horário de coleta, sendo observados os maiores valores na coleta 12 horas após a alimentação ($p<0,05$). Estes resultados demonstram uma instabilidade das excreções de derivados de purina de acordo com o horário de coleta, sendo recomendada a padronização do horário de 4 horas após a alimentação, para as coletas *spot* de urina.

Tabela 18. Efeito do horário de coleta de urina após a alimentação sobre o volume urinário (Vol), a excreção de alantoína (Ala), ácido úrico (AcU), purinas totais (PT) e uréia

Item	Horários de coleta após a alimentação			CV
	4 h	8 h	12 h	
Vol (l/dia)	15,21 ^a	14,21 ^a	16,17 ^a	74,58
Ala (mmol/dia)	101,43 ^b	106,76 ^b	130,92 ^a	25,71
PT (mmol/dia)	110,31 ^b	114,89 ^b	145,04 ^a	27,04
Uréia (mg/kg PV/dia)	72,61 ^a	90,14 ^a	84,11 ^a	41,43

^aMédias na mesma linha seguidas de letras iguais não diferem entre si pelo teste snk ($p>0,05$)

A composição química das bactérias isoladas no rúmen encontra-se na tabela 19. Não houve efeito da composição dos proteinados sobre a composição bacteriana ($p>0,05$). O teor médio de MS, de 90,89% está dentro da variação apresentada por Valadares Filho (1995), de 81,1 a 95,7%, obtida em 10 experimentos. A porcentagem de MOrg., média de 63,74%, foi inferior aos valores observados por Cecava et al. (1990), de 83% e por Burger et al. (2000), de 92,59%, no entanto, foi superior ao observado por Mendes et al. (2006), de 57% da MS.

O baixo valor de MOrg. observado pode ser devido a uma contaminação com a solução salina utilizada no processo de

isolamento das bactérias, o que aumenta a matéria mineral, reduzindo a proporção dos demais componentes. Valadares Filho (1995) cita a possibilidade de contaminação das bactérias ruminais com a solução salina, o que explicaria a variação de 61,2 a 94,2% de MOrg. observada na literatura. Devido a esse fato, a proporção média de nitrogênio total (NT) de 4,19% da MS, foi subestimada, sendo inferior à variação observada pelo mesmo autor, de 5,2 a 8,7%, no entanto, quando a média de NT foi apresentada em relação à MOrg. o resultado obtido ficou dentro da variação citada por Valadares Filho (1995) de 6,8 a 9,7%.

Fregadolli et al. (2001) encontraram teor de MS de 95% e NT de 5,9% em

bactérias ruminais de novilhos Holandeses, isoladas de acordo com Cecava et al. (1990). Não foi observado efeito das diferentes fontes de amido (milho ou casca de mandioca) ou de proteína (farelo de algodão e farinha de carne e ossos ou levedura) sobre a composição bacteriana.

Cecava et al. (1990) observaram uma redução da proporção de N total em bactérias isoladas de conteúdo ruminal congelado, quando comparadas com o

conteúdo fresco, em animais recebendo dietas com baixo nível energético. Os teores de N variaram de 9,67% para o conteúdo fresco para 8,96% no conteúdo congelado. Estes autores afirmam que devido a uma maior fragilidade, as bactérias gram-negativas podem ser mais susceptíveis à lise celular durante o congelamento, em relação às gram-positivas. No presente estudo, o congelamento do líquido ruminal pode ter afetado em parte o teor de N bacteriano.

Tabela 19. Composição das bactérias isoladas no rúmen, matéria seca (MS), matéria orgânica (MOrg.), proteína bruta (PB) e nitrogênio total (NT) em base da MS, nos diferentes tratamentos

Item (%)	Tratamentos					Médias
	CSO	CSU	MA	MO	MU	
MS	92,67	88,80	90,84	89,59	92,56	90,89
MOrg.	59,6	66,9	56,7	66,8	68,7	63,74
PB	24,31	27,55	25,63	27,46	26,11	26,21
NT	3,89	4,41	4,10	4,39	4,18	4,19
NT (%MOrg.)	6,79	6,69	7,60	6,68	6,27	6,81

Médias não diferem entre si pelo teste snk ($p > 0,05$)

5. CONCLUSÕES

Os valores de pH e AGV no líquido ruminal, assim como a composição das bactérias ruminais, não sofreram alterações mediante as diferentes combinações de fontes de carboidratos e NNP em proteinados consumidos ao nível de 0,1% do PV, sendo que as fontes de NNP não foram suficientes para influenciar a produção de N microbiano.

No tratamento com casca de soja associada à uréia encapsulada observou-se menor concentração de N-NH₃ em relação aos tratamentos com milho, tanto associado à uréia comum como à uréia encapsulada.

A casca de soja não diferiu do milho em relação à produção de nitrogênio microbiano, demonstrando a possibilidade da substituição do amido do milho pela pectina da casca de soja como carboidrato nestes proteinados.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. *Energy and protein requirement of ruminants*. Wallingford, U.K. CAB International, 1993. 159p.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL – ARC. The nutrient requirements of ruminant livestock. Suppl. n°1. Commonwealth Agric. Bureaux, Slough, U.K. 1984.

BALCELLS, J.; GUADA, J. A.; CASTRILLO, C. et al. Rumens digestion and urinary excretion of purine derivatives in response to urea supplementation of sodium-treated straw fed to sheep. *Brit. J. Nutr.*, v.69, n.12, p. 721-732, 1993.

BALCH, D.A.; ROWLAND, S.J. Volatile fatty acids and lactic acid in the rumen of dairy cows receiving a variety of diets. *Br. J. Nutr.* v.11, n.3, p.288-298, 1957.

BARBOSA, F.A. *Suplementação protéico-energética de bovinos de corte na fase de recria em pastagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu, durante a época de transição águas-seca*. 2004. 37f. Dissertação (Mestrado Zootecnia).

BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Starea as a protein replacer for ruminants – review of 10 years of research. *Feedstuffs*, v.47, n.30, p.42-44, 1975.

BEATY, J.L.; COCHRAN, R.C.; LINTZENICH, B.A. et al. Effect of frequency of supplementation and protein concentration in supplements on performance and digestion characteristics of beef cattle consuming low-quality forages. *J. Anim. Sci.*, v.72, n.9, p.2475-2486, 1994.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. *Physiological Reviews*, v.70, n.2, p.567-590, 1990.

BRODERICK, G.A. Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in the lactating dairy cow. In: *U.S. Dairy Forage Center 1995 Research Summaries*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 122p.

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

BRODERICK, G.A.; MERCHEN, N.R. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. *J. Dairy. Sci.*, v.75, n.9, p.2618-2632, 1992.

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

BURGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Fermentação ruminal e eficiência microbiana em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. *R. Bras. Zootec.*, v. 29, n. 1, p.215-224, 2000.

BUTLER, W.R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. *J. Dairy Sci.*, v.81, n.9, p.2533-2539, 1998.

BUTLER, W.R.; CHERNEY, D.J.R.; ELROD, C.C. Milk urea nitrogen (mun) analysis: field trial results on conception rates and dietary inputs. In: *Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers*. Cornell University, Ithaca, NY, 1995.

CARVALHO, A.U.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Níveis de concentrado em dietas de zebuínos. 1. Consumo de digestibilidade aparente. *Rev. Bras. Zootec.*, v.26, n.5, p.986-995, 1997.

CAVAGUTI, E.; ZANETTI, M.A.; MORGULIS, S.C.F. Sal proteinado para novilhas de corte durante o ano (seca e águas) subsequente à desmama. In:

- REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Recife. *Anais...* Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM).
- CECAVA, M.J.; MERCHEN, N.R.; GAY, L.C. et al. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. *J. Dairy Sci.*, v.73, n.9, p.2480-2488, 1990.
- CHALUPA, W. Problems in feeding urea to ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.27, n.1, p. 207, 1968.
- CHEN, X.B., GOMES, M.J. 1992. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details. *International Feed Resources Unit*. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK.(Occasional publication). 21p.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C, VALADARES, R.F.D. et al. Intake, digestibility and urinary excretion of urea and purine derivatives in heifers with different body weights. *R. Bras. Zootec.*, v.35, n.4, suppl, p.1813-1821, 2006.
- CLARK, J.M.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- COIMBRA, L.E.P. *Avaliação da substituição do milho pela polpa cítrica em concentrados para bezerros: desempenho e parâmetros da fermentação ruminais*. 2002. 65f. Dissertação (Mestrado Zootecnia).
- CRUZ E SILVA, O.G.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Co-produtos energéticos em substituição parcial do milho grão moído em dietas para novilhos Nelore confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- CUNNIFF, P. (Ed.) *Official methods of analysis of AOAC International*, 16 th.ed. Arlington : AOAC International, 1995-v.1.
- DE BOEVER, J.L.; IANTCHEVA, N.; COTTYN, B.G. et al. Microbial protein synthesis in growing-finishing bulls estimated from the urinary excretion of purine derivatives. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.75, n.6, p.93-109, 1998.
- DELCURTO, T.; COCHRAN, R.C.; HARMON, D.L. et al. Supplementation of dormant tallgrass-prairie forage: I. Influence of varying levels on forage utilization characteristics of beef steers in confinement. *J. Ani. Sci.*, v.68, n.2, p.515-531, 1990.
- EGAN, J.K.; DOYLE, P.T. Effect of intraruminal infusion of urea on the response in voluntary feed intake by sheep. *Aust. J. Agric. Res.*, v.36, n.3, p.483 – 495, 1985.
- ELROD, C.C.; BUTLER, W.R. Reduction of fertility and alteration of uterine pH in heifers fed excess ruminally degradable protein. *J. Anim. Sci.*, v.71, n.3, p.694-701, 1993.
- EMETERIO, F.S. *Effect of grinding and moisture level of corn grain on performance of lactating dairy cows*. 1998. Thesis (Doctor of Philosophy) – University of Winsconsin, Wisconsin.
- ERDMAN, R.A.; PROCTOR, G.H.; VANDERSALL, J.H. Effect of rumen ammonia concentration on in situ rate and extent of digestion of feedstuffs. *J. Dairy Sci.* v.69, n.9, p.2313-2320, 1986.
- ERWIN, E.S., MARCO, G.S., EMERY, E.M. Volatile fatty acid analyses of bloody and rumen fluid gas chromatography. *J. Dairy Sci.*, v.44, n.9, p.1768-1771, 1961.
- EUCLIDES, V.P.B.; THIAGO, L.R.L. de S.; MACEDO, M.C.M., et al. Consumo voluntário de forragem de três cultivares de *Panicum maximum* sob pastejo. *R. Bras. Zootec.*, v.28, n.6, p.1177 - 1185, 1999.

- FRANCO, A.V.M., FRANCO, G.L., ANDRADE, P. Efeito da degradabilidade da proteína e níveis de suplementação sobre os parâmetros ruminais pH e N-NH₃. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999. Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999, p.333-334.
- FREEMAN, A.S.; GALYEN, M.L.; CATON, J.S. Effects of supplemental protein percentage and feeding level on intake, ruminal fermentation, and digesta passage in beef steers fed prairie hay. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.5, p.1562-1572, 1992.
- FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F. et al. Efeito das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.3, p.870-879, 2001.
- FUJIHARA, T.; ØRSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. *J. Agric. Sci.*, v.109, p.7-12, 1987.
- GABARRA, P.R. *Digestibilidade de nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos de novilhos Nelore alimentados com fontes protéicas e energéticas com diferentes degradabilidades ruminais*. 2001. 109 f. Dissertação (Mestrado Agronomia).
- GALO, E.; EMANUELE, S.M.; SNIFFEN, C.J. et al. Effects of polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.* v.86, n.6, p.2154-2162, 2003.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Desempenho de novilhos Nelore em pastejo na época das águas: ganho de peso, consumo e parâmetros ruminais. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, n.1, p. 214-221, 2003.
- GOMES, S.P.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade e produção microbiana em novilhos alimentados com diferentes volumosos, com e sem suplementação. *Arq. Bras. Med. Vet. Zoot.*, v.58, n.5, p.884-892, 2006.
- GONÇALVES, C.C.M. *Desempenho de bovinos de corte a pasto suplementados com misturas múltiplas contendo uréia e amiréia 150S (produto da extrusão amido/uréia)*. 2003. 52 f. Dissertação (Mestrado Zootecnia).
- HAGEMISTER, H.; LUPPING, W.; KAUFMANN, W. Microbial protein and digestion in the high-yielding dairy cow. In: *Recent Advances in Animal Nutrition – 1980*. W. Haresign ed. Butterworths, 1981. 234p.
- HALL, M.B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates, nutritional relevance and analysis. A laboratory manual*. Florida: University of Florida, 2000. 42p. (Bulletin 339).
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism in ruminants with reference to the goat. *J. Dairy Sci.*, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.
- HARRISON, G.A.; TRICARICO, J.M.; DAWSON, K.A. Effects of urea and Optigen[®] II on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumen-simulating cultures. In: Alltech International Feed Industry Symposium, 22., 2006a, Lexington. *Proceedings...* Lexington: Alltech, 2006a. (CD-ROM)
- HARRISON, G.A.; TRICARICO, J.M.; DAWSON, K.A. Effects of NNP source on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumen-simulating cultures. In: Alltech International Feed Industry Symposium, 22., 2006b, Lexington. *Proceedings...* Lexington: Alltech, 2006b. (CD-ROM)
- HELDT, J.S.; COCHRAN, C.P.; MATHIS, C.P. et al. Effects of level of carbohydrate and level of degradable intake protein on intake and digestion of low-quality Tallgrass-prairie hay by beef steers. *J. Anim. Sci.* v.77, n.10, p.2846-2854, 1999.

- HENNESSY, D.W.; KOHUN, P.J.; WILLIAMSON, P.J. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos indicus*, *Bos Taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. *Aust. J. Agric. Res.*, v.46, n.6, p.1121-1136, 1995.
- HENNESSY, D.M.; WILLIAMSON, P.J. Feed intake and live weight of cattle on subtropical native pasture hays. II. The effect of urea and maize flour or protected-casein. *Aust. J. Agric. Res.*, v.41, n.1, p.1179-1185, 1990.
- HENNING, P.H.; STEYN, D.G.; MEISSNER, H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. *J. Anim. Sci.* v.71, n.9, p.2516-2528. 1993.
- HERMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYOL, G.W. et al. Feed processing. 5. Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (starea) on nitrogen utilization in vitro. *J. Dairy Sci.*, v.53, n.3, p.330-335, 1970.
- HERRERA-SALDANA, R.; GOMEZ-ALARCON, R.; TORABI, M. et al. Influence of synchronizing protein and starch degradation in the rumen on nutrient utilization and microbial protein synthesis. *J. Dairy Sci.*, v.73, n.1, p.142-148, 1990.
- HESS, B.W.; PARK, K.K.; KRYSL, L.J. et al. Supplemental protein for beef cattle grazing dormant intermediate wheat grass pasture: Effects on nutrient quality, forage intake, digesta kinetics, grazing behavior, ruminal fermentation and digestion. *J. Anim. Sci.*, v.72, n.8, p.2113-2123, 1994.
- HUBER, J.T.; HERRERA-SALDANA, R. Synchrony of protein and energy supply to enhance fermentation. In: ASPLUND, J.M. *Principles of protein nutrition of ruminants*. Boca Raton: C.R.C. Press, 1994. p.31-52.
- HUNTINGTON, G.B. Starch utilization by ruminants: from basics to the bunk. *J. Anim. Sci.*, v.75, n.4, p.852-867, 1997.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. 2007. Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/default.shtm>>. Acesso em: 01/04/2007.
- IPHARRAGUERRE, I. R.; SHABI Z.; CLARK J. H.; FREEMAN D. E. Ruminal fermentation and nutrient digestion by dairy cows fed varying amounts of soy hulls as a replacement for corn grain. *J. Dairy Sci.* v. 85, n.11, p.2890–2904. 2002.
- KANG-MEZNARICH, J.H.; BRODERICK, G.A. Effects of incremental urea supplementation on ruminal ammonia concentration and bacterial protein formation. *J. Anim. Sci.* v.51, n.2, p.422-431, 1981.
- KRYSL, L.J.; BRANINE, M.E.; CHEEMA, A.U. et al. Influence of soybean meal and sorghum grain supplementation on intake, digesta kinetics, ruminal fermentation, site and extent of digestion and microbial protein synthesis in beef steers grazing blue grama rangeland. *J. Anim. Sci.*, v.67, n.11, p.3040-3051, 1989.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. Eficiência microbiana, concentração de N-NH₃, pH ruminal e perdas nitrogenadas endógenas em novilhos Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.2, p.404-411, 1999.
- LEÃO, M.M. *Níveis de suplementação de novilhos mestiços mantidos a pasto*. 2003. 32f. Dissertação (Mestrado Zootecnia).
- LENG, R.A. Modification on rumen fermentation. In: J.B. Hacker (editor), *Nutritional limits to animal production from pastures*. Commonwealth Agricultural Bureaux, Farnham Royal, 1982, p.427-453.
- LEOPOLDINO, W.M.; LANA, R.P.; BORGES, A.C. et al. Efeito do pH *in vitro* sobre a resistência de bactérias do rúmen à perda de potássio intracelular e efeito de pH e de ionóforos sobre a produção de amônia e

- proteína microbiana. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.57, n.6, p.777-783, 2005.
- LOPES, H.O.S.; LEITE, G.G.; PEREIRA, E.A. et al. Suplementação de bovinos com misturas múltiplas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu no período da seca. *Pasturas Tropicais*, v.21, n.3, p.54-58, 1999.
- MANELLA, M.Q.; LOURENÇO, J.L.; LEME, P.R. Recria de bovinos em pastos de *Brachiaria brizantha* com suplementação protéica ou com acesso a banco de proteína de *Leucaena leucocephala*. Desempenho animal. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.6, p.2274-2282, 2002.
- MANSFIELD, H. R.; M. D. STERN. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* v. 77, n.4, p. 1070–1083, 1994.
- MARTIN, S.K.; HIBBERD, C.A. Intake and digestibility of low-quality native grass hay by beef cows supplemented with graded levels of soybean hulls. *J. Anim. Sci.*, v.68, n.12, p.4319-4325, 1990.
- MARTÍN-ORÚE, S.S.; BALCELLS, J.; GUADA, J.A. et al. Microbial nitrogen production in growing heifers: direct measurement of duodenal flow of purine bases versus urinary excretion of purine derivatives as estimation procedures. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.88, n.3, p.171-188, 2000.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. *Br. J. Nutr.*, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MENDES, A.R.; EZEQUIEL, J.M.B.; GALATI, R.L. et al. Cinética digestiva e eficiência de síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com farelo de girassol e diferentes fontes energéticas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.264-274, 2006.
- MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. Academic press: New York, 483 p., 1990.
- MIRANDA, P.A.B. *Consumo, degradabilidade in situ e cinética de trânsito em bovinos suplementados com proteínados*. 2007. 66f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). No prelo.
- MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G., et al. Níveis de suplementação de sal proteínado para bovinos Nelore terminados a pasto no período de inverno. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2001. 38. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. (CD-ROM).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. Ruminant nitrogen usage. Washington D.C. 138p. 1985.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Beef Cattle. Washington, D.C. *National Academy of Sciences*, 7 ed., 242 p., 1996.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient Requirements of Dairy Cattle. Washington, DC: ed. Natl. Acad. Sci., 2001.
- NOCEK, J.; RUSSELL, J.B. Protein and carbohydrate as an integrated system. Relationship of ruminal availability to microbial contribution and milk production. *J. Dairy Sci.*, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.
- OLIVEIRA, A.S., VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não protéicos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- OLIVEIRA, L.O.F. *Influência da suplementação de novilhos Nelore com misturas múltiplas em pastagens de*

Brachiaria brizantha cv. Marandu. 2001. 44f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

OLIVEIRA, L.O.F. *Desempenho, consumo, dinâmica ruminal e cinética da degradação da Brachiaria brizantha cv Marandu, em bovinos de corte suplementados com proteinados*. 2005. 93 f. Tese (Doutorado Ciência Animal).

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 amônia ruminal, os parâmetros sanguíneos e o metabolismo do nitrogênio em bovinos de corte. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.738-748, 2004.

ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S.M. et al. Excretion of derivatives in cow: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. *Livestock Prod. Sci.*, v.68, p.243-250, 2001.

ØRSKOV, E.R. Starch digestion and utilization in ruminants. *J. Anim. Sci.*, v.63, n.5, p.1624-1633, 1986.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: GHURCH, D.C. (Ed.). *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Engle wood cliffs. O & Books Inc. 1988. p.146-171.

OWENS, F.N.; ZINN, R.A. Protein metabolism of ruminant animals. In: CHURCH, D.C. *The ruminant animal, digestive physiology and nutrition*. 1988, p.227. Ed. Prentice hall, Englewood Cliffs, New Jersey.

PAULINO, M.F.; BORGES, L.E.; CARVALHO, P.P. et al. Fontes de proteína em suplementos múltiplos sobre o desempenho de novilhos e novilhas mestiços em pastoreio durante a época das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.12-13.

PAULINO, M.F.; MORAES, E.H.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos de auto-regulação de consumo na recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria decumbens* durante o período das águas. *R. Bras. Zootec.*, n.3, p.957-962, 2005.

PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana em vacas leiteiras nos terços inicial e médio da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004. Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).

PEREZ, J.F., BALCELLS, J., GUADA, J.A. et al. Determination of rumen microbial-nitrogen production in sheep: a comparison of urinary purine excretion with methods using 15N and purine bases as markers of microbial-nitrogen entering the duodenal. *Br. J. Nut.*, v. 75, n.5, p.699-709, 1996.

PORDOMINGO, A.J.; WALLACE, J.D.; FREEMAN, A.S. et al. Supplemental corn grain for steers grazing native rangeland during summer. *J. Anim. Sci.*, v.69, n.4, p.1678-1687, 1991.

PORTO, M.O.; PAULINO, M.F., VALADARES FILHO, S.C. et al. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos Nelore em recria em pastagens de *Brachiaria decumbens*, satapf, durante o período das águas: desempenho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. *Anais...* Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005 (CD-ROM).

RENNÓ, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína*. 2003. 252f. Tese (Doutorado Zootecnia).

- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEAO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C. et al. Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.4, p.1009-1015, 2004.
- REYNOLDS, C.K. Metabolism of nitrogenous compounds by ruminants liver. *J. Nutr.*, v.122, n. 6, p. 1251-1255, 1992.
- RIHANY, N.; GARRET, W.N.; ZINN, R.A. Influence of level of urea and method of supplementation on characteristics of digestion of higher-fiber diets by sheep. *J. Anim. Sci.*, v.71, p.1656-1665, 1993.
- ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (ED). *The analysis of dietary fiber in food*. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações da uréia e de misturas múltiplas para bovinos alimentados com forragens tropicais. *Documentos*, 32. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. 31p.
- ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci.*, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. *J. Anim. Sci.* v.70, n.11, p.3551-3561. 1992.
- RUSSELL, J.B.; SHARP, W.M.; BALDWIN, R.L. The effect of pH on maximal bacterial growth rate and its possible role as a determinant of bacterial competition in the rumen. *J. Anim. Sci.*, v.48, p.251-258, 1979.
- RUSSEL, J.B.; STROBEL, H.J.; MARTIN, S.A. Strategies of nutrient transport by ruminal bacteria. *J. Dairy Sci.*, v.73, n.10, p.2996-3012, 1990.
- RUSSEL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *J. Dairy Sci.*, v.79, n.8, p.1503-1509, 1996.
- SALIBA, E.O.S.; RODRIGUES, N.M.; PILÓ-VELOSO, D., et al. Chemical characterization of lignin of corn and soybean residues. In: VII BRASILIAN SIMPOSIUM OF LIGNIN CHEMISTRY AND WOOD. *Anais...* 2001. p.75-76.
- SALVADOR, F.M.; TEIXEIRA, J.C.; MATTOS, C.C.G. et al. Níveis séricos de uréia em ovinos suplementados com amiréias de diferentes proporções amido:uréia. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. *Anais...* Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- SANTOS, E.D.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos limousin-Nelore suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* stpf. *R. Bras. Zootec.*, v.33, n.3, p.704-713, 2004.
- SAS Institute Inc. SAS[®] *User Guide: Statistics. Version 5 Edition*. Cary, NC: SAS Institute Inc., 1985. 956p.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production "in vitro". *Br. J. Nutr.* v.32, n.2, p.199. 1974.
- SILVA, L.D.F. *Degradabilidade ruminal da casca de soja e fontes protéicas e seus efeitos nas digestões ruminal e intestinal de rações de bovinos*. 1999, 93f. Tese (Doutorado em Zootecnia).
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Ureia para vacas em lactação. 2. Estimativas do

- volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.5, p.1948-1957, 2001.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S. et al. Nutrient requirements versus supply in the dairy cow: strategies to account for variability. *J. Dairy Sci.* v.76, n.10, p.3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C.J.; ROBBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. *J. Dairy Sci.*, v.70, n.1, p.425-441, 1987.
- STAPLES, C.R.; GARCIA-BOJALIL, C.; OLDICK, B.S. et al. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: a review, a suggested mechanism and a blood and milk urea measurements. In: ANIMAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 4. 1993. Gainesville. *Proc...* Gainesville: University of Florida. 1993. p.37-52.
- STILES, D.A.; LEE, D.D.; BARTLEY, E.E. Starea, soybean meal and urea as nitrogen sources for lactating cows. *J. Dairy Sci.*, v.58, n.5, p.777-778, 1975.
- SUSMEL, P.; STEFANON, B.; PLAZZOTTA, E. et al. The effect of energy and protein intake on the excretion of purine derivatives. *J. Agric. Sci.*, v.123, n.2, p.257-266, 1994.
- SWENSON, M.J. (ed). *Dukes Fisiologia dos animais domésticos*. 10 ed. Rio de Janeiro. Guanabara, 1988. 799p.
- TAMBARA, A.A.C.; OLIVO, C.J.; PIRES, M.B.G. et al. Avaliação *in vivo* da digestibilidade da casca do grão de soja moída com ovinos. *Ciência Rural*, v.25, n. 2, p. 283-287, 1995.
- TIKOFISKY, J; HARRISON, G.A. Optigen® II: improving the efficiency of nitrogen utilization in the dairy cow. In: Alltech International Feed Industry Symposium, 22., 2006, Lexington. *Proceedings...* Lexington: Alltech, 2006. (CD-ROM)
- THIAGO, L.R.L. de S. Suplementação de bovinos em pastejo In: *curso sobre suplementação mineral em bovinos*. Compilação dos trabalhos apresentados. Campo Grande: EMBRAPA-CNPGC, 1998, p.50-69.
- THIAGO, L.R.L. de S.; SILVA, J.M. *Suplementação de bovinos em pastejo*. Documento 108. EMBRAPA CNPGC. Campo Grande, 2001.
- TOPPS, J.H., ELLIOTT, R.C. Partition of nitrogen in the urine of African sheep given a variety of low-protein diets. *Anim. Prod.*, v.9, n.1, p.219-227, 1967.
- ULYATT, M.J., WAGHORN, G.C., JOHN, A. et al. Effect of intake and feeding frequency on fed behavior and quantitative aspects of digestion in sheep fed chaffed Lucern hay. *J. Agric. Sci.*, v.102, p.645-657, 1984.
- VAGNONI, D.B., BRODERICK, M.K., CLAYTON, R.D. et al. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. *J. Dairy Sci.*, v.80, n.8, p.1695-1702, 1997.
- VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *J. Dairy Sci.*, v.82, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. *R. Bras. Zootec.*, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 32.,

- 1995, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1995. p.355-388.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição e avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 37., 2000, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, p.267-337.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Eficiência de síntese microbiana em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços, obtida por diferentes métodos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.19, n.5, p.424-430, 1990.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. - 2 ed. – Viçosa: UFV, DZO, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. et al. Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 3., 2002, Viçosa. *Anais...* Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002, p.197-254.
- VALLE, C.B. *Melhoramento do gênero Brachiaria*. Campo Grande: EMBRAPA – CNPDC, 8p., 1985.
- VAN HOUTERT, M.F.J. The production and metabolism of volatile fatty acids in ruminants fed roughages: A review. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v.43, n.3-4, p.189-225, 1993.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivatives excretion by steers. *J. Agric. Sci.*, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WATTIAUX, M.A. *Guia técnico de pecuária leiteira: Nutrição e alimentação*. Madison: Instituto Babcock, 1998, 128p.
- WELLER, R.A.; GRAY, F.V.; PHILGRIM, A.F. The conversion of plant nitrogen to microbial nitrogen in the rumen of the sheep. *Br. Jour. Nutr.*, v.12, n.9, p.421-429, 1958.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. *Acta Scientiarum*, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos de farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002 (suplemento).
- ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; PRADO, I.N. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. *R. Bras. Zootec.*, v.28, n.5, p.898-905, 1999.
- ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Desempenho de novilhas mestiças e parâmetros ruminais em novilhos suplementados durante o período das águas. *R. Bras. Zootec.*, v.31, n.2, p.1050-1058, 2002.
- ZIMMER, A.H.; EUCLIDES, V.P.B. Importância das pastagens para o futuro da pecuária de corte no Brasil. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 2000, Lavras. *Anais...*Lavras: Universidade federal de Lavras, 2000. p.1-49.

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)