

**RASPA DE MANDIOCA NA SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHOS DE
CORTE: DESEMPENHO, SÍNTESE MICROBIANA E
CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA**

TIAGO CUNHA ROCHA

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE DARCY
RIBEIRO – UENF**

**CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO - 2010**

RASPA DE MANDIOCA NA SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHOS DE
CORTE: DESEMPENHO, SÍNTESE MICROBIANA E
CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA

TIAGO CUNHA ROCHA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e
Tecnologias Agropecuárias da Universidade
Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro,
como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ
FEVEREIRO – 2010

RASPA DE MANDIOCA NA SUPLEMENTAÇÃO DE NOVILHOS
DE CORTE: DESEMPENHO, SÍNTESE MICROBIANA E
CARACTERIZAÇÃO BROMATOLÓGICA

TIAGO CUNHA ROCHA

Tese apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Aprovada em 23 de fevereiro de 2010

Comissão Examinadora:

Viviane Aparecida Carli Costa (D. Sc., Zootecnia) – UFV

Prof. Alberto Magno Fernandes (D. Sc., Zootecnia) – UENF

Prof. Ricardo Augusto Mendonça Vieira (D. Sc., Zootecnia) – UENF

Prof. Carlos Augusto de Alencar Fontes (PhD.Ciência Animal,) – UENF
Orientador

SUMÁRIO

RESUMO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
ABSTRACT	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
1. INTRODUÇÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Uso da mandioca na alimentação animal	4
2.2. Produção de raspa de mandioca	6
2.3. Suplementação de bovinos em pastejo	6
2.4. Disponibilidade de energia e proteína em pastagens tropicais	9
2.5. Síntese microbiana no rúmen.	14
3. MATERIAL E MÉTODOS	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.7
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.5
5. CONCLUSÕES	40
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

RESUMO

ROCHA, Tiago Cunha, Zootecnista, M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, fevereiro de 2010. Raspa de mandioca na suplementação de novilhos de corte: desempenho, síntese microbiana e caracterização bromatológica. Professor Orientador: Carlos Augusto de Alencar Fontes

Vinte quatro novilhos nelores mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Mombaça foram distribuídos, segundo delineamento inteiramente casualizado em quatro tratamentos, com o objetivo de estimar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes, o ganho de peso total, a eficiência de produção de proteína microbiana/kg de NDT e a concentração plasmática de uréia em resposta a suplementos contendo diferentes relações proteína:energia. Foram utilizados quatro tratamentos: controle, suplementação energética, suplementação protéica e suplementação protéico-energética. Os suplementos foram formulados à base de raspa de mandioca e farelo de soja. Os animais suplementados com energia apresentaram maior consumo ($P<0,05$) que os suplementado com proteína e os animais controle. Não houve diferenças no ganho de peso total entre os tratamentos avaliados. As excreções de alantoína, purinas absorvidas, a síntese de N-microbiano e a eficiência microbiana não foram alteradas pela suplementação. As excreções urinárias de uréia, N-uréia, assim como as concentrações plasmáticas de uréia foram maiores ($P<0,05$) nos animais suplementados com o maior nível protéico. A suplementação é desnecessária quando se utilizam pastagens manejadas intensamente e a suplementação protéica traz excesso de proteína degradável no rúmen para os

animais, elevando as perdas de nitrogênio na forma de uréia urinária, com aumento da concentração plasmática da uréia.

ABSTRACT

ROCHA, Tiago Cunha, M.Sc. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, February 2010. Cassava root in beef cattle supplementation: performance, microbial synthesis and chemical characterization. Adviser: Carlos Augusto de Alencar Fontes

Abstract- Twenty-four steers grazing *Panicum maximum*, cv. Mombaça, pastures were assigned to four treatments in a completely randomized design, to evaluate the influence of different protein:energy ratios in diet on intake, nutrients apparent digestibility, total weight gain, efficiency of microbial protein synthesis/kg of TDN and urea concentration in plasma. Four treatments were utilized: control, energy supplementation, protein supplementation, protein plus energy supplementation. Cassava root plus soybean meal based supplements were utilized. The animals supplemented with energy presented higher intake ($P < 0,05$) than animals supplemented with protein and the control. No significant difference was observed in total weight gain among treatments. Allantoin excretion, absorbed purines, N-microbial synthesis and microbial efficiency were not influenced by treatments. Urea and N-urea urinary excretion and plasma urea concentration values were higher in animals supplemented with the higher protein level. It is unnecessary the use of supplements when tropical pasture is managed intensely. The use of protein supplement promotes excess of rumen degradable protein, increasing urea nitrogen losses and plasma urea concentration.

Aos meus pais Raymundo e Dulcinéa
Aos meus irmãos Diego, Emerson e Everton
Dedico.

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Raymundo Ribeiro da Rocha e Dulcinéa Cunha, pelo incentivo, pela educação e amor.

À Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, pela oportunidade de realizar o curso.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo e a oportunidade de desenvolver este trabalho.

Ao Professor Orientador Carlos Augusto de Alencar Fontes, pela amizade e paciência para passar conselhos e experiências ao longo do curso, a fim do melhor resultado para este trabalho.

Aos professores do LZNA pelos aconselhamentos, pelas críticas e valiosas sugestões durante este período do mestrado.

Aos funcionários do Colégio Agrícola Antônio Sarlo, Cristiano Moço Ferreira (Matr.: 10599-9), Eliziel Borges Barbosa (Matr.: 10311-9), Sergio Américo R. Morais (Matr.: 10542-9), João Carlos T. Paes (Matr.: 10554-4), Robson A. Carvalho (Matr.: 10376-2), pela importante contribuição nas operações de instalação e condução do experimento.

Aos amigos de curso, república, peladas e convívio, pela demonstração de companheirismo e paciência durante essa fase.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram na ajuda e apoio ao longo da elaboração deste trabalho.

1. INTRODUÇÃO

O milho é a fonte energética mais utilizada nas rações destinadas à alimentação de bovinos no Brasil. Por sua grande participação no comércio internacional, o custo de aquisição deste insumo é fortemente influenciado tanto pela variação da taxa cambial, quanto por sua disponibilidade no mercado. Por outro lado, o valor dos produtos de origem animal não acompanha essa tendência com a mesma intensidade.

Em consequência, quanto mais dependente do milho for um determinado sistema de produção, maior será a vulnerabilidade financeira do pecuarista frente às súbitas oscilações de preço desta *commodity*. Adicionalmente, em regiões distantes dos grandes centros de produção de grãos, como o Norte Fluminense, o frete e as tributações interestaduais são outros fatores que elevam o preço final do milho, muitas vezes inviabilizando o seu uso pelos pecuaristas.

Deste modo, a lucratividade da atividade pecuária é favorecida na medida em que o produtor de carne ou de leite substitui o milho na alimentação de seu rebanho utilizando, como alternativa, produtos agrícolas tradicionalmente cultivados em sua região. Esta substituição, entretanto, não pode comprometer a produtividade do rebanho.

Como alternativa ao milho, a raiz da mandioca tem sido empregada com sucesso como fonte energética na dieta de bovinos. Entre os pecuaristas da região

Norte Fluminense, a utilização da mandioca na alimentação de bovinos é prática antiga e rotineira, o que é natural, uma vez que a região é a maior produtora de mandioca do estado do Rio de Janeiro, sendo responsável por cerca de 50% da produção total. Além disso, a produtividade da lavoura de mandioca é menos dependente da regularidade da precipitação pluviométrica em relação à do milho, que é muito prejudicada pela ocorrência de veranicos, muito comuns na região Norte Fluminense.

De fato, em Campos dos Goytacazes especificamente a área cultivada com mandioca é superior à do milho, e, dentre as lavouras agrícolas, é inferior apenas à área destinada ao plantio de cana-de-açúcar. Paralelamente, a pecuária bovina do município vem se desenvolvendo nas últimas décadas; o rebanho aumentou em 17% entre 1990 e 2004 e as áreas com pastagens plantadas aumentaram, entre 1985 e 1996, de 12,9 para 56,4% da área total dedicada às lavouras.

Contudo, um fato a ser verificado no contexto da bovinocultura nacional é a transformação de áreas tradicionalmente utilizadas para pastagens em áreas de agricultura, principalmente na região sudeste, devido à maior rentabilidade apresentada pela produção de grãos, cana-de-açúcar e madeira, obrigando, dessa maneira, os pecuaristas a se transferirem para outras regiões ou promoverem melhorias no setor produtivo, de modo a intensificarem a produção para tentar competir com a agricultura em termos de lucratividade.

Neste contexto, destacam-se os sistemas intensivos de produção a pasto, nos quais a suplementação é fornecida racionalmente. Para tal propósito, são utilizadas forrageiras com elevada produção de biomassa, adubadas e, mais recentemente, irrigadas; paralelamente, o uso de alimentos alternativos aumenta o desempenho dos animais, suprimindo os nutrientes deficitários na forragem consumida.

A criação de bovinos em pastagens é considerada a fonte mais econômica de nutrientes para os ruminantes nos trópicos. Porém, as pastagens estão sujeitas a variações ao longo do ano, quanto à disponibilidade e à qualidade de seus constituintes, de forma a gerar uma dependência entre o crescimento dos animais e os fatores climáticos.

Para ser eficiente, a suplementação de animais a pasto requer do pecuarista ou do técnico um nível adequado de informações, caso contrário o potencial da planta e do animal não serão adequadamente explorados. A complexidade da simbiose entre o ruminante e sua microbiota ruminal torna indispensável a condução

de pesquisas que gerem os conhecimentos técnicos necessários à suplementação de bovinos mantidos a pasto.

Assim, objetivou-se no presente trabalho, avaliar o consumo, a digestibilidade aparente total dos nutrientes, o ganho de peso, a eficiência de produção de proteína microbiana/kg de NDT e a concentração plasmática de uréia nos novilhos recebendo suplementos contendo raspa de mandioca com diferentes níveis de proteína.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Uso da mandioca na alimentação animal

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é um produto de ampla versatilidade no que se refere às possibilidades de uso como alimento de animais ruminantes e não ruminantes. Apresenta características agronômicas que permitem sua exploração não só em condições de alta tecnologia, como em áreas marginais. Em condições de cultivos comerciais, é possível alcançar produções de 16 t/ha de MS de raízes (Almeida & Ferreira Filho, 2005), embora a sua produtividade em calorias por unidade de área e tempo seja menor que a do milho (Bezerra et al., 1996). A raiz pode ser integralmente aproveitada, tanto na alimentação humana (in natura ou em forma de farinha, amido ou fécula) como na alimentação animal (raspas, picada, etc).

O Brasil é o maior produtor mundial de mandioca, com cerca de 26 milhões de toneladas anuais, e tem se mantido nessa posição há muitos anos. O uso da mandioca e seus subprodutos na alimentação animal vêm crescendo no mundo. O mercado comum europeu (MCE) é o maior importador de raspa de mandioca e vem utilizando-a cada vez mais na composição de rações balanceadas para nutrição animal em substituição ao milho e à cevada (Pires, 1999).

A raiz da mandioca é rica em carboidratos, com teores de amido variando de 20 a 45% , com 5% de açúcares redutores. Na matéria seca, o teor de amido pode variar de 76,20 a 91,39% (Menezes, 1980; Zeoula, et al., 1999; Caldas Neto, 2000a). Holzer et al. (1997) enfatizaram que a mandioca é um alimento rico em amido, contudo, pobre em proteína bruta. Seu valor energético é estimado em 3,04 Mcal de energia metabolizável/kg de matéria seca.

Apesar de sua importância crescente, a composição bromatológica da raspa de mandioca é pouco conhecida, não sendo encontrada nas principais tabelas de composição de alimentos para ruminantes (NRC, 2000; AFRC, 1993, Valadares Filho, et al. 2006). Sabe-se que sua composição não é homogênea e padronizada, como os alimentos clássicos usados na alimentação animal (De Bem, 1996; Martins, 1999). Segundo Cereda (1994), a variação na composição ocorre devido a diversos fatores, como nível tecnológico da indústria, qualidade da mão-de-obra, metodologia de análise, assim como diferenças entre as variedades de mandioca.

Os grãos de amido da mandioca têm forma esférica e semi-esférica, enquanto os grãos de amido do milho são poliédricos, no entanto, o tamanho dos grãos de amido é semelhante (5- 35 mm) (Pires, 1999). Em grãos como o milho, a amilopectina representa pelo menos 70 % do amido, já na mandioca a amilopectina representa apenas 17% do amido (Morrison & Laidnelet, 1983). Outra característica do amido de mandioca que o diferencia do milho é a ausência de matriz protéica e de corpos protéicos associados aos grãos de amido (Pires 1999).

Devido aos altos teores de amilose existentes no amido da mandioca, esperava-se que tivesse menor taxa de degradabilidade, no entanto, esse é altamente degradável, com taxas de degradação de 16,8%/h no rúmen, superior ao amido do milho (4%/h) (Nocek & Taminga, 1991). O NRC (1996) também apresenta taxas elevadas de degradação para o amido da mandioca no rúmen (40%/h). A razão para isso é possivelmente a ausência de associação dos grãos de amido com os corpos e matrizes protéicas, fazendo com que a raspa de mandioca seja um produto interessante para substituir o milho como principal fonte de amido da dieta.

Tem-se verificado valores de digestibilidade da matéria seca da mandioca e de seus subprodutos semelhantes aos do milho (Caldas Neto, 2000a; Zeoula et al., 1999) ou superiores ao milho ou sorgo (Stumpf & Lopes, 1994; Marques et al., 2000). Para o amido da mandioca foi observada superioridade na degradabilidade

ruminal, digestibilidade ruminal, intestinal e total em relação ao amido do milho (Zeoula et al., 1999; Caldas Neto, 2000a; Marques et al., 2000).

Ferreira et al. (1989) não encontraram diferença na conversão alimentar de novilhos recebendo suplemento energético com 100% de milho em grão, ou 50% de milho em grão e 50% de raspa de mandioca.

2.2. Produção de raspa de mandioca

Como definição, a raspa de mandioca é constituída pela raiz da mandioca integral, ou seja, polpa e casca, que é picada e seca ao sol e, posteriormente, moída (Marques, et al., 2000). Logo após a colheita, as raízes são lavadas com o objetivo de eliminar ao máximo a terra, a areia e outros elementos estranhos aderidos. Posteriormente, as raízes são picadas em fatias finas e uniformes para acelerar o processo de secagem e facilitar seu uso no preparo de rações.

Conforme Almeida & Ferreira Filho (2005), o material picado é exposto ao sol, sobre uma área cimentada, em camadas uniformes de 4 a 5 cm de espessura, proporcionando uma densidade de 10 a 12 kg/m². Para acelerar o processo de secagem, no primeiro dia, o material deve ser revolvido em períodos regulares de duas horas, até que a umidade atinja valores entre 10 a 14%, quando o material deve ser moído e armazenado. Porém, o tempo de secagem depende de uma série de fatores: condições climáticas favoráveis, umidade inicial da raiz, densidade, geometria dos pedaços e número de revolvimentos.

2.3. Suplementação de bovinos em pastejo

O Brasil, nos últimos anos, vem ocupando lugar de destaque no mercado mundial de carne. É o segundo maior produtor e o primeiro exportador de carne bovina, abatendo cerca de 28,69 milhões de cabeças por ano (IBGE, 2009) e exportou 2,150 milhões de toneladas em equivalente carcaça no ano de 2008 (Anualpec. 2008).

Mesmo possuindo o maior rebanho bovino comercial do mundo, com aproximadamente 193 milhões de cabeças em 2009 (IBGE, 2009), e com segundo maior rebanho mundial, ultrapassado apenas pela Índia, apresenta baixos índices zootécnicos em comparação aos demais países produtores, com taxa de abate

estimada, para o ano de 2008, de 24%, bastante inferior a outros países como Estados Unidos (36%) e União Européia (33%)(Anualpec, 2008).

A bovinocultura de corte para se manter competitiva deve priorizar a obtenção de elevados ganhos de peso, mantendo regularidade na curva de crescimento dos animais, utilizando o potencial genético em relação às precocidades sexual, de crescimento e acabamento dos animais. Esses conceitos devem ser utilizados obedecendo ao princípio do máximo rendimento econômico, visando a melhor relação custo:benefício. Sendo assim, a aplicação de tecnologias que ampliem a competitividade da atividade, aumentando a rentabilidade do setor pecuário, é de fundamental importância. Nesse contexto, a suplementação de bovinos em pastejo tem se mostrado alternativa importante, uma vez que têm sido observados aumentos expressivos ao se adotar esta prática. Em 1991, 175 mil cabeças foram terminadas em regime de pasto com o uso da suplementação, já em 2005, 2.481 mil cabeças foram terminadas no sistema pasto-suplemento (Anualpec, 2006), totalizando crescimento acima de 1300% nesse período, correspondente a aumento no uso desta tecnologia acima de 90% ao ano.

O Brasil possui extensa área territorial de pastagens (cerca de 260 milhões de ha - Anualpec, 2006) e enorme capacidade de expansão para novas áreas. O sistema de produção de carne bovina brasileiro é fortemente embasado na produção a pasto, uma vez que a pastagem é considerada uma das mais econômicas fontes de nutrientes para bovinos (Paulino, 1998), sendo 99% da dieta do rebanho nacional proveniente do pasto (Paulino et al., 2003).

A bovinocultura nacional tem como empecilho a sazonalidade da produção das gramíneas tropicais, com influência marcante sobre a curva de crescimento dos animais. Nos períodos chuvosos os animais apresentam ganhos de peso mais elevados e nas épocas de seca observa-se apenas manutenção ou ganhos baixos, podendo ocorrer inclusive perda de peso. Sendo assim, as variações na qualidade e quantidade de forragem ofertada aos animais em pastejo refletem-se negativamente nos índices zootécnicos. Isto pode ocasionar perda de espaço da pecuária para outras atividades, exigindo evolução dos seus índices, de forma a se manter competitiva com as demais atividades e permanecer como uma opção viável de investimento para o produtor. A intensificação da pecuária torna-se necessária, pois a criação extensiva tem perdido continuamente espaço no mercado competitivo atual, onde as terras estão cada vez mais valorizadas.

Durante a estação seca, nas regiões tropicais, a forragem é de baixa qualidade com elevados teores de fibra e teores de proteína abaixo dos 7% considerados como o mínimo (Minson, 1990) para a adequada atividade microbiana ruminal, uma vez que a deficiência de proteína degradável no rúmen (PDR) afeta o crescimento microbiano e a atividade fermentativa ruminal. Com isso, ocorre depressão da digestão da parede celular da forragem, diminuição da taxa de passagem e, conseqüentemente, limitação do consumo pelo efeito de enchimento (Minson, 1990, Van Soest, 1994, Dove, 1996). Desta forma, o desempenho animal é prejudicado, ficando abaixo de seu potencial.

Devido a grandes perdas por degradação excessiva no rúmen, a maior parte da proteína bruta proveniente do pasto (N microbiano) não alcança o intestino delgado, diminuindo com isso a eficiência de utilização da forragem pelo animal.

Uma das maneiras de melhorar o desempenho de animais mantidos a pasto seria pelo fornecimento de substratos prontamente fermentáveis, visando elevar o nível de nitrogênio microbiano que alcança intestino (Caton e Dhuyvetter, 1997). Desta forma, seria estimulado o consumo voluntário de forragem (Vanzant e Cochran, 1994) e, havendo disponibilidade de forragem, mesmo que de baixa qualidade, a suplementação irá propiciar condições favoráveis ao crescimento microbiano, elevando a digestibilidade.

Geralmente, a proteína é o primeiro nutriente limitante; porém, o aumento da ingestão de forragem via proteína suplementar pode não resultar em adequada ingestão de energia, de forma que o desempenho do animal fica abaixo do esperado (Bowman e Sanson, citados por Bodine e Purvis, 2003). Desta forma, uma combinação de energia e proteína no suplemento promove melhores respostas no desempenho animal (Euclides, 2002; Bodine e Purvis, 2003).

O fornecimento de suplementos múltiplos em baixa quantidade, associado ao correto manejo das pastagens, é alternativa interessante para sistemas produtivos com baixos níveis de investimento. Diferentemente dos sistemas de confinamento e semiconfinamento, esse sistema propõe o uso de uma quantidade muito menor de suplemento, preconizando o manejo correto das pastagens, como base da alimentação dos animais.

Assim, ao se adotar o manejo apropriado e eficiente, o suplemento permite a oferta de nutrientes limitantes específicos para o ambiente ruminal, aumentando a eficiência de digestão e, conseqüentemente, o consumo, ou seja, maximizando o

uso da forragem sem que haja substituição desta pelo suplemento, o que em geral ocorre nos outros sistemas de suplementação.

2.4. Disponibilidade de energia e proteína em pastagens tropicais

Em pastagens tropicais, mesmo no período chuvoso, o ganho de peso dos animais é baixo quando comparado a animais em confinamento ou mantidos em pastagens temperadas. O ganho de peso dos animais depende principalmente do fornecimento de aminoácidos e energia para os tecidos, até o limite genético para síntese de proteína corporal, o qual provavelmente nunca é alcançado por meio do consumo de matéria seca do pasto (Poppi & McLennan, 1995).

O fornecimento de aminoácidos depende do conteúdo de proteína da dieta e da sua passagem do rúmen para os intestinos, na forma de proteína não degradada no rúmen (PNDR) e proteína microbiana, sendo esta última originada da PDR (AFRC, 1993).

Segundo Poppi & McLennan (1995), a perda de proteína no rúmen em forma de amônia ocorre quando o teor de PB dietética excede cerca de 210 g de PB/kg de matéria orgânica digestível (MOD) do pasto. Apesar das limitações do uso da PB e da MOD como indicativos da relação entre a PDR e a energia disponível para a microbiota ruminal (Russel et al., 1992), o valor de 210 g de PB/kg de MOD é coerente com a recomendação do AFRC (1993), de 9 a 11 g de PB microbiana/MJ de EM fermentescível.

Russel et al. (1992) relataram que, quando o suprimento de nitrogênio (N), originário da proteína da dieta ou da reciclagem endógena, não atende às exigências dos microrganismos ruminais, pode ocorrer limitação do crescimento microbiano, afetando negativamente a digestibilidade da parede celular e o consumo, acarretando baixo desempenho animal.

Trabalhos realizados anteriormente na mesma área experimental, com 8,5 ha, de relevo plano, cultivada com capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça), geraram informações que embasaram o presente projeto (Ribeiro, 2004; Palieraqui, 2004). Nos citados trabalhos, verificou-se que o capim-mombaça apresentou teor de 25,8% de PB na MOD (Tabela 1). Teores acima de 21% de PB na MOD situam-se acima do esperado para gramíneas tropicais, sendo mais comuns em pastagens de

fORAGEIRAS temperadas, com elevada proporção de folhas novas (Poppi e McLennan, 1995). Níveis de PB acima de 210g/kg de MOD (21%) predisõem à perda de nitrogênio no rúmen, na forma de amônia (AFRC, 1993), uma vez que a energia disponível torna-se limitante para a síntese microbiana. Essa condição é prejudicial ao animal, pois amônia em excesso é convertida em uréia no fígado e este processo implica em gasto de energia (Van Soest, 1994). Os altos teores de proteína observados sugerem que a suplementação energética poderia otimizar a fermentação ruminal, elevando o desempenho dos animais na época seca.

O monitoramento do balanço entre a energia e a proteína do pasto é particularmente importante em sistemas intensivos de produção; se por um lado a irrigação diminui o teor de PB das gramíneas tropicais, estas quando manejadas em intervalos de desfolha reduzidos e adubadas com elevados níveis de nitrogênio, podem apresentar valores de PB superiores a 20%, com a digestibilidade da matéria seca não ultrapassando os 65% (Sant'Ana, 2005).

Tabela 1: Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica digerível (MOD), proteína bruta (PB) e relação PB/MOD do capim-Mombaça, irrigado na época seca¹

	MS (%)	Teores na MS		
		MOD (%)	PB (%)	g PB/kg MOD
Mombaça	20,5	47,19	12,2	258,0

1- Com base em resultados de Ribeiro (2004) e Palieraqui (2000).

Em uma revisão sobre o assunto, Peyraud & Astigarraga (1998) concluíram que a redução dos níveis de adubação nitrogenada da pastagem resulta em queda acentuada da excreção de nitrogênio pela urina dos animais. Trabalhando com três gramíneas tropicais, Johnson et al. (2001) relataram que aplicação de altos níveis de adubação nitrogenada elevou não somente o teor de PB médio das três forrageiras de 9,7 para 17,6%, mas também a proporção de nitrogênio não protéico (fração A), que aumentou em média de 26,7 para 36,9% da PB total. No mesmo estudo, a DIVMO média aumentou de 53,9 para 56,7%, mas nem todas as gramíneas tiveram sua digestibilidade influenciada pela adubação. Segundo os autores, a adubação nitrogenada incrementa o acúmulo de nitrato nas plantas, um composto nitrogenado recuperado na fração A da PB.

O método comumente utilizado no Brasil para a determinação de nitrogênio total na planta (Kjeldahl) não recupera o nitrato (Silva & Queiroz, 2002), subestimando o teor de PB das pastagens, particularmente as adubadas com altas doses de nitrogênio. Segundo Van Soest (1994), o nitrato representa entre 10 a 25% do nitrogênio não protéico presente nas plantas. Mas, de acordo com Peyraud & Astigarraga (1998), esta proporção pode ser ainda maior em forrageiras manejadas em elevados níveis de adubação nitrogenada, quando o nitrato pode representar entre 10 a 15% da PB total.

Por outro lado, as gramíneas tropicais apresentam elevados teores de carboidratos fibrosos (fração $B_2 + C$) e, conseqüentemente, reduzidos valores de carboidratos não fibrosos (fração $A + B_1$) (Valadares Filho, 2006; Vieira et al., 2000b), o que implica em baixos conteúdos de energia disponível aos ruminantes (Van Soest, 1994). Em relação à intensificação da produção, se por um lado a irrigação aumenta e a adubação nitrogenada pouco influencia o teor de fibra, a redução do intervalo de desfolha repercute positivamente, o que diminui o teor de FDN das gramíneas tropicais (Sant' Ana, 2005). A esse respeito, Peyraud & Astigarraga (1998) relataram o efeito reduzido da adubação nitrogenada sobre o conteúdo de energia líquida do pasto.

Em muitos casos, a intensificação dos sistemas tropicais de produção a pasto tem visado somente o aumento da produtividade e do teor de PB da planta, sem considerar os impactos sobre a nutrição dos ruminantes. No entanto, acima de determinado limite, o aumento do teor de PB da pastagem não necessariamente implica no aumento da produção animal; ao contrário, pode resultar em perdas protéicas associadas tanto ao baixo conteúdo energético das pastagens tropicais, quanto decorrentes da ausência de sincronização entre a disponibilidade de nitrogênio e energia para a microbiota ruminal (Poppi & McLennan, 1995; Russel et al., 1992; Vieira et al., 2000).

Neste sentido, o sistema Cornell (CNCPS) ao considerar, na avaliação dos alimentos, a dinâmica da fermentação ruminal e a perda potencial de nitrogênio como amônia (Sniffen et al., 1992), constitui uma ferramenta de grande importância para o balanceamento de suplementos destinados a animais a pasto (Russell et al., 1992).

As disponibilidades ruminais de nitrogênio (N) e energia são os principais fatores que limitam o crescimento microbiano (Clark et al., 1992). A maioria dos

microrganismos presentes no rúmen utiliza amônia como fonte de N para seu crescimento. A uréia é rapidamente hidrolisada pelas bactérias aderidas ao epitélio ruminal e a amônia resultante é incorporada ao N bacteriano, sendo a disponibilidade de energia o principal fator que determina a taxa de assimilação desse N (Huntington & Archibeque, 1999).

Russell et al. (1992) comprovaram que a produção excessiva de amônia e sua conseqüente absorção ruminal aumenta a excreção urinária de compostos nitrogenados. Nocek & Russell (1988) afirmaram que, se a taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação de carboidratos, grande quantidade de compostos nitrogenados pode ser perdida na urina, como uréia. Se a taxa de fermentação de carboidratos for maior que a degradação da proteína, ocorre redução na produção de proteína microbiana.

Trabalhos indicaram que a proteína microbiana responde, em média, por 59% da proteína que chega ao intestino delgado (Clark et al., 1992), o que denota a importância do estudo dos mecanismos de síntese protéica bacteriana e dos fatores a eles relacionados (Nocek & Russell, 1988).

A produção de proteína microbiana e a excreção urinária de derivados de purinas são relacionadas (Perez et al., 1996). Então, assumiu-se que a absorção de purinas estaria condicionada à quantidade de proteína microbiana, estimada a partir da excreção urinária dos derivados de purinas: alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina (Giesecke et al., 1994).

A excreção de derivados de purinas está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, com o conhecimento da relação N purina:N total na massa microbiana, a absorção de N microbiano pode ser calculada a partir da quantidade de purina absorvida, que é estimada por intermédio da excreção urinária de derivados de purinas (Chen & Gomes, 1992).

A excreção urinária de derivados de purinas pelos ruminantes pode ser usada para estimar o fluxo intestinal de proteína microbiana, uma vez que a excreção endógena de derivados de purinas e a relação quantitativa entre a excreção de derivados de purinas e a absorção de purina tenham sido previamente determinadas (Chen et al., 1996). Na urina de bovinos, ambas as purinas endógenas e exógenas têm composição semelhante de, aproximadamente, 85% de alantoína e 15% de ácido úrico; xantina e hipoxantina não estão presentes em quantidades significativas

na urina de bovinos (Chen et al., 1990a, b; Verbic et al., 1990; e Chen e Gomes, 1992).

Clark et al.(1992) verificaram que as alterações da relação volumoso:concentrado na dieta influenciam no crescimento microbiano, em razão da variação na disponibilidade de energia. A energia para a síntese de proteína microbiana é oriunda principalmente dos carboidratos dietéticos cuja fonte pode afetar o crescimento microbiano. Se os carboidratos não fibrosos (CNF) estiverem em alta proporção na dieta e o pH for mantido, os microrganismos fermentadores deste substrato crescerão rapidamente, resultando em aumento da produção microbiana. Por outro lado, se houver acúmulo de ácido lático, ocorrerá diminuição do pH e alteração na ecologia microbiana e no consumo de matéria seca (Sniffen & Robinson, 1987).

Taxas mais rápidas de crescimento, associadas à passagem mais rápida de microrganismos para o intestino delgado, podem reduzir a reciclagem de energia e N no rúmen, decorrente de decréscimo na lise de células, o que diminui as exigências de manutenção dos microrganismos e, conseqüentemente, mais nutrientes são usados para o crescimento microbiano (Clark et al., 1992).

A uréia é a principal forma de excreção de compostos nitrogenados nos mamíferos. Quando a síntese de amônia no rúmen se torna maior que sua utilização pelos microrganismos, há aumento de sua absorção através da parede ruminal e mais amônia é levada pela corrente sanguínea ao fígado, onde ocorre formação da uréia. Em conseqüência, há aumento nos custos energéticos para sua formação, o que resulta em perdas de nitrogênio pela urina (Russell et al., 1992). A concentração de uréia encontrada na urina está correlacionada positivamente com as concentrações de nitrogênio no plasma e com a ingestão de nitrogênio (Van Soest, 1994). Ela é também correlacionada com a eficiência de utilização do nitrogênio ruminal, sendo usada como parâmetro para observação de equilíbrio ou desequilíbrio na relação proteína:energia da dieta (Broderick, 1995).

Valadares et al. (1997), trabalhando com teores de proteína bruta (PB) de 7,0; 9,5; 12 e 14% na alimentação de novilhos, encontraram concentrações crescentes de nitrogênio uréico no plasma. De acordo com Broderick e Clayton (1997), a elevada concentração de uréia plasmática é um indício de que está ocorrendo utilização ineficiente da PB da dieta.

Segundo Henning et al. (1993), a uréia plasmática pode ser considerada como reserva de nitrogênio. Quando em períodos em que a disponibilidade de nitrogênio encontra-se em excesso no rúmen, o nitrogênio absorvido aparece como uréia no plasma, podendo ser reciclado para o rúmen, se posteriormente houver falta de nitrogênio.

As proteínas potencialmente fermentáveis no rúmen incluem a proteína dietética mais a proteína endógena, que é proveniente da reciclagem da uréia, da descamação de células epiteliais e do processo de lise das células microbianas. Alguns dos peptídeos e aminoácidos que não são incorporados na proteína microbiana podem escapar da degradação ruminal e ser fonte de aminoácidos para absorção intestinal (NRC, 2001).

A velocidade e intensidade de degradação da proteína do alimento no rúmen são fatores que afetam o aporte de aminoácidos para o intestino delgado. A disponibilidade de carboidratos também pode afetar a eficiência de utilização dos compostos nitrogenados, pelo fato de ser fonte energética (Cavalcante et al., 2006).

A presença do nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal é fator essencial para os microrganismos do rúmen, especialmente os celulolíticos, que utilizam a amônia para seu crescimento, desde que esteja associada a uma fonte de energia adequada (Russell et al., 1992). Quando a degradação da proteína excede a taxa de assimilação dos aminoácidos e da amônia pelos microrganismos ruminais, há uma elevação da concentração de amônia ruminal.

Quanto maior a degradabilidade da proteína da ração, maior será a produção de amônia e, possivelmente, maiores serão as perdas urinárias de compostos nitrogenados na forma de uréia. Para que estas perdas sejam reduzidas e que seja maximizado o crescimento microbiano, há necessidade de sincronização entre as taxas de degradação da proteína e dos carboidratos (Russell et al., 1991).

A saída do nitrogênio amoniacal do rúmen pode ocorrer por meio da incorporação na matéria microbiana, pela absorção através da parede do rúmen e pelo fluxo para o abomaso (Nolan, 1993).

2.5. Síntese microbiana no rúmen

O manejo nutricional é um dos principais fatores a ser considerados na produção de bovinos. A alimentação é responsável pela maior parcela dos custos da

atividade, o que leva produtores e pesquisadores a utilizarem alimentos de mais baixo custo e que proporcionem aos animais desempenhos satisfatórios.

O objetivo básico dos estudos de alimentação de ruminantes é a obtenção máxima da síntese de proteína microbiana, em virtude de seu excelente balanceamento de aminoácidos (Fox et al., 1992).

As pesquisas ao longo dos últimos anos confirmaram a relação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purina (DP) e de bases purinas. O método de excreção de DP assume que o fluxo duodenal de ácidos nucleicos é predominantemente de origem microbiana e, após digestão intestinal e absorção, os derivados de purinas são excretados proporcionalmente na urina (Figura 1), principalmente na forma de alantoína e ácido úrico (Perez et al., 1996). Para ovinos são considerados também os derivados xantina e hipoxantina .

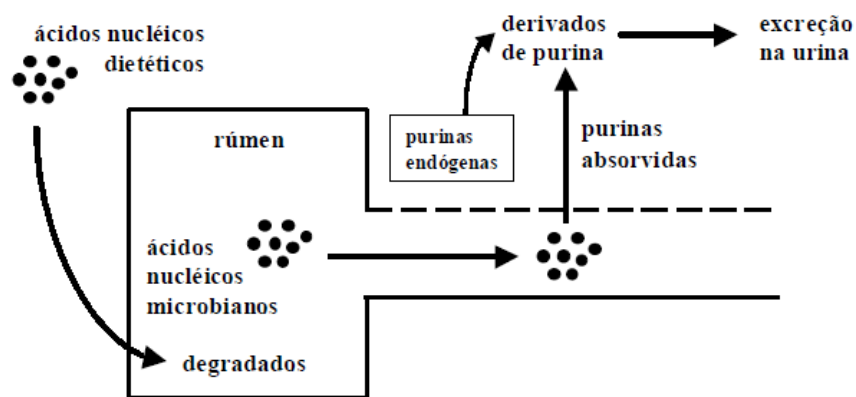


Figura 1- Representação esquemática do princípio do método de determinação da excreção urinária de derivados de purina para estimativa do suprimento de proteína microbiana para ruminantes (adaptado de Chen & Gomes, 1992).

A excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas e, conhecendo-se a relação N purina/N total na massa microbiana (Chen & Gomes, 1992), a produção de N microbiano pode ser calculada, uma vez que a excreção endógena de DP e a relação quantitativa entre a excreção de DP e a absorção de purinas tenham sido previamente determinadas (Verbic et al., 1990; Orellana Boero et al., 2001).

A síntese microbiana estimada torna-se assim de extrema utilidade, já que através dela podem-se avaliar quais seriam os melhores alimentos para se obter a

maximização da produção e com isso redução dos custos, tornando o produto cada vez mais competitivo no mercado.

Sabendo-se que as exigências de proteína para produção e manutenção dos ruminantes são atendidas por meio da síntese de proteína microbiana, a partir da proteína degradada no rúmen e do nitrogênio endógeno reciclado via saliva, pela proteína dietética não degradada no rúmen e pela reciclagem da proteína do animal (Boer et al., 1987), é de elevada importância o conhecimento do potencial de produção do nitrogênio microbiano a partir do alimento.

A quantidade de proteína dietética não degradada no rúmen que chega ao intestino delgado depende da degradação ruminal. A quantificação da proteína microbiana sintetizada no rúmen, como resultado da fermentação microbiana, é de interesse e sabe-se que a síntese de proteína microbiana pode ser influenciada pela dieta (Dove & Milne, 1994).

A determinação ou a estimativa do suprimento de proteína microbiana é uma importante área de estudo na nutrição protéica dos ruminantes. A contribuição da proteína microbiana no fluxo intestinal de proteína é considerada por muitos sistemas de avaliação como mais ou menos constante e como uma função da quantidade de alimento ingerido (Chen & Gomes, 1992).

Os estudos para determinar a contribuição das proteínas microbianas como fonte de proteína para o hospedeiro utilizam marcadores microbianos, que podem ser internos ou externos. Dentre os principais marcadores internos estão ácido 2,6-diaminopimélico (DAPA), D-alanina, ácido 2-aminoetilfosfônico (AEP), ácidos nucléicos (DNA e RNA) e ATP. Os marcadores externos mais utilizados são os isótopos estáveis (^{15}N) e radioativos (^{35}S , ^{32}P , ^{33}P) (Broderick & Merchen, 1992; Csapó et al., 2001).

O uso de técnicas indiretas, como as excreções urinárias de derivados de purina e por meio das bases purinas encontradas na digesta ruminal surge como alternativa para possibilitar estimar a síntese de proteína microbiana. A quantidade de derivados de purina excretados na urina dos ruminantes está relacionada à quantidade de purinas microbianas absorvidas no intestino (Broderick & Merchen, 1992; Chen & Gomes, 1992).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido na Unidade de Apoio à Pesquisa em Zootecnia (UAPZ) do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal (LZNA) do Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA) da Universidade Estadual do Norte Fluminense (UENF), anexo ao Colégio Agrícola Antônio Sarlo, em Campos dos Goytacazes, RJ. O experimento foi realizado de outubro de 2008 a janeiro de 2010, instalado em uma área de 8,5 ha, de relevo plano, cultivada com capim-mombaça (*Panicum maximum* cv. Mombaça). A área foi dividida com cerca elétrica em 32 piquetes de 0,25 ha.

Foram avaliados o consumo de nutrientes e o ganho de peso dos animais em resposta aos seguintes tratamentos: C - ausência de suplementação (testemunha); T1 - suplementação energética; T2 - suplementação com alta proteína; e T3 - suplementação protéico-energética. Os suplementos foram fornecidos individualmente, na base de 2,5 g de suplemento/kg de peso vivo (PV). Foram constituídas amostras compostas semanais do suplemento ofertado e das sobras, para análises posteriores. Complementarmente, os animais de todos os tratamentos tiveram livre acesso a uma mistura comercial de sal mineral.

Os suplementos foram formulados com raspa de mandioca (energético), farelo de soja (protéico) ou ambos (protéico + energético), os níveis dos ingredientes nos tratamentos estão apresentados na tabela 2:

Tabela 2- Níveis dos ingredientes nos suplementos (% na MS)

Ingrediente	Tratamento			
	C	T1	T2	T3
Raspa de mandioca	0,0	86,6	21,5	53,9
Melaço em pó	0,0	9,6	9,6	9,6
Sal mineral	100	3,8	3,8	3,8
Farelo de soja	0,0	0,0	65,1	32,7

C – controle T1 – (suplemento energético), T2 – (suplemento protéico), T3 – (suplemento protéico-energético)

A composição do sal mineral, proveniente de fonte comercial, continha, para cada 1000 g, 11g de cálcio, 80g de fósforo, 20 g de enxofre, 195 g de sódio, 3000 ppm de zinco, 1500 ppm de cobre, 100 mg de cobalto, 301 mg de iodo, 40 mg de selênio, 800 mg de flúor máximo.

Os suplementos foram elaborados tendo como referência a relação de 210 g de PB por kg de MOD de forragem, proposta por Poppi & McLennan (1995): no tratamento T3 o suplemento apresentava um equilíbrio na relação proteína:energia (210g de PB / kg de MOD); no tratamento T1 a energia foi disponibilizada em excesso (178 g de PB / kg de MOD); e no tratamento T2 a proteína foi disponibilizada em excesso (241 g de PB / kg de MOD).

A pastagem foi manejada em regime de lotação intermitente, com períodos de ocupação e descanso de dois e 30 dias, respectivamente. Durante o período experimental foram avaliados três ciclos de pastejo, totalizando 96 dias. A taxa de lotação foi variável (*put and take*), mantendo-se a biomassa de folhas verdes (BFV) ao redor de 6% do PV, com o uso de animais reguladores. A estimativa da BFV e o

cálculo da taxa de lotação foram realizados antes da entrada dos animais, em piquetes representativos de cada porção homogênea (bloco) da pastagem, conforme metodologia descrita por Ribeiro (2004).

A pastagem recebeu adubação de manutenção com 40 kg/ha de nitrogênio, fornecido em uma aplicação de sulfato de amônio. A adubação foi realizada cerca de três dias após a saída dos animais dos piquetes, após o primeiro ciclo de pastejo.

Como animais experimentais, foram utilizados 24 novilhos da raça Nelore, castrados, com 250 kg de peso vivo, em média. Os animais foram divididos em oito grupos homogêneos; os grupos foram alocados aleatoriamente nos quatro tratamentos e em duas repetições de área; cada repetição consistindo de 16 piquetes de 0,25 ha. Os animais foram pesados no início do experimento e no fim de cada ciclo de pastejo, após jejum alimentar de 16 horas, no intuito de minimizar as interferências relacionadas ao enchimento do trato gastrointestinal.

A suplementação foi fornecida em baias individuais, possibilitando a determinação do consumo individual e, conseqüentemente, o uso dos animais como unidades experimentais na análise estatística (Fisher, 2007). A suplementação foi diária, das 09h30min às 13h30min; no restante do tempo os animais permaneceram a pasto. Os animais alocados no tratamento C (ausência de suplementação) seguiram o mesmo manejo, com exceção da oferta de suplemento.

O consumo alimentar individual dos novilhos foi estimado duas vezes durante o período experimental, utilizando-se a técnica do duplo indicador (óxido crômico e lignina por permanganato). Optou-se pelo uso da lignina determinada por permanganato por esta apresentar maior acurácia no valor da lignina, por remover a cutina presente na amostra, assim determinando mais precisamente o consumo (Robertson & Van Soest, 1981). Essa determinação é mais laboriosa, porque é necessário fazer determinações seqüenciais dos nutrientes, que seria fibra em detergente neutro (FDN) – fibra em detergente ácido (FDA) – Lignina em ácido sulfúrico – Lignina em permanganato. Em cada estimativa, o óxido crômico (Cr_2O_3) foi fornecido oralmente (sonda esofágica) uma vez ao dia (09h30min) seis gramas de óxido crômico por animal, durante 13 dias; nos seis últimos dias foi realizada a coleta simultânea de fezes, duas vezes ao dia, a primeira no momento do fornecimento do cromo e a segunda na baia após a saída dos animais. As análises de cromo foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica, após digestão nitroperclórica, segundo metodologia descrita por Kimura & Miller (1957).

Em todos os ciclos de pastejo, foram coletadas (técnica do pastejo simulado) amostras de forragem nos piquetes utilizados durante o período de coleta de fezes. Foram constituídas amostras compostas de fezes (por animal e período de coleta) e de forragem (por piquete e período de coleta). As amostras compostas dos suplementos (oferta e sobra), das fezes e da forragem foram analisadas.

As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas), moídas em moinho de facas (1,0 mm), acondicionadas em frascos de vidro para posterior determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE) e do indicador interno adotado (lignina em permanganato), seguindo as recomendações de Silva & Queiróz (2002). A FDN foi estimada segundo o proposto por Mertens (2002) e a FDA segundo Licitra et al. (1996)..

Os carboidratos totais (CT) foram calculados de acordo com Sniffen et al.(1992): $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \% \text{ cinzas})$. Os carboidratos não-fibrosos foram determinados utilizando-se a seguinte equação: $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN_{cp} + \% \text{ cinzas})$, em que FDN_{cp} = FDN corrigida para cinzas e proteína.

A partir da composição química do alimento, das fezes e do consumo de MS de cada animal, foram estimados o consumo e a digestibilidade da PB, FDN, MO e EE.

Para a determinação do consumo e digestibilidade dos nutrientes foi necessário a determinação da produção fecal do animal. A excreção fecal foi estimada utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{Produção fecal (kg)} = \frac{\text{Cromo fornecido (g)}}{\text{Concentração de cromo nas fezes (g/kg de MS)}}$$

A produção fecal foi utilizada para determinação do consumo do animal, o consumo foi determinado através da fórmula:

$$\text{Consumo de MS (kg)} = \frac{\text{Produção fecal} \times \text{LP F}}{\text{LP PS}}$$

em que LP F = concentração do indicador interno nas fezes e LP PS = concentração do indicador interno no pastejo simulado

LP - lignina em permanganato (indicador interno).

O consumo de forragem foi determinado através da fórmula:

Consumo de forragem = consumo total – consumo do suplemento

Com a determinação dos teores dos nutrientes encontrados nas fezes e na forragem (através do pastejo simulado) foram determinadas a digestibilidade dos nutrientes (DN), utilizando-se a fórmula:

$$DN. = 100 - \left\{ \frac{(\% \text{ do nutr. nas fezes})}{(\% \text{ do nutr. na forragem (PS)})} \times \frac{(\% \text{ de LP na forragem (PS)})}{(\% \text{ de LP nas fezes})} \times 100 \right\}$$

Indicador Interno - LP - lignina em permanganato

PS – Pastejo Simulado

Em todos os animais ($n=24$) foram coletadas amostras de urina em dois períodos distintos, em ciclos de pastejo diferentes. As amostras de sangue foram coletadas no último ciclo. As coletas foram realizadas na parte da manhã (09h00min), em dois dias sucessivos, um para cada repetição de área.

Em cada dia de coleta, os animais ($n=12$) alocados em uma mesma repetição de área foram conduzidos ao curral e contidos individualmente no tronco, para coleta de sangue, por punção na veia jugular. A coleta de amostras “spot” de 10 mL de urina (Valadares et al., 1999) foi realizada por meio de micção espontânea, no brete ou no tronco.

As amostras coletadas de sangue foram imediatamente centrifugadas em rotação de 5.000 rpm por 15 minutos, sendo o plasma resultante acondicionado em tubos “ependorf” e congelado a -20°C , para determinação posterior da uréia sérica e N-úrea. As amostras de urina, imediatamente após a coleta, foram acrescidas de 40 mL de solução de H_2SO_4 0,018 mol.L⁻¹, armazenadas em potes plásticos e em seguida, congeladas a -20°C .

Nas amostras de urina foram determinadas as concentrações de creatinina, alantoína, ácido úrico, uréia e N-úrea. A alantoína foi determinada pelo método

colorimétrico, conforme técnica descrita por Fujihara et al. (1987) e modificada por Chen & Gomes (1992). A creatinina, ácido úrico e úreia foram determinados utilizando-se um kit comercial (Doles). As excreções de N-uréia foram obtidas por meio do produto das concentrações de uréia pelo volume urinário, multiplicando-se por 0,466.

A concentração de creatinina na urina (mg.mL^{-1}) foi utilizada na estimação do volume de urina excretado diariamente (mL.d^{-1}), com base na relação entre a excreção diária de creatinina (mg) e o peso vivo dos animais (kg), proposta por Chizotti et al. (2004):

$$\text{Creatinina (mg)} = 0,9972 + 0,0250 \times \text{PV (kg)}; \text{ em que PV = peso vivo do animal}$$

O volume urinário (VU) foi determinado através da equação:

$$\text{VU} = \frac{\text{Excreção diária de creatinina (mg/kg PV)}}{[\text{creatinina}]}$$

Conhecendo-se o volume diário de urina excretada, a absorção intestinal de purinas (X , mmol.d^{-1}) foi estimada com base na excreção dos derivados de purina (Y , mmol.d^{-1}) e no peso metabólico ($\text{kg}^{0,75}$), de acordo com a equação (Verbic et al., 1990):

$$Y = 0,85X + 0,385 \text{ PV}^{0,75}$$

As excreções dos derivados de purina diárias (EDPD) foram determinadas através da equação: $\text{EDPD} = \text{VU} \times Y$

em que: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina urinários; e $0,385 \text{ PV}^{0,75}$ corresponde à excreção endógena de derivados de purina.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) de origem microbiana (Y , mmol.d^{-1}) foi estimado em função das purinas microbianas absorvidas (X , mmol.d^{-1}), utilizando-se a equação (Chen & Gomes, 1992):

$$Y = 70X / 0,83 \times 0,116 \times 1000$$

em que: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N.mmol^{-1}); 0,83 corresponde a digestibilidade das purinas microbianas; e 0,116 é a relação N-RNA/N nas bactérias.

A síntese ruminal de nitrogênio (Y, gN/dia) foi calculada em relação às purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se uma modificação da equação descrita por Chen & Gomes (1992), substituindo-se a relação N-purina:Ntotal nas bactérias de 0,116 por 0,134, conforme descrito por Valadares et al. (1999):

$$Y = 70X / 0,83 \times 0,134 \times 1000$$

em que: 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mg N.mmol⁻¹); 0,83 corresponde a digestibilidade das purinas microbianas; e 0,134 é a relação N-purina:Ntotal nas bactérias.

A eficiência de síntese microbiana foi calculada de acordo com a equação:

$$ESP_{Bmic} = [(0,629 \times PA) \times 6,25] / CNDT$$

Em que: PA- purinas absorvidas; CNDT- consumo de NDT diário; 0,629 representa a purina absorvida sem considerar a contribuição da fração endógena.

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado nas fezes e na urina. A determinação do nitrogênio total nas fezes, urina e do alimento seguiu a metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + R_j + TR_{ij} + \epsilon_{ijk},$$

em que: Y_{ijk} = observação referente ao animal k, recebendo o tratamento i na repetição de área j;

μ = média;

T_i = efeito do tratamento i, em que i = 1, controle; 2, suplementação energética, 3, suplementação protéica, 4, suplementação protéico-energética;

R_j = efeito da repetição de área j, em que j= 1,2;

TR_{ij} = efeito de interação entre o tratamento i e a repetição de área j;

ϵ_{ijk} = erro aleatório.

Nas análises estatísticas foi utilizado o procedimento PROC GLM do SAS (1999).

A comparação entre tratamento foi feita utilizando-se três contrastes ortogonais. O primeiro entre os três tratamentos envolvendo suplementação e o tratamento controle. O segundo entre tratamentos com suplementação parcial (apenas energética ou apenas protéica) versus suplementação completa (protéico-

energético) e o terceiro entre a suplementação energética e a protéica, conforme esquema apresentado na Tabela 3.

Tabela 3 – Contrastes ortogonais empregados na avaliação dos efeitos dos tratamentos

Contraste ²	Tratamentos ¹			
	C	T1	T2	T3
C x S	+3	-1	-1	-1
SPE x SESP		-1	-1	+2
SE X SP		+1	-1	

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se avaliar os aspectos químicos da forragem (Tabela 4), observa-se que o teor de PB médio, 10,1% PB, situou-se acima dos patamares mínimos considerados necessários para que os microorganismos ruminais apresentem plena capacidade de degradação dos substratos fibrosos da forragem basal.

Minson (1990) estabeleceu em 7% o teor mínimo de proteína bruta dietética necessária para manutenção da atividade fermentativa ruminal normal. Entretanto, Hunter (1991) sugeriu valor crítico mais elevado, de 10% de PB na MS, para a síntese microbiana, enfatizando que pode ocorrer comprometimento dos níveis de proteína microbiana que chegam ao intestino, caso haja deficiência de aminoácidos, de amônia e energia no ambiente ruminal.

As pastagens utilizadas no presente trabalho apresentaram teores médios de FDN de 64,5 (Tabela 4), valor abaixo ao reportado por Ellis et al. (1988) citados por Ospina et al. (2002), que estabeleceram que pastagens contendo teores de FDN variando entre 65 e 80 %, podem ser consideradas de baixa qualidade. As pastagens na presente pesquisa podem ser consideradas de qualidade satisfatória, quanto a este aspecto.

Tabela 4 - Composição bromatológica dos suplementos e do pasto

Item	Suplementos			Pasto
	T1	T2	T3	<i>P. maximum</i> cv. Mombaça
MS (%)	87,3	86,7	86,2	25,2
MO (%)	90,0	88,9	88,8	89,42
PB (% MS)	3,0	31,4	15,3	10,1
EE (% MS)	0,4	2,0	0,6	2,84
CT (%MS)	86,6	55,5	77,9	82,0
FDN (%MS)	8,6	13,4	11,8	64,5
CNF (% MS)	78,0	42,1	66,1	17,5
FDA (%MS)	5,3	6,6	5,8	37,2
Lignina em H ₂ SO ₄ (% MS)	2,4	0,6	1,3	8,3
Lignina em KMnO ₄ (% MS)	1,6	0,4	0,6	6,2

T1 – (suplemento energético), T2 – (suplemento protéico), T3 – (suplemento protéico-energético)

A proporção de parede celular do pasto é fator de grande importância quanto à sua utilização, por compor a maior fração da matéria seca da mesma, sendo diretamente relacionada ao consumo e digestibilidade (Paterson, 1994). Segundo Forbes (1995), dietas à base de volumoso, caracterizadas pela elevada proporção de fibra, influenciam no consumo interagindo com o trato digestório dos ruminantes, contemporizando períodos longos de permanência do alimento com grande capacidade física de armazenamento do pré-estômago. Nesta situação o consumo é regulado pela distensão ruminal e influenciado pelas taxas de digestão e de passagem do alimento.

Em relação à concentração de carboidratos não-fibrosos, substrato prontamente utilizável pelos microorganismos ruminais, o valor apresentado pela forragem foi de 17,5%, bastante inferior aos 35% de CNF sugeridos por Valadares et al. (1999) como nível ideal para maximizar a utilização dos compostos nitrogenados não-protéicos dietéticos. Contudo, os suplementos utilizados no experimento apresentavam valores mais elevados, podendo com isso corrigir essa deficiência.

Segundo Russel et al. (1992), a composição química das bactérias ruminais pode ser influenciada por diversos fatores tais como alterações na taxa de crescimento, na fase de crescimento e nos meios de crescimento. Rações ricas em amido e açúcar de alta degradabilidade podem aumentar rapidamente a quantidade

de microrganismos fermentadores de carboidratos não-estruturais e se não houver redução do pH ruminal, ocorrerá aumento na produção microbiana. Todavia, o acúmulo de ácido láctico nestas dietas pode acarretar queda no pH ruminal e alterar a ecologia microbiana (Sniffen & Robinson, 1987).

Não houve diferenças ($P>0,05$) com relação ao ganho total de peso no período experimental e ganho médio diário entre os animais controle e animais suplementados e entre os diferentes tipos de suplemento, embora os animais controle apresentassem os menores valores numéricos de ganho dentre todos os tratamentos (Tabela 5). Os animais submetidos aos diferentes tratamentos não diferiram ($P>0,05$) também quanto ao peso vivo médio e peso metabólico.

Tabela 5 – Desempenho e consumo dos animais, em função dos diferentes tratamentos

Item	Tratamentos ¹				CV (%)	Valor-P ²		
	C	T1	T2	T3		C x S	SPE x SESP	SE X SP
PM	287,96	296,18	284,35	298,58	5,96	0,545	0,353	0,256
PMet	69,88	71,40	69,23	71,81	4,51	0,543	0,360	0,256
GP	45,91	51,66	48,00	53,58	21,37	0,318	0,491	0,559
GMD	0,47	0,53	0,50	0,55	21,39	0,321	0,493	0,559
				Kg/dia				
CMS	5,52	7,92	5,25	7,04	12,64	0,006	0,284	<,001
CF	5,52	7,52	4,73	6,52	13,51	0,078	0,349	<,001
CS	0,00	0,40	0,52	0,52	29,60	<,001	0,317	0,068

PM - peso médio, PMet - peso metabólico, GP- ganho de peso, GMD- ganho médio diário, CMS- consumo de matéria seca total, CF- consumo de forragem e CS- consumo de suplemento.

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento completo protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

Ocorreram diferenças ($P < 0,05$) no consumo de matéria seca (CMS) e no consumo de forragem (CF) entre tratamentos. Os valores dos citados consumos ($P > 0,05$) para animais não suplementados foram menores ($P < 0,05$) que a média de consumo para os três tratamentos com suplementação (Contraste C x S). De acordo com o programado, os animais do tratamento controle não receberam suplemento.

O contraste SE x SP entre os tratamentos T1 (suplementação energética) e T2 (suplementação protéica) revelou menores ($P < 0,05$) consumo total de MS (CMS) e consumo de forragem nos animais do T2 que naqueles que receberam suplemento energético (T1), enquanto o consumo de suplemento foi maior para os animais que receberam suplemento protéico.

Segundo Horn & McCollun (1987), a suplementação com concentrado até o nível de 0,5% do peso vivo não causa queda no consumo de matéria seca total. O consumo de suplemento em nível de 0,3% PV não traria efeito substitutivo (Herd em 1997, citado por Thiago, 2000), situação refletida no presente trabalho, onde a suplementação consumida foi abaixo de 0,25% do peso vivo. A suplementação com alta proteína teve efeito depressor do consumo total de matéria seca e consumo de forragem, em relação a suplemento energético de baixo teor de proteína. Tal fato reforça a idéia da necessidade de um equilíbrio entre a disponibilidade ruminal de proteína degradável e de energia prontamente utilizável pelos microorganismos. Aparentemente, a suplementação protéica, em um ambiente deficiente em carboidrato prontamente degradável, trouxe um maior desbalanço entre a proteína e energia, com redução do consumo total de MS e consumo de forragem. Entretanto, verificou-se maior ($P < 0,05$) consumo do suplemento protéico que do suplemento energético, de forma que o menor consumo de matéria seca total no T2, em relação ao T1, não se refletiu em diferenças significativas no ganho de peso dos animais dos dois tratamentos, embora os animais submetidos ao T2 apresentassem os menores valores numéricos de ganho.

Tabela 6 – Consumo dos nutrientes, em função dos diferentes tratamentos

Item	Tratamentos ¹				CV (%)	Valor-P ²		
	C	T1	T2	T3		C x S	SPE x SESP	SE X SP
				kg/dia				
MS	5,52	7,92	5,25	7,04	12,64	0,006	0,284	<,001
PB	0,55	0,81	0,69	0,79	11,67	<,001	0,390	0,027
EE	0,15	0,21	0,14	0,18	13,00	0,028	0,473	<,001
FDN _{cp}	3,04	4,16	2,64	3,62	13,37	0,057	0,338	<,001
CNF	1,18	1,93	1,26	1,74	11,90	<,001	0,150	<,001
NDT	3,91	5,29	3,38	4,59	12,60	0,005	0,332	<,001

MS - matéria seca, MO- matéria orgânica, PB- proteína bruta, EE- extrato etéreo, FDN_{cp}- fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF- carboidratos não- fibrosos e NDT- nutrientes digestíveis totais.

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento completo protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

O contraste entre o tratamento controle e os com suplementação (C x S) revelou menor consumo ($P < 0,05$) para o controle quanto ao consumo de MS (Tabela 6), esta diferença poderia ser maior, contudo não foi devido ao baixo consumo dos animais submetidos ao tratamento T2 (suplementação protéica). O contraste SPE x SPSE não revelou diferença ($P > 0,05$) quanto ao consumo total médio de MS dos animais suplementados com proteína (T2) e com energia (T1), em relação aos suplementados com ambas as fontes (T3), também em função do baixo consumo dos animais suplementados com proteína. O contraste SE x SP mostrou diferença ($P < 0,05$), pelo fato do maior consumo de MS dos animais suplementados com energia em relação aos suplementados com proteína. A diferença no consumo de MS entre os dois tratamentos foi acima de 2,5 kg diário, 7,92 kg vs 5,25 kg, sugerindo que a elevação do nível de proteína da dieta, quando a forragem já apresenta desbalanço caracterizado por suprimento de proteína degradável do rúmen alto em relação ao nível de energia fermentável, provocaria queda no consumo alimentar.

Os animais que receberam suplemento apresentaram consumo médio de PB 28% superior ($P < 0,05$) aos animais controle (contraste C x S), revelando diferenças ($P < 0,05$). O contraste SPE x SPSE, entre animais que receberam suplemento completo (T3) e a média dos animais que receberam suplementação parcial com energia (T1) e proteína (T2) não revelou diferenças no consumo de PB ($P > 0,05$) entre os citados grupos. Ao se contrastar a suplementação energética com a suplementação protéica (SE x SP), verificou-se que os animais suplementados energeticamente apresentaram consumo acima ($P < 0,05$) daqueles que receberam suplemento protéico, embora o tratamento T2 (protéico) possuísse em sua composição 31,4% de PB e o tratamento T1 3% de PB. O maior consumo de proteína nos animais que receberam suplemento energético deveu-se ao maior consumo de forragem que possuía, em média, 10,1% de PB.

O contraste SPE x SPSE não revelou diferença ($P > 0,05$) quanto aos consumos de EE, FDNcp e NDT entre os tratamentos avaliados. Entretanto, os contrastes C x S e SE x SP revelaram diferenças ($P < 0,05$), quanto aos citados consumos entre animais que receberam suplementação frente aos animais controle e os animais que receberam suplemento energético em relação àqueles que receberam suplemento protéico, no contraste C x S, a diferença revelada se deve ao menor consumo dos animais do tratamento controle, refletindo em menor consumo de nutrientes. O contraste SE X SP, revelou diferença devido ao maior consumo de forragem ($P < 0,05$) dos animais que receberam suplemento energético.

Os contrastes C x S e SE x SP revelaram diferenças ($P < 0,05$) no consumo de CNF entre tratamentos. A diferença verificada entre o tratamento controle e os com suplementação (contraste C x S) quanto ao consumo de CNF, ocorreu devido ao baixo teor de CNF presente na pastagem utilizada no trabalho e ao menor consumo dos animais controle, com isso, o fornecimento de CNF por meio dos suplementos e o maior consumo de matéria seca deram origem à diferença. O contraste entre tratamentos envolvendo suplementação energética e suplementação protéica (SE x SP) revelou maior consumo de CNF para a suplementação energética (Tratamento 1), por ocorrer menor consumo de MS dos animais do tratamento 2 (suplementação protéica).

Tabela 7 - Coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes, em função dos diferentes tratamentos

Item	Tratamentos ¹				CV (%)	C x S	Valor-P ²	
	C	T1	T2	T3			SPE x SESP	SE X SP
MS	43,33	47,46	45,99	46,57	8,49	0,087	0,939	0,521
MO	49,27	53,42	51,88	52,08	7,29	0,091	0,765	0,489
PB	60,68	61,94	68,76	63,85	5,16	0,016	0,378	0,002
EE	70,72	66,66	67,96	58,87	23,44	0,406	0,292	0,886
FDNcp	46,16	50,36	48,23	50,34	8,24	0,085	0,612	0,374
CNF	49,09	55,97	49,95	50,99	14,88	0,387	0,614	0,192
NDT	46,55	49,67	53,11	51,33	3,93	<,001	0,955	0,008

MS - matéria seca, MO- matéria orgânica, PB- proteína bruta, EE- extrato etéreo, FDNcp- fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, CNF- carboidratos não- fibrosos e NDT- nutrientes digestíveis totais.

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento completo protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

Não foram verificados efeitos ($P>0,05$) dos tratamentos avaliados sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, EE, FDNcp, CNF. (Tabela 7). Esses resultados não seguem o relatado por Merchen (1988), que sugeriu que aumentos no consumo de MS, geralmente, implicam em menor digestibilidade, tanto do amido como de componentes da fibra da dieta, sendo este efeito mais evidente em dietas mistas ou concentradas que em dietas compostas apenas por volumoso (Moe, 1981; Joanning et al., 1981). Leão et al. (2004), por sua vez, relataram que o aumento do nível de consumo, geralmente, resulta em diminuição na digestibilidade da MS e dos demais nutrientes. Possivelmente, o nível de consumo apresentado pelos animais, mesmo no tratamento1, em que se verificou maior consumo, não chegou a ter efeito significativo sobre a digestibilidade.

Segundo Leng (1990), a ampliação dos níveis de PB acelera a degradação e a passagem da FDN, ampliando a digestibilidade e o *turnover* de resíduos indigestíveis, o que estimula o consumo de MS. No presente trabalho, aparentemente, o pasto atendia às necessidades de proteína dos microorganismos

ruminais em vista do suprimento deficiente de energia, de forma que a suplementação protéica não teve efeito favorável sobre o consumo e digestibilidade.

Em relação à digestibilidade da PB, verificaram-se diferenças ($P < 0,05$) ao se contrastar os animais controles com os que receberam suplementação (C x S) e entre a suplementação energética com a suplementação protéica (SE x SP). Os animais controle apresentaram menores valores de digestibilidade da proteína frente aos suplementados. No contraste SE x SP, foi observado maior digestibilidade ao se utilizar suplemento protéico (68,76% vs 61,94%). A digestibilidade considera apenas as perdas fecais, logo, maior digestibilidade no presente caso, não significa necessariamente maior aproveitamento da proteína, pois, ao se elevar o nível de nitrogênio na dieta pobre em energia, pode haver difusão de amônia pela parede do rúmen elevando a excreção urinária de nitrogênio e/ou o nível de uréia plasmática, sem que haja maior incorporação de proteína no tecido animal. Esses resultados condizem com o reportado por Valadares et al. (1997), que também encontraram aumento linear no coeficiente de digestibilidade aparente dos compostos nitrogenados com a inclusão de PB nas dietas e atribuíram essa resposta à progressiva diminuição da proporção de nitrogênio endógeno nos compostos nitrogenados fecais, com o aumento da ingestão de nitrogênio. O nitrogênio urinário pode diminuir e o nitrogênio fecal aumentar caso haja maior disponibilidade de carboidrato fermentável no intestino grosso (Ørskov, 1988).

De forma semelhante aos presentes resultados, Porto (2005) verificou maior digestibilidade aparente para PB para animais recebendo 1,0 kg/dia de suplemento durante a época das águas, em relação ao grupo controle (mistura mineral), encontrando valores de digestibilidade de 65,87 e 61,66%, para os animais suplementados e os do grupo controle, respectivamente.

Em relação ao coeficiente de digestibilidade do NDT foram reveladas diferenças ($P < 0,05$) nos contrastes C x S e SE x SP. O coeficiente de digestibilidade nos animais controle foi menor quando comparado aos animais suplementados, assim como os animais suplementados energeticamente apresentaram menor valor de coeficiente de digestibilidade frente aos animais suplementados com proteína.

Tabela 8 – Balanço dos compostos nitrogenados (g/dia), em função dos tratamentos

Item	Tratamentos ¹				CV (%)	Valor-P ²		
	C	T1	T2	T3		C x S	SPE x SESP	SE X SP
CN	89,33	129,83	111,16	126,33	11,83	<,001	0,400	0,029
EFN	35,00	49,33	34,83	45,33	11,49	0,002	0,188	<,001
EUN	16,00	19,83	25,66	27,50	74,51	0,302	0,574	0,550
BN	38,33	60,83	50,66	53,50	35,03	0,062	0,803	0,337

CN- consumo de nitrogênio, EFN- excreção fecal de nitrogênio, EUN- excreção urinária de nitrogênio, BN- balanço nitrogenado aparente.

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento completo protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

Em relação ao consumo de nitrogênio, os contrastes C x S e SE x SP (Tabela 8) revelaram diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os tratamentos envolvidos. Ao se comparar o tratamento controle e os tratamentos com suplementação (contraste C x S) verificou-se menor consumo de nitrogênio nos animais controle em relação à média dos demais, observando-se consumo de nitrogênio 28 % maior para os animais suplementados. Ao se contrastar a suplementação energética com a suplementação protéica (SE x SP), verificou-se que os animais suplementados com proteína apresentaram consumo menor de nitrogênio, apesar do maior teor de PB no suplemento, em consequência do menor consumo de matéria seca dos animais do citado tratamento.

Os contrastes C x S e SE x SP revelaram diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos quanto à excreção fecal de nitrogênio. O contraste (C x S) mostrou menor excreção fecal de nitrogênio nos animais do tratamento controle em relação aos suplementados (35,00 vs 43,16), correspondendo a aproximadamente 8 g de excreção de nitrogênio fecal diária menor. O contraste entre animais suplementados com energia vs os animais suplementados com proteína (SE X SP) revelou menor excreção fecal de nitrogênio nos animais que receberam suplementação protéica. Os animais dos tratamentos T1 (suplementação energética) e T2 (suplementação protéica) guardaram proporção semelhante entre excreção fecal de nitrogênio e consumo de nitrogênio, respectivamente, 39% e 35%.

Cavalcante (2004) não observou diferença na excreção de nitrogênio nas fezes de animais que receberam suplementação com teores de PB nas dietas de 10,5; 12,0; 13,5 e 15% e média de 41,77 g/dia, valor este próximo da excreção fecal média dos tratamentos avaliados no presente trabalho, que foi de 41,12 g/dia.

Não foi verificado efeito ($P>0,05$) de tratamento sobre a excreção urinária de nitrogênio, embora os animais suplementados com proteína e os que receberam suplemento protéico-energético tenham apresentado maiores valores numéricos para excreção urinária de nitrogênio em relação aos demais tratamentos sem, contudo causar mudanças significativas no balanço dos compostos nitrogenados. Ao se analisar em conjunto os valores de consumo de nitrogênio e excreção urinária de nitrogênio referentes aos tratamentos T1 e T2 verifica-se que os animais que receberam suplementação energética, embora tenham consumido mais nitrogênio que aqueles que receberam suplementação protéica, excretaram quantidades mais baixas de nitrogênio pela urina, sugerindo melhor aproveitamento do nitrogênio pelos microorganismos ruminais, em função do melhor equilíbrio entre energia e proteína disponíveis no rúmen. Segundo Van Soest (1994), a excreção de N na urina é maior quando a concentração de PB na dieta e a ingestão de N pelo animal aumentam. Valadares et al. (1997) observaram maior excreção de nitrogênio na urina de novilhos zebuínos em função do aumento do teor protéico da dieta. Russel et al. (1992) afirmaram que a produção excessiva de amônia em relação à disponibilidade de energia e sua conseqüente absorção ruminal aumentam a excreção urinária de compostos nitrogenados.

Vale salientar que, independentemente das dietas experimentais, não foi verificado balanço de N negativo, o que é indicação de que o consumo de proteína situou-se acima das exigências protéicas de manutenção dos animais. Também Pessoa et al. (2009), que ao alimentarem novilhas leiteiras com suplementos de farelo de trigo, caroço de algodão, farelo de algodão e farelo de soja, não encontraram diferenças para o balanço dos compostos nitrogenados entre os suplementos oferecidos e este BN apresentou valor médio de 49,3 g de N/dia, valor próximo ao apresentado pela média dos tratamentos avaliados no presente estudo que foi de 50,83 g de N/dia.

crescentes de uréia (0; 0,65; 1,30 e 1,95% na base da MS), na dieta de novilhos de quatro grupos genéticos e verificou que a média para alantoína foi de 112,92 mmol/dia.

Em relação às purinas absorvidas, Magalhães et al. (2005) encontraram média para as purinas microbianas absorvidas de 170,05 mmol/dia, superior ao resultado encontrado por Rennó (2003), de 112,03 mmol/dia, contudo menor que a média dos tratamentos avaliados no presente estudo, que foi de 215,72 mmol/dia.

A síntese de nitrogênio microbiano no rúmen (NM) e a síntese de proteína microbiana no rúmen (PBM), não foram afetadas por nenhum dos tratamentos avaliados ($P>0,05$).

Rennó et al. (2002) não encontraram efeito da adição de uréia em níveis crescentes na dieta (0; 0,65; 1,3 e 1,95 na MS) de novilhos sobre as estimativas da produção de nitrogênio microbiano, contudo obtiveram os menores valores numéricos para o maior nível de uréia. Rennó et al. (2000), agrupando cinco experimentos envolvendo animais mestiços e nelores, encontraram valores máximos de 72,07 e 86,08g de NM por dia, para os níveis de 62,91 e 63,60% de concentrado, respectivamente, valores abaixo ao encontrado no presente estudo. Pessoa et al. (2009) ao alimentaram novilhas leiteiras com ração com caroço de algodão, verificaram produção média de 100,8 g/dia de nitrogênio microbiano, valor menor quando comparado à média para os tratamentos no presente estudo, de 135,77 g de nitrogênio microbiano por dia.

Vários fatores podem influenciar o fluxo de proteína microbiana, incluindo o teor e a solubilidade da proteína da dieta, as fontes de N de origem endógena, a quantidade de matéria orgânica digestível da dieta e o tratamento ao qual a proteína dietética foi submetida antes da alimentação e absorção de N pelo rúmen, sobretudo na forma amoniacal (Hoover & Stokes, 1991).

Não foi verificada diferença entre os tratamentos avaliados ($P>0,05$) para as estimativas da eficiência microbiana (EM), cujo valor médio global foi de 164 g de PB microbiana/kg de NDT. Embora sem diferenças significativas ($P>0,05$), a eficiência dos animais suplementados com proteína (T2) foi numericamente superior aos animais suplementados com energia. Vale, entretanto, ressaltar que a maior eficiência para os animais do tratamento dois, se deve ao menor consumo de NDT desses animais, não significando maior síntese absoluta de proteína microbiana,

uma vez que a eficiência mede a produção de proteína microbiana por unidade de NDT consumido.

O valor médio observado de eficiência microbiana, de 22,6 g PBmic/100 g de NDT, foi acima dos 13 g PBmic/100 g de NDT, proposto pelo NRC (2001). No entanto, é válido salientar que tal recomendação é generalista, podendo não ser aplicável em condições tropicais. A esse respeito, Valadares Filho et al. (2006b) recomendaram, como referencial teórico, 12 g PBmic/100 g de NDT para condições tropicais.

Moraes (2003), trabalhando com novilhos mestiços recebendo níveis crescentes de uréia nos suplementos (0; 1,2; 2,4; 3,6% na base da matéria natural), obteve valor médio de 104 g PBmic/ kg NDT, resultado abaixo da média observada para os tratamentos avaliados, no presente trabalho.

Segundo Cameron et al. (1991), a energia é um dos principais nutrientes limitantes para o crescimento microbiano, sendo necessária a liberação de energia dos carboidratos fermentáveis na mesma taxa em que ocorre liberação de NH₃ do N dietético, para melhor eficiência de utilização dos nutrientes pelos microrganismos ruminais. Clark et al. (1992) salientaram que elevação no consumo de MS aumenta a taxa de passagem ruminal, incrementando a passagem de microrganismos para o intestino delgado e reduzindo a exigência de manutenção das bactérias.

Os contrastes C x S e SE x SP (Tabela 10) indicaram haver diferenças ($P < 0,05$) na concentração de uréia no soro entre tratamentos. Os animais controle apresentaram menor concentração plasmática de uréia em relação à média dos tratamentos envolvendo suplementação (contraste C x S), apresentando concentração de uréia no soro 23% menor que o mesmo, fato explicado pela maior concentração plasmática de uréia em dois tratamentos com suplementação, T2 e T3, frente aos animais controle.

Os animais suplementados com energia tiveram menor concentração de uréia no soro que os animais suplementados com proteína (contraste SE X SP), havendo uma diferença de 42% entre os tratamentos.

Essas diferenças observadas estão em concordância com Cavalcante et al. (2006), que relataram que maior conservação dos compostos nitrogenados ocorre quando se utilizam dietas com menores teores protéicos, pois, o aumento excessivo da PB da dieta pode ocasionar excesso na liberação de uréia, via urina, constituindo desperdício de proteína. Segundo Broderick (1995), a concentração elevada de

uréia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da proteína da dieta. A concentração plasmática de uréia é positivamente relacionada à ingestão de N (Valadares et al., 1997b) e influenciada pelos teores de PDR e PNDR (Roseler et al., 1993).

As variações em relação ao N-uréico no soro (NUS) foram semelhantes às verificadas para concentração de uréia no soro, o que se justifica considerando que o valor de N-uréico no soro é determinado pela multiplicação do valor da concentração de uréia no soro pela constante 0,466, que representa a concentração do nitrogênio na uréia.

Tabela 10 – Concentração de uréia no soro e excreção urinária de uréia em função dos diferentes tratamentos

Item	Tratamentos ¹				CV (%)	Valor-P ²		
	C	T1	T2	T3		C x S	SPE x SESP	SE X SP
				mg/dL				
US	13,46	12,67	21,65	17,99	20,80	0,027	0,643	0,006
NUS	6,27	5,90	10,09	8,38	20,80	0,027	0,643	0,006
				mg/kgPV				
UU	218,54	200,59	343,10	281,65	19,18	0,030	0,707	0,003
NUU	101,84	93,77	159,88	131,25	19,18	0,030	0,707	0,003

US- uréia no soro, NUS- N-uréico no soro, UU- excreção urinária de uréia (UU) e NUU- excreção urinária de N-uréico.

¹ C= controle; T1= suplemento energético; T2= suplemento protéico; T3= suplemento protéico-energético ² C X S = controle versus suplementos; SPE x SESP = suplemento completo protéico-energético versus suplemento energético e suplemento protéico; SE x SP = suplemento energético versus suplemento protéico.

Os contrastes C x S e SE x SP (Tabela 9) revelaram diferenças ($P < 0,05$) na excreção urinária de uréia entre os tratamentos. Os animais que receberam o tratamento controle apresentaram excreção urinária de uréia menor (218,54 mg/kgPV vs 275,11 mg/kgPV) em relação aos animais suplementados (contraste C x S). A diferença somente não foi maior porque a excreção urinária de uréia dos animais do tratamento 1 (suplementação energética) foi menor que a dos demais tratamentos envolvendo suplementação.

Os animais suplementados com energia apresentaram menor excreção urinária de uréia em relação aos animais suplementados com proteína (contraste SE X SP). Os animais do tratamento 2 (suplementação protéica), apresentaram excreção 41% maior que aqueles suplementados com energia. Esse resultado está de acordo com os relatos de Harmeyer e Martens, 1980 e Van Soest, 1994, que concluíram que há uma correlação positiva entre as concentrações de uréia plasmática e urinária, sendo a concentração de uréia na urina influenciada pela ingestão de N e pela relação proteína:energia da dieta.

Valadares et al. (1997) sugeriram que a reabsorção de uréia não se relaciona diretamente com a fração filtrada, ocorrendo maior conservação de uréia a baixas ingestões e maior excreção com altas ingestões de proteína dietética. A excreção de uréia representa elevado custo biológico e desvio de energia para manutenção das concentrações corporais de nitrogênio em níveis não tóxicos aos animais. A conversão da amônia em uréia custa ao animal 12 kcal/g de nitrogênio (Van Soest, 1994).

O valor global das excreções de uréia na urina foi de 260,97 mg/kgPV, valor abaixo aos valores relatados por Rennó (2003), que em experimento com novilhos, observou aumento linear nas excreções média de uréia de 350,5 mg/kgPV nos níveis 0; 0,65; 1,3 e 1,95 de uréia na MS da dieta (com aproximadamente 12% PB). Por outro lado, Magalhães (2005), utilizando níveis semelhantes de uréia em novilhos mestiços, não encontrou diferença quanto à excreção urinária de uréia e obteve média de 458,95 mg/kgPV, acima do valor médio dos tratamentos avaliados no presente trabalho.

As variações em relação ao N-uréico na urina (NUU) foram semelhantes às verificadas para a excreção de uréia na urina, o que se justifica, uma vez que o valor de N-uréico na urina é determinado pela multiplicação do valor da excreção de uréia no soro pela constante 0,466, que representa a concentração do nitrogênio na uréia.

As concentrações de N-uréico para os vários tratamentos encontram-se próximas ou dentro da amplitude de normalidade (6,0 a 27,0mg/dl) relatada por GUIA (2000).

De acordo com Huntington & Archibeque (1999), quando o aumento no suprimento de N não é acompanhado por um suprimento adicional de energia, a proporção de N-uréico na urina aumenta.

5. CONCLUSÕES

A suplementação não se justifica quando se utilizam pastagens manejadas intensamente.

Nessa condição, a suplementação protéica traz excesso de proteína degradável no rúmen para os animais, elevando as perdas urinárias de nitrogênio na forma de uréia e aumentando a concentração plasmática de uréia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL – AFRC. **Energy and protein requirement of ruminantes**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- ALMEIDA, J; FERREIRA FILHO, J.R. Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, 2005.
- ANUALPEC 2006. **Anuário Estatístico da Pecuária de Corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2006. 369p.
- ANUALPEC 2008. **Anuário Estatístico da Pecuária de Corte**. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2008. 380p.
- BEZERRA, I.L.; PEQUENO, P.L.L.; RIBEIRO, P.A. et al. Resposta da mandioca (macaxeira) a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio em níveis crescentes. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 22.,1996, Manaus. **Resumos...** Manaus: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1996. p.36.
- BOER, G.; MURPHY, J.J.; KENNELLY, J.J. Mobile nylon bag for estimating availability of rumen undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.5, p.977-982, 1987.

- BRODERICK, G.A.; MERCHEN, N.R. Markers for quantifying microbial protein synthesis in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2618-2632, 1992.
- BRODERICK, G.A. Use of milk urea as indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow. U.S. **Dairy forage**. Center Research Summaries, U.S. Department of Agriculture, Agricultural Service. 122p, 1995.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- BODINE, T.N.; PURVIS II, H.T. Effects of supplemental energy and/or degradable intake protein on performance, grazing behavior, intake, digestibility, and fecal and blood indices by beef steers grazed on dormant native tallgrass prairie. **Journal of Animal Science**, v.81, p.304-317, 2003.
- CALDAS NETO, S.F.; ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. Degradabilidade ruminal de concentrados compostos com milho, raspa de mandioca e resíduos das farinhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. **Anais...** Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, p.378.
- CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H.; LYNCH, G.L. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1321-1336, 1991.
- CATON, J.S.; DHUYVETTER, D.V. Influence of energy supplementation on grazing ruminants: requirements and responses. **Journal of Animal Science**, Champaign, 75, p. 533–542, 1997.
- CAVALCANTE, M.A.B. **Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos de corte: consumo, digestibilidade, produção microbiana, parâmetros ruminais e desempenho produtivo**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004, 58p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.

- CEREDA, M.P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: Cereda, M.P. (Ed) **Resíduos da industrialização da mandioca**, Botucatu. p 11-50, 1994.
- CHEN, X.B., ORSKOV, E.R., HOVELL, F.D.D. 1990a. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **Br. J. Nutr.**, 63(1):121-129.
- CHEN, X.B., MATHIESON, F.D.D.H., REEDS, P.J. 1990b. Measurements of purine derivatives in urine of ruminants using automated methods. **J. Sci. Food Agric.**, 53(1):23-33.
- CHEN, X.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives: an overview of technical details. Bucksburn: Rowett Research Institute, 1992. 21 p (occasional publication).
- CHEN, X.B., SAMARAWEEERA, L., KYLE, D.L. et al. 1996. Urinary excretion of purine derivatives and tissue xanthine oxidase (EC 1, 2, 3, 2) activity in buffaloes (*Bubalis bubalis*) with special reference to differences between buffaloes and *Bos taurus* cattle. **Br. J. Nutr.**, 75:317-407.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Excreção de creatinina em novilhos e novilhas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...Campo Grande:2004.** (CD-ROM).
- CLARK, J.H., KLUSMEYER, T.H., CAMERON, M.R. 1992. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal Dairy Science**, 75(8):2304-2323.
- CSAPO, J.; SCHMIDT, J.; MATIN, T.G. Quantitative determination of protein of bacterial origin. **Trends in Analytical Chemistry**, v.20, n.1, p. 42 – 48, 2001.
- DE BEM, I.A.B. A mandioca como componente de rações comerciais. In: Congresso latino-americano de raízes tropicais, 1, 1996, São Pedro. **Anais...São Pedro**, p.75-77, 1996.
- DIAS, H.L.C. **Consumo, digestibilidades aparentes totais e parciais de dietas contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore.** 1999. 76 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.

- DOVE, H.; MILNE, J.A. Digesta flow and rumen microbial protein production in ewes grazing perennial ryegrass. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.45, n.6, p.1229-1245, 1994.
- DOVE, H. The ruminant, the rumen and the pasture resource: nutrient interactions in the grazing animal. In: HODGSON, J.; ILLUS, A. W. (Eds). **The ecology and management of grazing systems**: CAB Internacional, 1996. p.219-246.
- EUCLIDES, V.P.B. Estratégias de suplementação em pasto: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa: UFV, p.437-469.
- FERREIRA, J. J., NETO, J. M., MIRANDA, C. S. de. 1989. Efeito do milho, sorgo e raspa de mandioca na ração sobre o desempenho de novilhos confinados. **Revista Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 18(4):306-313.
- FISHER, D.S. Defining the experimental unit in grazing trials. **Journal of Animal Science**, v.77, 1., 2007.
- FORBES, J.M. **Voluntary intake and diet selection in farm animals**. Wallingford: CAB Publishing, 1995. 544p.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. III. Cattle requirements and diets adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3578-3596, 1992.
- FUJIHARA, T.; ORSKOV, E.R.; REEDS, P.J. et al. The effect of protein infusion on urinary excretion of purine derivatives in ruminants nourished by intragastric nutrition. **Journal Agriculture Science**, v.77, n.8, p.7-12, 1987.
- GIESECKE, D., EHRENTREICH, L., STANGASSINGER, M. 1994. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 77(8):2376-2381.
- GUIA .**Guia médico veterinário**. São Paulo: Editora MARY. 444p. 2000.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.

- HENNING, P H., STEYN,D.G., MEISNER. H.H. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on rumen characteristics and microbial growth. **Journal of Animal Science**71: 2516- 2523. 1993.
- HOLZER, Z., AHARONI, Y., LUBIMOV, V. et al. 1997. The feasibility of replacement of grain by tapioca in diets for growing-fattening cattle . **Animal Feed Science Technology** ., 64(3):133-142.
- HOOVER, W. H.; STOKES, S. R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v. 74, p. 3630-3644, 1991.
- HORN, G.W.; McCOLLUN, F.T. Energy supplementation of grazing ruminants. In: JUDKINS, M. (Ed.) **Proceedings** Grazing Livestock Nutrition Conference, Jackson, WY. 125-136p. 1987.
- HUNTER, R.A. Strategic supplementation for survival, reproduction and growth of cattle. In: Grazing livestock nutrition conference. 2^o **Proceedings...**McCollum III F.T. Oklahoma State University. Steamboat Springs, Colorado.1991. p.32-47.
- HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.01-11.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção agropecuária municipal**. 2008 < <http://www.ibge.gov.br/> acessado em 05/12/2009.
- JOANNING, S.W., JOHNSON, D.E., BARRY, B.P. 1981. Nutrient digestibility depressions in corn silage-corn grain mixtures fed to steers. **Journal Animal Science**, 53(4):1095-1103.
- JOHNSON, C. R. et al. Effects of nitrogen fertilization and harvest date on yield, digestibility, fiber, and protein fractions of tropical grasses. **Journal of Animal Science**, v.79, p.2439-2448, 2001.

- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1604-1615, 2004.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of "poor-quality" forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Research Review**, v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; van SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- KIMURA, F.T.; MILLER, V.L. Chromic oxide measurement. Improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal Agricultural Food Chemistry**, v.5, p.216, 1957.
- MAGALHÃES, K. A., S. C. VALADARES FILHO, R. F. D. VALADARES, M. L. PAIXÃO, D. S. PINA, P. V. R. PAULINO, M. L. CHIZZOTTI, M. I. MARCONDES, A. M. ARAÚJO and M. O. PORTO. 2005. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia** 34:1400-1407.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M. et al. Avaliação da mandioca e seus resícuos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p. 1528-1536, 2000.
- MARTINS, A.S. **Efeito de rações diferenciadas pelo ritmo da degradação ruminal sobre o desempenho de novilhas confinadas**. Maringá: UEM, 1999. 84p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá, 1999.
- MENEZES, T.J.B. **Etanol, o combustível do Brasil**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 233p.
- MERCHEN, N.R. 1988. Digestion, absorption and excretion in ruminants. In: CHURCH, D.C. (Ed). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice- Hall, NJ. p. 172-201.

- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MOE, P.W. 1981. Energy metabolism of dairy cattle. **Journal Dairy Science**, 64(6):1120-1139.
- MORAES, E.H.B.K. **Suplementos múltiplos para recria e terminação de novilhos mestiços em pastejo durante os períodos de seca e transição seca-águas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 70p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- MORRISON, W. R.; LAIGNELET, B. An improved colorimetric procedure for determining apparent and total amylose in cereal and others starches. **Journal Cereal Science**, v. 1, n. 1, p. 9-20, 1983.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, DC: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 8.ed. Washington, D.C.: 2000. 244p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: Academic Press, 2001. 381p.
- NOCEK, J.E., RUSSELL, J.B. 1988. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**., 71:2070-2107.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3598-3629, 1991.
- NOLAN, J.V. Nitrogen kinetics. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: CAB International, p.123-143, 1993.

- ORELLANA BOERO, P.; BALCELLS, J.; MARTÍN-ORÚE, S. M. et al. Excretion of purine derivatives in cows: endogenous contribution and recovery of exogenous purine bases. **Livestock Production Science**, v. 68, p. 243-250, 2001.
- OSPINA, H. P.; SCHAFHAUSER JR, J.; KNORR, M.; FERRARI, R. V.; LIMA, L. B.; SENGER, C. C. D.; Efeito da suplementação com sais proteínados sobre o consumo e a digestibilidade de bezerros alimentados com um feno de baixa qualidade. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39., Recife, 2002. **Anais...** Recife:PE, 2002b.
- ORSKOV, E.R. **Nutrición proteica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 178p.
- PALIERAQUI, J. G. B. **Influência da irrigação sobre a disponibilidade, composição química, digestibilidade e consumo das forrageiras tropicais, *Panicum maximum* cv. Mombaça e *Pennisetum purpureum* cv. Napier**. Dissertação (Mestrado em Produção Animal), Campos dos Goytacazes, RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense. 2004. 58p.
- PATERSON, J. A.; BELYEA, R. L.; BOWMAN, M. S.; KERLEY, M. S.; WILLIAMS, J. E. The impact of forage quality and supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: Fahey Jr, G. C. **Forage quality, evaluation and utilization**. University of Nebraska, Lincoln, 1994. p. 59-114.
- PAULINO, M.F. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. IN: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa. **Anais...** Viçosa: AMEZ, p.173-188, 1998.
- PAULINO, M.F., ACEDO, T.S.; SALES, M.F.L. et al. Suplementação como estratégias de manejo das pastagens. IN: Volumosos na produção de ruminantes: Valor alimentício de forragens. Jaboticabal. **Anais...** p.87-100. 2003.
- PEREZ, J.F., BALCELLS, J., GUADA, J.A. et al. 1996. 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 duodenum. **Br. J. Nut.**, 75:699-709.
- PESSOA, R.A.S., LEÃO, M.I., FERREIRA, M.A., VALADARES FILHO, S.C., VALADARES, R.F.D., QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana-de-açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. Revista Brasileira de Zootecnia, V.38 , N.5, p.941-947, 2009.

- PEYRAUD, J. L.; ASTIGARRAGA, L. Review of the effect of nitrogen fertilization on the chemical composition, intake, digestion and nutritive value of fresh herbage: consequences on animal nutrition and N balance. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.235-259, 1998.
- PIRES, A.V. **Efeito da inclusão de fontes de amido e silagem de milho em dietas à base de cana-de-açúcar na digestibilidade de nutrientes e na produção de leite de vacas Holandesas**. Piracicaba, SP, 1999. 120p. Tese (Livre-Docente em Produção Animal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/Universidade de São Paulo, 1999.
- POPPI, D, P.; McLENNAN, S.R. Protein and Energy Utilization by Ruminants at Pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.
- PORTO, M. O. **Suplementos Múltiplos para Recria e Terminação de Bovinos em Pastejo Durante o Período das Águas**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 99p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2005.
- RIBEIRO, E. G. **Influência da irrigação de matéria seca e valor nutritivo das forrageiras *Panicum maximum*, JACQ. e *Pennisetum purpureum*, SCHUM. e no ganho de peso de novilhos europeu-zebu**. Campos dos Goytacazes, 2004. Tese (Doutorado em Produção Animal) - Universidade Estadual do Norte Fluminense - Darcy Ribeiro, 2004.
- RENNÓ, L.N., VALADARES, R.F.D., VALADARES FILHO, S.C. ET AL. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.29, N.4, p.1235-1243, 2000.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Estimativas da excreção urinária de derivados de purinas e da produção de proteína microbiana em novilhos alimentados com níveis crescentes de uréia na ração. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife, 2002 (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 de proteína**. 2003, Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003. 252p.

- ROBERTSON, J. B., and P. J. VAN SOEST. 1981. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: James, W.P.T., Theander, O. (Eds.), **The Analysis of Dietary Fiber in Food**. Ch. 9. Marcel Dekker, N.Y.
- ROSELER, D.K.; FERGUNSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n2, p.525-534, 1993.
- RUSSELL, J.B. A re-examination of the amino acid sparing effect of ionophores. In: GRAZING LIVESTOCK NUTRITION CONFERENCE, 1991, ITHACA, NY. **Proceedings...** ITHACA: USDA-ARS and Department of Microbiology, Cornell University, 1991.
- RUSSEL, J. B. ; O'CONNOR, J. D. ; FOX, D. G. et al. A Net Carbohydrate and Protein System for Evaluating Cattle Diets: I. Ruminant Fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.
- SANT'ANA, N. F. **Produção, composição química e digestibilidade de capim-estrela (cynodon nlemfuensis), em função de doses de nitrogênio, intervalos de corte e irrigação**. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2005.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C et al. Uréia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.
- SILVA, D.J. ; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; ROBINSON, P.H. Microbial growth and flow as influenced by dietary manipulation. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.1, p.425-441, 1987.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOESTE, P.J. al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n.10, p.3562-3577, 1992.

- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. **SAS/STAT user's guide** (Release 8.0). Cary: 1999. (CD-ROM).
- STUMPF JR., W., LÓPEZ, J. 1994. Consumo e digestibilidade em dietas suplementadas com raiz de mandioca desidratada. **Archivo Latino-americano de Producción Animal**, 2(1):59–68.
- THIAGO, L.R.L.S.; SILVA, J.M. **Suplementação de bovinos em pastejo**. Texto base distribuído durante o curso Suplementação em Pasto e Confinamento de Bovinos. Campo Grande,-MS, 2000.
- VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. 1997. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 2. Consumo, digestibilidades e balanços de compostos nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 26(6):1259-1263.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, S. C.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. D. F. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL NOVOS CONCEITOS EM NUTRIÇÃO, 2., 2001. Lavras. **Anais...** Lavras, p.229-247, 2001.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R; MAGALHÃES, K.A. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2006. 142p.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminants**. New York: Cornell University Press. 1994. 476p.
- VANZANT, E.S.; COCHRAN, R.C. Performance an forage utilization by beef cattle receiving increasing amount of alfalfa hay as a supplement to low-quality, tallgrassprairie forage. **Journal of Animal Science**, v.73, p.1059-1067, 1994.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivates by ruminants. Effects of microbial nucleic acid infusio on purine derivate excretion by steers. **The Journal of Agriculture Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. et al. Simulação da dinâmica de nutrientes no trato gastrintestinal: aplicação e validação de um modelo matemático para bovinos a pasto. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.29, n.3, p.898-909, 2000.

ZEOULA, L.M.; MARTINS, A.S.; ALCALDE, C.R. et al. Solubilidade e degradabilidade ruminal do amido de diferentes alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.905- 912, 1999.