

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

**DESEMPENHO E PARÂMETROS DO METABOLISMO
PROTÉICO DE BOVINOS CRIADOS A PASTO E
SUPLEMENTADOS NO PERÍODO DA SECA COM UREIA
CONVENCIONAL E/OU UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA**

PATRÍCIA CAIRES MOLINA

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINARIA – UFMG
2012

Patrícia Caires Molina

**DESEMPENHO E PARÂMETROS DO METABOLISMO
PROTÉICO DE BOVINOS CRIADOS A PASTO E
SUPLEMENTADOS NO PERÍODO DA SECA COM UREIA
CONVENCIONAL E/OU UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para Obtenção do grau de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração:

Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Décio Souza Graça

BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINARIA – UFMG
2012

Dissertação defendida e aprovada, no dia 23 de março de 2012, pela Comissão Examinadora composta por:

Prof. Décio Souza Graça
(Orientador)

Prof. Fabiano Alvim Barbosa

Prof. Euler Rabelo

“Guarde-me, ó Deus, pois eu me abrigo em ti”

(Salmos 16:1)

Agradecimentos

Gostaria de agradecer a Deus, por guiar meu caminho, por ter me abençoando ao longo de toda essa trajetória percorrida até aqui.

Ao meu marido Lívio pelo amor, pela compreensão, pela paciência, por tudo.

Aos meus pais e meu irmão, pelo amor, e mesmo longes pelo apoio.

Aos meus tios e primas que se tornaram a minha segunda família em Belo Horizonte.

Pelo Professor Décio, por ter aberto as portas da zootecnia da UFMG, pela paciência e por ter confiado no meu trabalho, sou muito grata por tudo.

Ao Professor Fabiano Alvim, pela amizade e pela ajuda na minha formação profissional, que sempre está disposto a ajudar.

Ao Professor Euler Rabelo pelos ensinamentos.

Ao pecuarista Ricardo Santos Antunes que abriu as portas da sua fazenda para a realização do experimento.

Ao Diego, grande companheiro que me ajudou nesse percurso.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição, Toninho, Carlos, Margot, Kelly e Marcos, muito obrigado.

A Professora Ana Luiza e ao professor Lúcio Gonçalves pelo exemplo profissional. A Professora Marília que cedeu o Laboratório de Toxicologia para a realização das análises, muito obrigada.

Ao Eduardo, João Rafael e todos os outros alunos que ajudaram na execução do experimento. E a todos os colegas de pós-graduação e graduação da Escola de Veterinária.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	15
2.1. Suplementação proteica no período seco do ano.....	15
2.2. Metabolismo da ureia no ruminante.....	16
2.3. Sincronização de proteína e energia no rúmen.....	17
2.4. Síntese de proteína microbiana	18
2.5. Ureia de liberação lenta.....	19
2.6. Concentração de nitrogênio ureico no plasma... ..	21
2.7. Estimativas de síntese de proteína microbiana baseada na excreção urinária de derivados de purinas.....	23
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Animais e instalações	24
3.2. Tratamentos, período experimental e pesagem dos animais	25
3.3. Avaliação da disponibilidade de forragem.....	26
3.4. Determinação do consumo de matéria seca pelo uso do LIPE®.....	27
3.5. Digestibilidade da forragem	28
3.6. Análises laboratoriais	28
3.7. Avaliação de ureia plasmática.....	29
3.8. Avaliação de derivados de purina na urina	29
3.9. Delineamento experimental.....	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
4.1. Valor nutricional e consumo	31
4.2. Ganho de peso	34
4.3. Concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP).....	37
4.4. Bioquímica urinária.....	40
CONCLUSÃO	43
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	44

ANEXOS..... 52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1-	Temperaturas máxima e mínima e precipitação pluviométrica média da região de Monjolos MG, entre os meses de Junho a Outubro de 2010.....	24
Tabela 2-	Composição dos ingredientes presentes nos suplementos e níveis nutricionais conforme os tratamentos.....	25
Tabela 3-	Níveis nutricionais presentes nos suplementos conforme os tratamentos.....	26
Tabela 4-	Valores médios de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), expressa em base matéria seca, produção média de matéria seca total (MST), matéria seca verde (MSV) e matéria seca morta (MSM) por hectare de <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu.....	31
Tabela 5-	Valores médios em base da matéria seca, de consumo médio de forragem (CMSF), de suplemento (CMSS), de proteína bruta (CMPB) e de nutrientes digestíveis totais (CMNDT) (kg/cabeça/dia), de matéria seca total (CMST) em função dos diferentes tratamentos em diferentes (kg/cabeça/dia) e em porcentagem de peso vivo (% PV).....	32
Tabela 6-	Valores médios do peso vivo inicial (PI) (kg), peso vivo final (PF) (kg), ganho de peso total (GPT) (kg/cabeça) e ganho médio diário (GMD/cabeça) (kg), de acordo com os tratamentos e coeficiente de variação (CV).....	35
Tabela 7-	Valores médios da concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo (NUP) (mg/dl) nos diferentes tempos.....	38
Tabela 8-	Médias e coeficiente de variação (CV) em porcentagem dos valores de ureia (mg/kg PV), creatinina (mg/kg PV), dos valores médios estimados para ácido úrico (mg/dl; mmol/dia), alantoína (mmol/dia) e volume urinário (L/dia) para os animais que apresentavam peso médio de 458,60 kg.	40

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Concentração de nitrogênio ureico no plasma de bovinos alimentados com suplementos proteinados com Optigen®, Optigen®+ureia e sal mineral.....	38
--	----

ABREVIATURAS

AGV: ácidos graxos voláteis
Ca: cálcio
CH₄: metano
CHO: carboidrato
CMNDT: consumo médio de nutrientes digestíveis totais
CMPB: consumo médio de proteína bruta
CMS: consumo de matéria seca
CMSF: consumo médio de forragem
CMSS: consumo médio de suplemento
CMST: consumo médio de matéria seca total
CNF: carboidrato não fibroso
CO₂: dióxido de carbono
CV: coeficiente de variação
DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca
DP: derivados de purina
EE: extrato etéreo
FDN: fibra em detergente neutro
FDA: fibra em detergente ácido
GDH: glutamato desidrogenase
GMD: ganho médio diário
GPV: ganho de peso vivo diário
GPT: ganho de peso total
GS: glutamina sintetase
LIPE®: lignina purificada e enriquecida
MS: matéria seca
MSM: matéria seca morta
MST: matéria seca total
MSV: matéria seca verde
NDT: nutrientes digestíveis totais
NH₃: amônia
NH₄⁺: amônia ionizada
N: nitrogênio
Nmic: compostos nitrogenados microbianos
N-NH₃: nitrogênio amoniacal
NNP: nitrogênio não proteico
NUP: nitrogênio ureico plasmático
O: suplemento mineral proteico Optigen®
OU: suplemento mineral proteico com ureia + Optigen®
P: fósforo
PB: proteína bruta
PC: peso corporal

PDR: proteína degradável no rúmen
PF: peso vivo final
PFc: proveniente do suplemento
PFp: proveniente da pastagem
PFt: produção total de fezes
PI: peso vivo inicial
PMic: proteína microbiana
PNDR: proteína não degradável no rúmen
PV: peso vivo
SM: suplemento mineral
SUP1: suplemento proteico-energético-mineral
SUP2: suplemento proteico-energético-mineral
TFG: taxa de filtração glomerular
U: suplemento mineral proteico com ureia
ULL: ureia de liberação lenta
% PV: porcentagem de peso vivo

RESUMO

Foram avaliados o consumo, ganho de peso, concentração plasmática de nitrogênio ureico (NUP) e perfil bioquímico urinário de bovinos criados em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. *Marandu* e suplementados no período da seca com ureia convencional e/ou ureia de liberação lenta. Os tratamentos foram: SM (Suplemento Mineral; sal mineral 0% de ureia); U: (Suplemento Mineral Proteico; 6% de ureia); O: (Suplemento Mineral Proteico; 6% Optigen®); OU: (Suplemento Mineral Proteico; 3% ureia + 3% Optigen®) com ingestão média de 1 kg/cabeça/dia. Foram utilizados 40 novilhos Nelore para a avaliação do ganho de peso e concentração de NUP. Para avaliação de consumo de matéria seca total (CSMT) foram usados 20 novilhos escolhidos ao acaso (5 em cada tratamento). Para a avaliação da bioquímica urinária foram utilizados 15 animais (3 animais no grupo SM; 4 animais no grupo U; 4 animais no grupo O e 4 animais no grupo OU) escolhidos ao acaso. O consumo de matéria seca total em relação à porcentagem de peso vivo (% PV) dos grupos suplementados não se diferenciou ($P>0,05$), e também não se diferenciaram do grupo SM ($P>0,05$). Não houve diferença de ganho médio diário (GMD) e ganho de peso total (GPT) entre os grupos suplementados, ($P>0,05$) sendo os valores de GMD 0,327 kg, 0,316 kg, 0,286 kg, respectivamente para os tratamentos OU, U e O. O grupo SM perdeu peso durante todo o período experimental apresentando valor de -0,124 kg/dia. A concentração de NUP antes do fornecimento do suplemento não diferiu entre os tratamentos. Quatro horas após a suplementação, o grupo U apresentou um pico de NUP, diferente ($P>0,05$) do tratamento SM. Oito horas após a alimentação o tratamento OU apresentou um pico de NUP, diferente ($P>0,05$) do grupo SM. Vinte horas após, não houve diferença entre os grupos. A excreção de ureia do grupo SM foi menor em relação aos grupos U e O ($P<0,05$). Os valores encontrados de creatinina não foram diferentes ($P>0,05$) entre os tratamentos. Os valores de ácido úrico variam entre 9,41 a 23,35 mmol/dia e não diferiram entre os tratamentos. Os valores de excreção de alantoína não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, indicando não ter havido efeito da suplementação nitrogenada nas proporções estudadas sobre a produção microbiana ruminal.

Palavras-chave: Nelore, proteinado, braquiária, nitrogênio ureico, proteína microbiana.

ABSTRACT

Intake, weight gain, plasma urea nitrogen (PUN) and urinary biochemical profile of cattle raised on *Brachiaria brizantha*. Marandu and supplemented during the dry season with conventional urea and / or urea slow release. The treatments were: SM (Mineral Supplement; mineral salt 0% urea); U: (Mineral Supplement Protein, 6% urea), O: (Mineral Supplement Protein, 6% Optigen ®), OU: (Mineral Supplement Protein; 3% + 3% urea Optigen ®) with average intake of 1 kg / head / day. 40 steers were used to evaluate the weight gain and concentration of PUN. For evaluation of total dry matter intake (CSMT) used 20 steers were randomly selected (5 for each treatment). For the evaluation of biochemical urinary 15 animals were utilized (3 animals in group SM; 4 animals in group U; 4 animals in group 4 animals and the group OU) chosen at random. The total dry matter intake in relation to the percentage of body weight (% BW) of the supplemented groups did not differ ($P > 0.05$), and also did not differ from the SM group ($P > 0.05$). There was no difference in average daily gain (ADG) and total weight gain (TWG) between the supplemented groups ($P > 0.05$) ADG values being 0.327 kg, 0.316 kg and 0.286 kg, respectively for treatments OU, U and O. The SM group lost weight during the whole experimental period presenting value of -0.124 kg/day. The concentration of PUN before the supply of the supplement did not differ between treatments. Four hours after supplementation, the group U showed a peak of NUP, different ($P > 0.05$) of treatment SM. Eight hours after feeding treatment OU peaked at NUP, different ($P > 0.05$) in the SM group. Twenty hours later, there was no difference between groups. The excretion of urea SM group was lower than in groups U and O ($P < 0.05$). The values found creatinine were not different ($P > 0.05$) among treatments. The uric acid values ranging from 9.41 to 23.35 mmol / day and did not differ between treatments. The values of allantoin excretion did not differ ($P > 0.05$) among treatments, indicating that there was no effect of supplemental nitrogen in the proportions studied on rumen microbial production.

Key-words: Nelore, protein, brachiaria, urea nitrogen, microbial protein.

1. INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem destacado o Brasil no mercado internacional, como grande produtor de alimentos, sendo o maior exportador mundial de carne. No Brasil, a grande maioria dos bovinos é produzida a pasto, tendo como alimento as forragens que nem sempre conseguem suprir todas as exigências dos animais, principalmente no período seco do ano, onde há uma diminuição de produção e do valor nutritivo e, conseqüentemente, os animais perdem peso.

A aplicação de tecnologias que otimizem o desempenho animal é imprescindível para a conquista do mercado de forma sustentável e competitiva. Para a produção de carne, é essencial eliminar as fases negativas de desenvolvimento, proporcionando condições ao animal para engordar durante todo o ano, a fim de alcançar peso de abate mais precocemente.

Na formulação de dietas para ruminantes é importante ajustar o equilíbrio entre o conteúdo de energia e proteína da ração, de modo que ocorra máxima ingestão voluntária e aproveitamento total dos alimentos (Cherdthong & Wanapat, 2010). A suplementação com fontes proteicas a pasto tem grande influência na produção de carne, pois além de reduzir a idade de abate, dilui o custo fixo e permite maior velocidade no giro de capital.

A proteína da dieta desempenha um papel importante na nutrição de ruminantes, pois, além de fornecer aminoácidos, é também uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (Nocek & Russel, 1988). Dessa forma, é considerada como um importante nutriente, na maioria das vezes o mais caro da dieta, que deve ser utilizado de forma eficiente (Cherdthong & Wanapat, 2010).

A suplementação proteica para bovinos em pastejo durante o período de seca permite o ajuste metabólico ruminal, melhorando a digestibilidade da forragem de baixa qualidade desse período e minimizando os efeitos de enchimento que diminuem a ingestão total de matéria seca. Além disso, essa suplementação proteica permite corrigir dietas desbalanceadas, melhorando o ganho de peso vivo, a conversão alimentar e, por conseqüência, diminui os ciclos produtivos de bovinos da pecuária de corte.

O uso da ureia como fonte de nitrogênio não proteico em substituição a fontes de proteínas verdadeiras na dieta de ruminantes tem sido utilizada principalmente por motivos econômicos, com o intuito de baixar o custo com a suplementação proteica (Guimarães Júnior et al., 2007). A ureia presente no suplemento é convertida em amônia ruminal e posteriormente em proteína microbiana (Nocek & Russell, 1988). No entanto, a quantidade de ureia que pode ser utilizada em dietas é bastante limitada devido à sua rápida hidrólise em amônia (NH₃) no rúmen.

Deste modo, nos últimos anos foram testadas inúmeras formas de se conseguir um produto que fosse capaz de liberar aos poucos o nitrogênio não proteico (NNP) no rúmen, dentre as quais: biureto, amiréia, fostato de ureia, revestimentos à base de óleo, formaldeído e polímero (Cherdthong & Wanapat, 2010; Taylor-Edwards et al., 2009).

Segundo Akay et al., (2004), a ureia encapsulada com polímero confere maior tempo de degradação da ureia do que a forma convencional, sendo a sua solubilização

lenta e constante. O Optigen® é uma ureia peletizada, recoberta por um polímero biodegradável capaz de liberar NNP de maneira controlada. Trata-se de uma fonte altamente concentrada de nitrogênio (43% de N) que pode maximizar a fermentação ruminal, fornecendo nitrogênio às bactérias ruminais numa velocidade que favorece sua conversão em proteína microbiana.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da ureia de liberação lenta (Optigen®), da ureia convencional (U) em comparação com a suplementação apenas mineral nos parâmetros de consumo de matéria seca, ganho de peso, concentração plasmática de nitrogênio ureico, perfil bioquímico urinário e síntese de proteína microbiana em bovinos suplementados com suplemento mineral proteico-energético durante o período seco do ano.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Suplementação proteica no período seco do ano

O consumo de matéria seca (MS) por bovinos em pastejo está relacionado diretamente com a disponibilidade e qualidade da forragem (Silva et al., 2009). Restrições na quantidade de forragem disponível levam à diminuição na ingestão de matéria seca, principalmente devido à redução do tamanho dos bocados, gerando um aumento no tempo de pastejo. Por sua vez, ingestão de forragem de baixa qualidade compromete o consumo devido à variação no perfil de fermentação ruminal e reduz o desempenho dos animais (Minson, 1990).

Em regime de pastejo, a pastagem deve suprir a maior parte ou a totalidade das exigências nutricionais dos animais. Quando tal fato não ocorre, faz-se necessária a utilização de práticas de suplementação alimentar com o objetivo de minimizar as perdas decorrentes da deficiência de nutrientes e, conseqüentemente, favorecer a atividade fermentativa do rúmen e o desempenho animal. Uma estratégia de suplementação adequada seria aquela destinada a maximizar o consumo e a digestibilidade da forragem disponível, entretanto, um grande desafio é prever o efeito que a suplementação terá no desempenho animal (Kabeya et al., 2002).

A suplementação proteica geralmente é a de maior custo (R\$/kg) para o produtor. A substituição de fontes de proteína verdadeira, presente principalmente nos grãos e farelos, por fontes de NNP constitui-se em uma alternativa para redução dos custos da alimentação e obtenção de ganhos de peso de bovinos confinados ou suplementados em pastagem (Macitelli et al., 2007). Em razão de a amônia ser a fonte preferencial de nitrogênio para as bactérias celulolíticas (Russel et al., 1992), o fornecimento de fontes de NNP para os animais pode melhorar o consumo, a digestão da forragem de baixa qualidade e deficientes em nitrogênio durante o período seco do ano, ampliando a taxa de degradação ruminal e a síntese de proteína microbiana, resultando em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (Detmann et al., 2004). Euclides et al., (2001) relataram que a deficiência proteica provoca decréscimos nas taxas de digestão e passagem e, conseqüentemente, no consumo de forragem, induzindo, dessa forma, uma deficiência energética.

No período seco, a proteína é o nutriente que mais limita o desempenho animal. O propósito de suplementação nesta fase é adequar os níveis de nitrogênio deficientes nas dietas dos animais, de tal forma a aumentar a eficiência de degradação da fração fibrosa e, conseqüentemente, a taxa de passagem e o consumo de matéria seca da forragem. Deve-se ter em mente que para obter sucesso com a suplementação proteica no período de seca, principalmente com NNP, há necessidade de realizar o diferimento da pastagem, a fim de proporcionar ao animal uma maior oferta de forragem mesmo que senescente, porém com grande quantidade de fibra potencialmente digestível (Reis et al., 2009).

Olson et al. (1994) sugeriram que a eficiência de síntese de proteína microbiana é intensamente comprometida quando a concentração de amônia ruminal é inferior a 5 mg/dl de fluido ruminal. Entretanto, a concentração de amônia ruminal em animais ingerindo forragens de baixa qualidade frequentemente é igual ou menor que 5 mg/dl, podendo explicar a resposta positiva em desempenho animal quando feita a suplementação em pastagens com proteína de alta degradabilidade no rúmen (Moreira et al., 2004).

A principal resposta à suplementação proteica, em forragens de baixa qualidade, tem sido devida ao atendimento da exigência de nitrogênio e aminoácidos específicos, requeridos pela microflora ruminal, além do incremento no consumo de energia, favorecido pelo aumento no consumo de forragem e pela maior produção de ácidos graxos voláteis, decorrente da maior digestibilidade dos componentes fibrosos (Nocek & Russell, 1988).

Os efeitos positivos sobre a digestibilidade da matéria orgânica com a inclusão de ureia podem estar relacionados ao aumento na taxa de crescimento dos microrganismos ruminais e ao conseqüente aproveitamento dos produtos finais da fermentação, por causa do nitrogênio disponível no rúmen (Huntington & Archibeque, 1999). Os autores afirmaram que a concentração de NH_3 aumentou linearmente ($P < 0,05$) com os níveis e ureia, em virtude da alta taxa de hidrólise da ureia, refletindo o fornecimento de uma fonte prontamente disponível de nitrogênio, já que os níveis de NH_3 do líquido ruminal são importantes, visto que o crescimento microbiano é altamente dependente da quantidade de substrato e da fermentação da matéria orgânica no rúmen.

Campling et al. (1962) realizaram uma série de experimentos para avaliar o efeito do fornecimento de ureia, em diferentes níveis, como fonte de suplementação proteica, e sacarose, como fonte de suplementação energética, sobre o consumo e digestibilidade de palhada de aveia fornecida a bovinos. A ureia e sacarose foram dissolvidas em água e fornecidas por infusão contínua, via fistula, diretamente no rúmen dos animais. A palhada de aveia continha 0,5% de nitrogênio (N), simulando a época seca, pelo fornecimento de volumoso de baixa qualidade. A administração de ureia reduziu, pela metade, a perda de peso dos animais, decorrente do aumento de 40%, no consumo voluntário, e de 23%, na digestibilidade da dieta, em relação ao controle, não sendo observado efeito da adição de sacarose sobre o consumo e digestibilidade. Quando avaliado os diferentes níveis de inclusão da ureia, foram observados aumentos no consumo, da ordem de 26%, para o fornecimento de 25g de ureia e de 42% para os fornecimentos de 75 e 150g de ureia. Os autores afirmaram que, para maximizar o consumo de volumosos de baixa qualidade, o animal deve ingerir uma quantidade diária de ureia entre 25 e 75g.

2.2. Metabolismo da ureia no ruminante

Considerando que a proteína microbiana é de alta qualidade, torna-se importante maximizar sua síntese no rúmen. Maximizar a utilização de N não somente melhora a oferta de aminoácidos para o intestino delgado, mas também diminui as perdas de energia (Cherdhtong & Wanapat, 2010). A maior parte da amônia não utilizada para a síntese

microbiana é absorvida através da parede ruminal por difusão e transportada para o fígado pela veia porta, sendo absorvida através da parede ruminal na sua forma não ionizada (NH_3) (Teixeira, 1992). Na forma ionizada (NH_4^+), a amônia não é absorvida através da parede ruminal. Portanto, a redução do pH ruminal favorece a ionização da amônia e reduz sua absorção, enquanto que a elevação do pH ruminal favorece a presença de amônia na forma não ionizada e aumenta a absorção de amônia (Santos, 2006).

Em razão do seu alto grau de toxicidade, a amônia é convertida no fígado em ureia (ciclo da ureia), um composto não tóxico. No fígado, duas moléculas de amônia são convertidas em uma molécula de ureia. A primeira molécula de amônia é carboxilada pela enzima carbamoil fosfato sintetase, originando o composto carbamoil fosfato. Nessa reação, 2 moléculas de ATP são utilizados. O carbamoil fosfato reage com a ornitina para formar a citrulina. A segunda molécula de amônia que entra no ciclo é originada do aspartato que reage com a citrulina, formando arginino-succinato. Esse composto é clivado a arginina e fumarato. A arginina é então quebrada pela arginase, regenerando a ornitina e produzindo uma molécula de ureia. Alimentos com excesso de proteína degradável no rúmen (PDR) resultam em excesso de amônia ruminal e requerem quantidade significativa de energia para síntese e excreção de ureia, uma vez que para cada mole de ureia produzido são gastos 2 moles de ATP (Santos, 2006).

Parte da ureia produzida no fígado é excretada, via urina, e parte pode retornar para o rúmen, via saliva ou corrente sanguínea (difusão através da parede ruminal). Esse processo é conhecido como reciclagem de nitrogênio e é um processo contínuo, que permite que a ureia ao chegar ao rúmen seja prontamente degradada à amônia novamente, pelas bactérias tornando o nitrogênio novamente disponível aos microrganismos. Esse mecanismo de conservação do N é importante especialmente para a sobrevivência dos animais quando o suplemento é deficiente em N, o que faz os ruminantes aptos a conservar melhor a proteína que outras espécies sob estas condições. O nível de amônia no sangue tende a ser menor que o do rúmen, e o nível de ureia é menor no rúmen que no sangue, criando um potencial favorável de transferência mútua entre os dois compostos favorecendo a reciclagem. A quantidade de ureia reciclada para o rúmen é maior quanto menor a concentração de amônia ruminal (Teixeira, 1992; Santos, 2006).

Os ruminantes criados com dietas com baixa proteína são capazes de controlar a excreção renal de ureia, por mecanismos compensatórios que, por meio de intensa reabsorção de ureia nos ductos coletores, economizam o N excretado, aumentando, assim, a reciclagem de nitrogênio para o rúmen. Desta forma, o que variaria é a eficiência de reciclagem do nitrogênio. Em condições de baixo plano nutricional proteico, as perdas na urina seriam relativamente menores, aumentando a proporção reciclada de N, situação inversa de uma nutrição proteica mais elevada (Van Soest, 1994).

2.3. Sincronização de proteína e energia no rúmen

Dieta com pouca quantidade de carboidratos solúveis e com grande quantidade de forragem de baixa qualidade limita o uso do NNP por causa da pouca quantidade de

energia disponível e da lenta taxa de digestão dos carboidratos disponíveis (Van Soest, 1994). O pico da fermentação da amônia (NH_3) acontece antes do pico da fermentação máxima dos carboidratos de baixa qualidade ser alcançado. Esse pico de NH_3 que ocorre mais cedo promove a absorção e perda de NH_3 do rúmen para o sangue, seguido da conversão para ureia no fígado e excreção na urina. Esse mecanismo ocorre, pois os microrganismos do rúmen dependem de esqueletos de carbono, disponibilidade de energia e de um concomitante fornecimento de amônia e peptídeos para sua atividade metabólica e crescimento (Pereira et al., 2005).

Durante a fermentação ruminal, os microrganismos fermentam os carboidratos para produzir energia, gases (principalmente CO_2 e CH_4), calor e ácidos graxos voláteis. Os ácidos graxos voláteis (AGV), acético, propiônico e butírico, constituem a maioria (>95%) dos ácidos produzidos no rúmen e representam a maior fonte de energia para os ruminantes, suprimindo de 60 a 80% da demanda energética (Church, 1988). Os carboidratos estruturais das forragens são as principais fontes de energia para animais a pasto, porém apresentam baixas taxas de degradação, em relação ao amido e açúcares (Van Soest, 1994).

Através da manipulação da relação de volumoso: concentrado é possível alterar os processos fermentativos e maximizar a eficiência de síntese microbiana, bem como a eficiência de utilização dos nutrientes dietéticos (Russell et al., 1992). O crescimento microbiano depende da transferência de energia da fermentação de carboidratos para o processo biossintético (síntese de proteína microbiana).

Se a taxa de produção de ATP excede a taxa de utilização, ocorre desacoplamento energético e a energia da ATP é dissipada como calor através de ciclos de íons pela membrana celular. Isto ocorre quando a disponibilidade de N é extremamente alta ou a energia está em excesso, quando do uso de altos níveis de concentrado (Nocek & Russell, 1988). Geralmente, quando carboidratos são limitantes, os aminoácidos dietéticos são usados como fonte de energia, ocorrendo acúmulo de amônia no rúmen. Nesse caso a adição de carboidratos na dieta, além de promover síntese de proteína microbiana, exerce um efeito poupador de aminoácidos, evidenciando a importância de manutenção de um perfeito equilíbrio entre disponibilidade de N e energia no rúmen, com o objetivo de otimizar o processo fermentativo ruminal e, conseqüentemente o desempenho animal (Russell et al., 1992).

2.4. Síntese de proteína microbiana

A síntese de proteína microbiana (PMic) no rúmen fornece a maioria da proteína que chega ao intestino delgado dos ruminantes. A proteína metabolizável no intestino de ruminantes é representada pelo total de aminoácidos provenientes da digestão intestinal da proteína microbiana produzida no rúmen, da proteína não degradável no rúmen (PNDR) de origem alimentar e da proteína endógena. A PMic pode representar mais de 65% da proteína metabolizável em bovinos mantidos a pasto (Santos, 2006). Dessa maneira, a eficiência de todo e qualquer programa nutricional é dependente da otimização da produção de PMic.

A energia para a síntese de PMic é oriunda principalmente dos carboidratos dietéticos, cuja fonte pode afetar o crescimento microbiano (Rennó et al., 2000a). As 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 das células, diminuindo os requisitos de manutenção dos microrganismos e, conseqüentemente, fornecendo mais nutrientes para o crescimento microbiano (Clark et al., 1992).

Os carboidratos constituem a principal fonte de energia para os microrganismos ruminais, quando comparados a lipídeos e proteína bruta, embora esta última possa contribuir como fonte energética, via fermentação dos esqueletos de carbono, derivados da desaminação de aminoácidos (Rennó et al., 2000a).

As bactérias ruminais utilizam dois mecanismos distintos para fixar amônia nos esqueletos carbônicos durante a síntese de aminoácidos: através da enzima glutamina sintetase (GS) e através da enzima glutamato desidrogenase (GDH) (Santos, 2006). Quando a concentração de amônia ruminal é alta, predomina a ação da GDH. Essa enzima não requer ATP para a fixação de amônia. Por outro lado, quando há concentração baixa de amônia no rúmen, a enzima que predomina é a GS. Na enzima GS para cada mol de amônia fixada há utilização de 1 mol de ATP. Quando a concentração de amônia ruminal é baixa, a eficiência de síntese microbiana é reduzida, pois parte da energia que seria destinada para crescimento é utilizada no processo de fixação de amônia (Teixeira, 1992; Santos, 2006).

2.5. Ureia de liberação lenta

A alta taxa de hidrólise ruminal, associada ao risco de intoxicação dos animais à alimentação com ureia, tem impulsionado o desenvolvimento de produtos que liberem a amônia mais lentamente no rúmen, como o biureto, amiréia, fostato de ureia, revestimentos à base de óleo, formaldeído e polímero representam as formas de compostos capazes de liberar aos poucos NNP no rúmen (Cherdhtong & Wanapat, 2010; Taylor-Edwards et al., 2009). De acordo com Seixas et al., (1999) qualquer metodologia que torne a ureia solúvel a taxa mais lenta do que quando fornecida na forma convencional poderia conduzir ao seu melhor aproveitamento em dietas adequadamente balanceadas para ruminantes. A liberação gradual de NH_3 permite aos microrganismos do rúmen síntese contínua de proteína microbiana.

Macitelli et al., (2007) analisaram o desempenho de quarenta bovinos machos com 30 meses de idade e 371 kg, alimentados com diferentes fontes proteicas (amiferm, ureia e farelo de soja) e volumosos (pastagem de capim-braquiária, cana-de-açúcar e silagem de milho). As dietas foram balanceadas para conterem níveis semelhantes de energia metabolizável e proteína bruta. O ganho de peso vivo diário (GPV) dos animais alimentados com cana-de-açúcar (0,83 kg/d) não diferiu dos mantidos em pastagem (0,82 kg/d), mas ambos foram menores que o dos animais alimentados com silagem de milho (1,09 kg/d). As diferentes fontes de N proporcionaram GPV semelhantes, com valores de

0,94; 0,83 e 0,97 kg/d, para os animais que receberam ureia, amiferm e farelo de soja, respectivamente.

Taylor-Edwards et al., (2009) avaliaram 12 novilhos fistulados no rúmen, alimentados com silagem de milho + ureia convencional ou ureia de liberação lenta. A ureia sofreu uma rápida hidrólise no rúmen, resultando em concentração de amônia ruminal 58% maior para o grupo suplementado com ureia convencional do que o grupo da ureia de liberação lenta. Os autores concluíram que a ureia de liberação lenta tem uma taxa de liberação mais lenta de amônia *in vivo* que a ureia na sua forma convencional.

O Optigen® é ureia peletizada, recoberta por um polímero biodegradável capaz de manter liberação controlada de NH₃. Trata-se de uma fonte altamente concentrada de nitrogênio (43% de N), que pode alterar a função ruminal, fornecendo nitrogênio às bactérias ruminais numa velocidade que permite otimizar sua conversão em proteína microbiana. A ureia encapsulada com polímero confere tempo de degradação da ureia de até 16 h, sendo a sua solubilização lenta e constante (Akay et al., 2004). Esses mesmos autores avaliaram a utilização *in situ* do nitrogênio da ureia encapsulada (Optigen®) comparando com a ureia convencional e com a soja em grãos. A degradação *in situ* da ureia de liberação lenta seguiu padrão mais semelhante ao da soja do que ao da ureia e teve velocidade intermediária de utilização durante as primeiras 16 h de fermentação ruminal, seguida de velocidade mais lenta de utilização de 16 a 30 h, assemelhando-se ao observado para a soja.

Gonçalves (2006) avaliou os efeitos da substituição da ureia convencional pelo Optigen® e dois níveis de NNP em suplementos oferecidos a 0,6% do PV de oito novilhos Nelore alimentados *ad libitum* com feno de *Brachiaria brizantha*. Os suplementos tinham em sua composição 40% (0; 50 ou 100% de ureia de liberação lenta) ou 80% da PB com fonte de NNP (100% de ureia de liberação lenta). A substituição da ureia convencional pela de liberação lenta não teve efeitos sobre o consumo de MS e matéria seca digestível. O pH e as concentrações de NH₃ ruminal não foram afetados pela inclusão da ureia de liberação lenta ou pelos níveis de NNP do suplemento.

Santos (2009) avaliou a substituição parcial de farelo de soja na dieta controle pelo Optigen® ou por ureia, utilizando dezoito vacas. Os tratamentos foram dietas isoproteicas com farelo de soja como concentrado proteico (controle) e dietas com mistura de polpa cítrica e Optigen® ou ureia. As dietas tinham teor de PB de 15,5%, sendo 1,54% do Optigen® e 1,59% da ureia. O autor relatou que a inclusão de NNP reduziu o consumo diário de matéria seca de 23,2 para 22,4 kg (P=0,04), sem afetar a produção de leite (31,5 kg) (P=0,98) ou sólidos. A produção de leite por unidade de proteína ingerida foi aumentada no grupo Optigen®.

Abreu (2010) estudou o efeito da ureia de liberação lenta em oito vacas adultas em lactação com dietas a base de cana-de-açúcar e quatro ofertas de ureia de liberação lenta: 0,04; 0,08; 0,16 e 0,32 kg/animal/dia sobre o desempenho. O consumo de PB aumentou linearmente com o fornecimento da ureia de liberação lenta. A produção de leite aumentou em 0,396 kg para cada 0,1 kg de acréscimo de ureia de liberação lenta. O autor relatou que, baseado no incremento linear da produção de leite, provavelmente o uso de ureia de liberação lenta resultou em melhoria na síntese de proteína microbiana, no crescimento

microbiano, na produção de ácidos graxos voláteis e na digestibilidade da fibra, mas sem viabilidade econômica quando houve a substituição da ureia convencional pela ureia de liberação lenta.

Pinos-Rodriguez et al., (2010) estudaram os efeitos do Optigen® sobre a fermentação ruminal e desempenho de bovinos de corte mantidos em baias individuais. Foram utilizados dois tratamentos: controle (farelo de soja) e Optigen®. Para a análise de desempenho 20 novilhos (330 ± 20 kg) foram utilizados e para o estudo dos parâmetros ruminais foram utilizados quatro novilhos (230 ± 20 kg) fistulados no rúmen. O consumo de matéria seca, ganho de peso médio diário, eficiência alimentar e rendimento de carcaça não foram afetados pelo uso do Optigen®. O pH ruminal, a concentração de ácidos graxos voláteis e a proporção molar de acetato, propionato e butirato não foram diferentes para os grupos. Os autores concluíram que o Optigen® pode substituir o farelo de soja em dietas para bovinos sem efeito negativo sobre a fermentação ruminal e desempenho produtivo.

Melo (2011) avaliaram o desempenho e eficiência econômica de novilhos em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na transição água/seca submetidos a diferentes regimes alimentares de 60 novilhos Nelores inteiros com média de peso de 285 kg. Os tratamentos foram SM: suplemento mineral; SUP1: suplemento proteico-energético-mineral, sendo a fonte de NNP a ureia de liberação lenta, com ingestão média diária de 0,7% do peso corporal na matéria seca; SUP2: suplemento proteico-energético-mineral, sendo a fonte de NNP a ureia convencional, com ingestão média diária de 0,7% do peso corporal na matéria seca. O autor relatou que os animais que receberam os SUP1 e SUP2 apresentaram GMD maiores que aqueles que receberam apenas suplementação mineral (0,166 kg; 0,367 kg; 0,458 kg respectivamente para SM, SUP1 e SUP2). Com relação aos animais que receberam os SUP1 e SUP2, a suplementação proteica-energética contribuiu com maior ingestão de proteína e energia, proporcionando maiores valores numéricos de GMD, porém não foram estatisticamente diferentes entre si ($P > 0,05$). Os três tratamentos foram economicamente viáveis, isto é, apresentaram margem bruta positiva. O SUP1 apresentou a menor margem bruta entre os três tratamentos, apesar de ter tido maior ganho total (kg) com relação ao SM, o consumo e o preço do suplemento (R\$/kg) foram maiores, fazendo com que as despesas com esse tratamento ficassem mais elevadas. Ao comparar o SUP1 com o SUP2, obteve-se um ganho em peso menor, com despesa maior; esse foi o motivo da grande diferença na margem bruta entre os dois, o que torna o SUP2 o tratamento com melhor viabilidade econômica.

2.6. Concentração de nitrogênio ureico no plasma

Durante períodos de alta disponibilidade ruminal de N, observam-se elevadas concentrações sanguíneas de ureia. A concentração plasmática de ureia é positivamente relacionada com a ingestão de N (Roseler et al., 1993; Valadares et al., 1997; Silva et al., 2001). Isso se baseia no fato de que a ureia é sintetizada no fígado em quantidades proporcionais à concentração de amônia produzida no rúmen, e sua concentração

sanguínea está diretamente relacionada com o aporte proteico da ração e com a relação de energia: proteína.

A concentração plasmática elevada de ureia está relacionada com a utilização ineficiente de proteína (Broderick, 1995). A quantidade de ureia excretada pelos rins depende dos seguintes fatores: concentração plasmática de ureia, taxa de filtração glomerular (TFG) e reabsorção tubular de ureia. Com isso, a concentração plasmática de ureia é o principal fator regulador da sua excreção renal sob uma variedade de condições dietéticas (Harmeyer & Martens, 1980).

O N é continuamente reciclado para o rúmen da corrente sanguínea para sua reutilização. Esse mecanismo de conservação permite ao ruminante sobreviver em dietas com teores muito baixos de N. De 23 a 92% da ureia do plasma é reciclado no trato digestivo, com valores mais altos associados com menor ingestão de N. A quantidade de N reciclado é reduzida quando a concentração ruminal de amônia é alta ou quando a concentração de ureia do plasma é baixa. A ureia plasmática entra no rúmen pela saliva e por difusão através da parede ruminal. Em dietas de forragens, entre 15 a 50% da ureia total reciclada pode seguir a via salivar (Teixeira, 1992).

Rennó et al., (2000b) avaliou a concentração plasmática de nitrogênio ureico (NUP) para várias condições experimentais. A concentração de NUP apresentou comportamento linear com o aumento da inclusão de concentrado na ração e a excreção de ureia aumentou linearmente com a concentração de NUP.

Leal et al., (2007) avaliaram as concentrações de nitrogênio ureico no plasma (NUP) em quatro machos castrados, de grau de sangue predominantemente Holandês, distribuídos em dois níveis de ureia em substituição ao farelo de soja: 0 e 100%; e dois níveis de oferta de concentrado: 0,75 e 1,25% do PV. A concentração de NUP não foi afetada pela fonte proteica ou pelos níveis de concentrado, embora a excreção de ureia em relação ao peso vivo tenha sido influenciada pelo nível de concentrado. Os autores relataram que essas diferenças podem ser atribuídas ao fato de a maior produção microbiana no maior nível de concentrado ter diminuído a absorção de amônia pela parede ruminal e, conseqüentemente, a concentração de NUP.

Paixão et al., (2006) estudaram o efeito da substituição total da proteína do farelo de soja pela ureia, em dois níveis de oferta de concentrado (0,75 e 1,25% do PV), em 16 novilhos (286 kg de PV inicial) em confinamento durante 63 dias. As rações, isoproteicas (12% PB), foram compostas de silagens de capim-elefante e de sorgo como volumoso, na proporção de 80:20, respectivamente. Os autores verificaram que a concentração de NUP não foi influenciada pela fonte proteica, mas foi reduzida pelos níveis de concentrado. Com o aumento do nível de concentrado, possivelmente a disponibilidade de energia ruminal aumentou, resultando em redução na concentração de amônia ruminal e, conseqüentemente, de NUP.

2.7. Estimativa de síntese de proteína microbiana baseada na excreção urinária de derivados de purinas

A síntese de proteína microbiana no rúmen fornece a maior parte de proteína requerida pelo animal. A quantidade de proteína microbiana que chega ao intestino delgado depende da disponibilidade de nutrientes e da eficiência de utilização destes nutrientes pelas bactérias ruminais (Russell et al., 2009).

As pesquisas dos últimos anos confirmaram a associação entre produção de proteína microbiana e excreção urinária de derivados de purinas (Perez et al., 1996). A técnica para estimar a excreção de derivados de purina é considerada um método simples e não invasivo (Chen & Gomes, 1992) e pode ser estimada por uma única amostra de urina denominada amostra *spot*, geralmente obtida quatro horas após a alimentação (Valadares et al., 1999).

O uso dos derivados de purina (DP) para estimar a síntese microbiana no rúmen foi primeiramente proposto por Blaxter em 1962, apud por Fujihara et al. (1987). Este método assume que o fluxo duodenal de ácido nucleico é essencialmente de origem microbiana, já que a alimentação do ruminante normalmente tem baixa quantidade de purinas. O ácido nucleico e as purinas absorvidas são degradadas e excretadas na urina como derivados: hipoxantina, xantina, ácido úrico e alantoína (Chen & Gomes, 1992).

O ácido nucleico presente na dieta é degradado no rúmen pela microbiota. No intestino, as purinas originadas pela degradação do ácido nucleico são absorvidas e posteriormente excretadas na urina. A excreção de DP está diretamente relacionada com a absorção de purinas que podem ser de origem endógena, proveniente do catabolismo dos ácidos nucleicos do animal ou derivados da degradação dos DP absorvidos (Chen & Gomes, 1992).

Nos bovinos, devido à alta atividade da enzima xantina oxidase, que converte xantina e hipoxantina a ácido úrico, a excreção de alantoína e ácido úrico constituem a grande maioria dos derivados urinários de purinas, dessa maneira as contribuições da xantina e hipoxantina são irrisórias para determinação da excreção total dos DP (Chen & Gomes, 1992).

Barbosa et al., (2006) avaliou o efeito do período de coleta de urina sobre a excreção urinária de derivados de purinas (DP), as purinas absorvidas e a produção de compostos nitrogenados microbianos (Nmic) em 16 bovinos Nelore divididos em quatro categorias: novilhas, machos castrados, machos não castrados e vacas em lactação. Esses animais foram mantidos em confinamento e as dietas eram compostas por silagem de milho e concentrado nas proporções de 25 ou 50%, com base na matéria seca (MS), e foram balanceadas para conter aproximadamente 12% de PB. Os concentrados foram formulados com milho, ureia, farelo de algodão com 38% de PB e mistura mineral. A produção de Nmic obtida em amostras *spot* de urina foi comparada àquela obtida via coleta total. A produção de Nmic, estimada pela amostra *spot* de urina, não diferiu daquela obtida pela coleta total, nem entre os níveis de concentrado ou entre as categorias de animal. Concluiu-se que a coleta de amostra *spot* de urina pode ser usada para estimar a produção de Nmic em novilhas, machos inteiros ou castrados e vacas lactantes da raça Nelore.

A utilização da creatinina como indicador da produção urinária tem sido considerada, já que a excreção de creatinina é função do peso do animal e é pouco afetada pelo teor de proteína, carboidratos não fibrosos ou nitrogênio não proteico da dieta (Chen et al., 1995). Dessa forma, se coletada uma única amostra diária de urina, denominada de amostra *spot*, e determinada à concentração de creatinina, o volume urinário pode ser estimado (Rennó et al., 2000; Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001; Barbosa et al., 2006), eliminando o desconforto causado por sondas ou cateteres utilizados na coleta total (Valadares et al., 1997).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Animais e instalações

O experimento foi realizado na Fazenda Santa Fé, localizada no município de Monjolos, Minas Gerais entre os meses de junho e outubro de 2010.

As temperaturas máximas e mínimas e a precipitação pluviométrica são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Temperaturas máxima e mínima e precipitação pluviométrica média da região de Monjolos MG, entre os meses de Junho a Outubro de 2010

	Temperatura (°C)		Precipitação
	Máxima	Mínima	(mm)
Junho	30	11,5	7
Julho	29,5	10,5	0
Agosto	33,6	9,8	0,3
Setembro	34,3	13,6	10,5
Outubro	35,7	16,1	197
Média	32,62	12,3	214,8

Fonte: Agridempo

Foram utilizados 40 animais Nelores não castrados, com peso médio de 446 kg, mantidos em piquetes de *Brachiaria brizantha* cv Marandu. A área experimental foi constituída de três piquetes de 10 ha, totalizando 30 hectares delimitados por cerca convencional. Os animais tinham acesso à água e suplementação mineral na área de lazer e receberam vermífugo a base de Ivermectina a 3,5% com liberação prolongada na dose de 1 ml/50 kg de PV no início do experimento.

3.2. Tratamentos, período experimental e pesagem dos animais

Os suplementos foram balanceados para serem isoproteicos e isoenergéticos, apresentando 30% de proteína bruta e 70% de nutrientes digestíveis totais (NDT) na ração (Tabela 2). Os animais foram previamente alocados em quatro grupos experimentais. O suplemento mineral foi ofertado para uma ingestão diária por volta de 0,2% de ração em relação ao peso vivo.

Os animais foram mantidos no mesmo piquete ao longo do dia, sendo separados apenas no momento da suplementação por volta das 11 horas da manhã. Os grupos eram separados e mantidos na área de lazer por volta de duas horas e após a alimentação os animais retornavam todos para o mesmo piquete. Aproximadamente, a cada sete dias eram realizados a rotação dos piquetes.

Os tratamentos avaliados foram: SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% Optigen®); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% Optigen®).

Tabela 2. Composição dos ingredientes presentes nos suplementos e níveis nutricionais conforme os tratamentos

	U	O	OU
Ingredientes - (%MS)			
Optigen®	-	6,56	3,28
Ureia	6	-	3
Cloreto de Sódio	5	5	5
Fosfato Bicálcio	3	3	3
Sulfato de Ca	2	2	2
Óxido de Magnésio	0,5	0,5	0,5
Sulfato de Zinco	0,06	0,06	0,06
Sulfato de Cobre	0,02	0,02	0,02
Sulfato de Cobalto	0,0015	0,0015	0,0015
Iodato	0,001	0,001	0,001
Selenito	0,001	0,001	0,001
Monensina Sódica	0,1	0,1	0,1
Caulim	0,56	-	0,28
Farelo de Soja	15,54	15,54	15,54
Milho Moído	67,22	67,22	67,22
Total (%)	100	100	100
R\$/ Kg	0,498	0,566	0,634

U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% Optigen®); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% Optigen®).

Tabela 3. Níveis nutricionais presentes nos suplementos conforme os tratamentos

	SM (mg)*	U	O	OU
MS (%)	-	90,06	90,06	90,06
NDT (%)	-	70,17	70,17	70,17
EE (%)	-	3,13	3,13	3,13
PB (%)	-	31,94	31,94	31,94
FDN (%)	-	10,96	10,96	10,96
CNF (%)	-	45,04	45,04	45,04
Cálcio (%)	164.000	1,35	1,35	1,35
Fósforo (%)	60.000	0,98	0,98	0,98
Magnésio (%)	10.000	0,47	0,47	0,47
Potássio (%)	-	0,57	0,57	0,57
Sódio (%)	140.000	2,2	2,2	2,2
Cloro (%)	-	3,41	3,41	3,41
Enxofre (%)	40.000	0,63	0,63	0,63
Cobalto (ppm)	60	3,88	3,88	3,88
Ferro (ppm)	-	527,25	527,25	527,25
Iodo (ppm)	75	7,21	7,21	7,21
Manganês (ppm)	780	19,85	19,85	19,85
Selênio (ppm)	19	5,19	5,19	5,19
Zinco (ppm)	3750	268,16	268,16	268,16
Flúor	600	-	-	-
Monensina Sódica (mg)	-	200,00	200,00	200,00

SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% Optigen®); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% Optigen®)MS: matéria seca; NDT: nutrientes digestíveis totais; EE: extrato etéreo; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; CNF: carboidrato não fibroso.

*Componentes presentes no sal mineral em miligramas.

Todos os grupos receberam suplementação de sal mineral 6% fósforo (produto comercial), que foi fornecido à vontade. O experimento teve duração total de 70 dias. Durante o período experimental foram realizadas três pesagens com intervalo de 30 dias, após jejum prévio de alimento e água por 16 horas.

3.3. Avaliação da disponibilidade de forragem

As avaliações da disponibilidade de MS da forragem foram feitas antes da entrada dos animais no módulo e na saída dos animais para outro módulo. No processo de rotação dos pastos, os lotes permaneceram em cada piquete aproximadamente sete dias, totalizando 10 avaliações ao longo de todo o experimento. Foram feitas amostragens agrônomicas por intermédio do corte de cinco áreas, por meio de quadros confeccionados de tubos de polietileno de $\frac{3}{4}$ polegada (20 mm), com 1 metro de lado, perfazendo uma área de 1m^2 , segundo Hodgson (1990) para forrageiras do gênero *Brachiaria*. Estes foram lançados de forma aleatória dentro do piquete, efetuando-se o corte ao nível do solo. O material cortado

foi pesado, depois as amostras homogeneizadas, das quais foram retiradas alíquotas para a realização de análise químico-bromatológica.

3.4. Determinação do consumo de matéria seca pelo uso do LIPE®

O consumo da forragem dos animais foi estimado pelo uso da lignina purificada e enriquecida (LIPE®), como indicador externo, em que o consumo consiste na razão entre produção fecal diária e a digestibilidade da forragem consumida. Visando minimizar a influência do efeito do pasto pela possível variação da disponibilidade e valor nutritivo da forragem entre os piquetes, os animais foram mantidos no mesmo piquete e somente foram separados no momento da alimentação de cada lote, voltando logo após para o mesmo lugar em que se encontravam.

Para comparação do consumo de matéria seca, este foi convertido para porcentagem do peso vivo. Ao se relacionar o consumo ao peso vivo dos animais foi utilizado como referência o peso médio do período experimental.

O LIPE foi administrado em 20 animais a partir do dia sete de setembro, sendo cinco em cada tratamento escolhidos ao acaso, na forma de cápsulas, diariamente às oito da manhã, em dose única de 0,5 g/animal/dia (Rodríguez et al., 2006), diretamente no esôfago dos animais, por um período de seis dias (dois dias de adaptação e quatro dias de coleta). A coleta de fezes iniciou no terceiro dia de fornecimento do LIPE, sendo coletada diretamente do reto do animal, em sacos plásticos identificados, no mesmo horário do indicador durante quatro dias consecutivos, esse procedimento foi realizado uma vez somente ao longo do experimento.

As amostras foram secas á 65°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada e, ao final do período, foi feita uma amostra composta de cada animal, sendo estas moídas a 1 mm e devidamente acondicionadas para posteriores análises quanto ao teor de LIPE, determinado por espectroscopia no infravermelho.

Para determinação do consumo de pastagem, foi calculada a produção total de fezes (PFt), obtida pela fórmula conforme descrito por Saliba (2005):

$$PFt = LIPE^{\circledR} \text{ ingerido (g/dia) / LIPE}^{\circledR} \text{ excretado (g/g de MS de fezes).}$$

Para determinar o consumo individual diário de MS foi estimada a digestibilidade da dieta e produção fecal (PF), sendo:

$$\text{Consumo de pastagem (kg de MS)} = PF \text{ proveniente da pastagem (PFp)} \times 100 / (100 - \text{DIVMS da pastagem}).$$

PFp = PF total (PFt) – PF proveniente do suplemento (PFc), sendo a PFc obtida através da seguinte fórmula:

$PFC = \text{Consumo do suplemento (kg MS / animal / dia)} \times (100 - \text{digestibilidade do suplemento})$.

3.5. Digestibilidade da forragem

Para determinação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da forragem pastejada, foram feitas amostragens do material ingerido pelos animais por meio da técnica do pastejo simulado, procurando-se extrair frações de pastagem semelhantes aquelas que os animais selecionam no piquete. As amostras foram colhidas pelo mesmo avaliador, evitando assim, maiores discrepâncias nos critérios de amostragem. O pastejo simulado foi realizado uma única vez em todo o período experimental feito por quatro dias consecutivos, a partir do terceiro dia de fornecimento da LIPE. No final de cada período, as amostras foram homogeneizadas, sendo feito um “pool” do qual foi retirada uma amostra composta, correspondente a quatro dias de coleta.

As amostras foram secas á 65°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, processadas em moinho estacionário “Thomas-Willey” modelo 4, usando peneira de abertura de malha de 1 mm e, posteriormente, analisadas quanto a composição bromatológica.

3.6. Análises laboratoriais

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. As amostras de forragem foram secas á 65°C por 72 horas, em estufa de ventilação forçada, processadas em moinho estacionário “Thomas-Willey”, usando peneira de abertura de malha de 1 mm.

Uma sub-amostra foi levada à estufa a 105°C por cinco horas para a determinação da matéria seca total. O teor de cinzas foi determinado pela queima total de matéria orgânica em mufla a 600°C por quatro horas. O teor de matéria orgânica (MO) foi calculado pela diferença entre a matéria seca (MS) e o conteúdo de cinzas.

A partir das cinzas obtidas foram calculados valores de cálcio (Ca) e fósforo (P). A proteína bruta foi analisada pelo método de Kjeldahl AOAC (1997). O teor de extrato etéreo foi obtido pelo método Soxlet (AOAC, 1997) para as amostras. A análise de fibra foi realizada em aparelho ANKON® Fiber Analyser (ANKON Technology Corporation, Fairport, EUA) de acordo com o método proposto Van Soest et al. (1991), para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

Além da digestibilidade *in vitro* da matéria seca e orgânica (Tilley & Terry, 1963); nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela fórmula: $NDT = DIVMS - \text{Cinzas} + 1,25 \times EE + 1,9$, segundo Van Soest (1994) e carboidratos não fibrosos (CNF), calculado segundo Sniffen et al., (1992) pela fórmula: $CNF = 100 - (\% PB + \% FDN + \% EE + \% Cinzas)$.

3.7. Avaliação de ureia plasmática

Para a coleta de sangue foram utilizados tubos Vacutainer® com anticoagulante (EDTA), antes do fornecimento do suplemento correspondendo a 0 hora, quatro horas após a alimentação, oito horas e 20 horas após o fornecimento do suplemento em todos os animais do experimento. O sangue foi centrifugado (5.000 rpm) e o plasma congelado em microtubos tipo “eppendorf” para posterior análise da concentração de ureia (mg/dl).

Foram utilizados kits comerciais (Bioclin®) e os procedimentos foram realizados em aparelho automatizado (TP Analyzer), no laboratório de Toxicologia da Escola de Veterinária de UFMG.

A concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP) foi obtida por meio do produto da concentração de ureia no plasma e multiplicado por 0,4667, correspondente ao teor de nitrogênio (N) na ureia.

3.8. Avaliação de derivados de purina na urina

Em função de dificuldades operacionais para coleta de urina, as amostras foram colhidas de 15 animais, sendo 4 no grupo O, 4 no grupo U, 4 no grupo OU e 3 no grupo SM. Os derivados de purinas, excretados na urina, foram usados como método indireto para se estimar a síntese de proteína microbiana ruminal.

As análises de urina foram realizadas pelo método *spot*, a amostra foi coletada através da micção espontânea, 4 horas após a suplementação dos animais. A urina foi coletada com um funil coletor plástico e as amostras foram diluídas 10 vezes em ácido sulfúrico (H₂SO₄) a 0,036N (5 ml de urina e 45 de H₂SO₄) e congelada.

Para quantificar a alantoína o método utilizado foi o colorimétrico lido a 522 nm, conforme técnica descrita por Chen e Gomes (1992), procedimentos realizados no Laboratório de Nutrição Animal da UFMG. Uma alíquota da urina foi utilizada para determinação da concentração de ureia, creatinina e ácido úrico através de kits comerciais (Bioclin®).

O cálculo do volume urinário foi feito de acordo com equação proposta por Magalhães et al. (2005), utilizando a excreção média diária de creatinina em função do peso vivo (PV) do animal, obtida por Rennó (2003), que é de 27,76 mg/kg de PV/dia e da concentração de creatinina na amostra (mg/l). Segue a fórmula utilizada:

$$\text{Volume de urina (L)} = \frac{\text{PV (Kg)} \times \text{excreção de creatinina (mg/Kg de PV)}}{\text{Concentração de creatinina (mg/l)}}$$

Para calcular a concentração de alantoína em mmol/dia, foi utilizado o peso molecular da alantoína (158,1g/mol) e o volume urinário por dia. Para calcular a relação alantoína/creatinina, foi convertido o valor de alantoína de g/l para mg/dl e dividido pelo valor de creatinina (mg/dl).

A excreção dos derivados de purinas na urina foi calculada pela soma das excreções de alantóina e de ácido úrico, que foram obtidas multiplicando-se as respectivas concentrações pelo volume urinário diário (Chen & Gomes, 1992).

3.9. Delineamento experimental

O delineamento utilizado para ganho de peso, consumo e para o bioquímica urinária foi o inteiramente ao acaso onde foram comparados os diferentes tratamentos em cada tópico avaliado. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SAS (1999). As médias obtidas de cada tratamento foram comparadas pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado para esse delineamento foi: $y_{ij} = \mu + T_i + e_{ij}$ onde:

y_{ij} = valor observado para as variáveis em estudo referente ao tratamento (i) por repetição (j);

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i ;

e_{ij} = erro associado às observações y_{ij}

O delineamento utilizado para a concentração de NUP foi o inteiramente ao acaso com arranjo em parcelas subdivididas, onde as parcelas foram os tratamentos e as subparcelas foram os tempos da coleta sanguínea. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o programa SISVAR (2007). As médias de cada tratamento nos diferentes tempos foram comparadas pelo teste Tuckey ao nível de 5% de probabilidade. O modelo estatístico adotado para esse delineamento foi: $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \delta_{ik} + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + e_{ijk}$ onde:

y_{ijk} = valor observado para a variável referente ao animal (k) da combinação do tratamento (i) com os tempos (j);

μ = média geral;

α_i = efeito do tratamento (i);

δ_{ik} = efeito residual das parcelas, caracterizado com erro a;

β_j = efeito do tempo (j);

$(\alpha\beta)_{ij}$ = efeito da interação do tratamento x tempo;

e_{ijk} = erro experimental das subparcelas, caracterizado como erro b.

Todos os conjuntos de dados foram testados antes da análise geral final, na intenção de assegurar que todas as premissas da análise de variância (normalidade dos dados) estivessem sendo respeitadas.

4. RESULTADO E DISCUSSÃO

4.1. Valor nutricional e consumo

Na tabela 4 encontram-se as médias dos valores de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), expressa em base matéria seca, da *Brachiaria brizantha*, e a produção média de matéria seca total (MST), matéria seca verde (MSV) e matéria seca morta (MSM) por hectare de acordo com o período experimental.

Tabela 4. Valores médios de proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), cinzas, cálcio (Ca), fósforo (P), expressa em base matéria seca, produção média de matéria seca total (MST), matéria seca verde (MSV) e matéria seca morta (MSM) por hectare de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

	Junho	Agosto	Setembro	Média
PB (%)	6,86	5,90	5,73	6,16
DIVMS (%)	53,82	51,89	48,33	51,35
FDN (%)	67,11	69,18	69,48	69,00
NDT ¹	51,38	48,30	43,91	47,86
FDA (%)	31,91	34,85	36,14	34,30
EE (%)	3,17	3,34	3,26	3,26
CNF (%) ²	14,56	11,91	11,13	12,53
Cinzas (%)	8,30	9,67	10,40	9,46
Ca (%)	0,42	0,53	0,75	0,57
P (%)	0,11	0,12	0,11	0,11
MST (kg/ha)	7.143	5.500	3.167	5.270
MSV (kg/ha)	2.864	2.244	1.023	1.883
MSM (kg/ha)	4.279	3.476	2.144	3.387

1 - Estimado pela equação – $NDT = DIVMS - Cinzas + 1,25 EE + 1,9$ (Van Soest, 1994)

2 – $CNF = 100 - (\% PB + \% FDN + \% EE + \% Cinzas)$ (Sniffen et al., 1992).

A disponibilidade de MS dos piquetes durante o período experimental esteve acima de 2000 kg por hectare ao longo de todo o período experimental (Tabela 4), não afetando o

consumo voluntário dos animais, já valores inferiores a esse pode interferir o consumo (Minson, 1990). Hodson (1990) sugeriu o valor de 10 a 12 % do peso corporal, como sendo a oferta na qual o consumo de matéria seca de pasto é máximo. A oferta de forragem média do experimento em relação à % PV ficou em 9,84%.

O valor médio de proteína bruta encontrado na forragem de 6,16%, e ficou abaixo do preconizado para bovinos alimentados em pastagem. A forragem com teor de PB inferior a 7% não manteria o nível mínimo de 8mg/dl de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) necessário para o crescimento das bactérias celulolíticas, reduzindo assim a atividade digestiva e o consumo (Mison, 1990). Nesse caso, é essencial a suplementação proteica para aumentar a concentração de nitrogênio amoniacal no ambiente ruminal, para elevar o consumo e o aproveitamento da forragem de baixa qualidade.

Na tabela 4 pode-se observar também que à medida que diminuíram os teores de PB, NDT e DIVMS, aumentaram os de FDN e FDA, decorrente da maturação da forragem diminuindo o valor nutritivo (Van Soest, 1994). Embora a forragem seja a principal fonte energética para bovinos em pastejo, durante os períodos mais secos do ano, partes dos nutrientes tornam-se indisponíveis, pelo efeito de proteção da lignina sobre os carboidratos fibrosos, o que incorre em elevada demanda por recursos suplementares (Paulino et al., 2006).

Tabela 5. Valores médios em base da matéria seca, de consumo médio de forragem (CMSF), de suplemento (CMSS), de proteína bruta (CMPB) e de nutrientes digestíveis totais (CMNDT) (kg/cabeça/dia), de matéria seca total (CMST) em função dos diferentes tratamentos em diferentes (kg/cabeça/dia) e em porcentagem de peso vivo (%PV)

Variáveis	SM	U	O	OU
CMSF (kg/dia)	10,44 ^a	9,99 ^a	9,97 ^a	10,17 ^a
CMSS (kg/dia)	0,057	0,906	0,906	0,906
CMPB (kg/cabeça/dia)**	0,598	0,862	0,861	0,872
CMNDT (kg/cabeça/dia)**	4,584	5,049	5,039	5,128
CMST (kg/dia)	10,49 ^b	10,89 ^{ab}	10,88 ^{ab}	11,07 ^a
CMSF (% PV)	2,32 ^a	2,14 ^a	2,12 ^a	2,24 ^a
CMSS (% PV)	0,01	0,19	0,19	0,2
CMST (% PV)	2,34 ^a	2,33 ^a	2,31 ^a	2,44 ^a

** Foram usados os valores médios de PB e NDT da forragem da Tabela 4 e suplemento Tabela 2.

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem entre si estatisticamente (P>0,05), pelo teste de Tuckey. SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% Optigen®); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% Optigen®).

O consumo de matéria seca total em relação à porcentagem de peso vivo (% PV) dos grupos suplementados não se diferenciou (P>0,05), mostrando que os tipos de ureia utilizada não afetaram o consumo, podendo ser utilizado sem restrição. Os grupos suplementados também não se diferenciaram do grupo SM (P>0,05) com relação do

consumo sob % PV. Esse resultado pode ter ocorrido pelo fato da suplementação não ter oferecido um efeito associativo sobre o consumo de forragem e energia disponível da dieta, podendo haver modificação da condição metabólica ruminal e do próprio animal (Góes et al., 2005).

Zinn & Garces (2006) sugeriram que a redução do consumo de pasto é mínima até o nível de suplementação de 0,3% do peso corporal (PC) por dia e quando o consumo de suplemento aumenta para níveis acima de 0,3% do PC, o consumo de pasto é reduzido e que esse decréscimo pode ser ainda maior quando a oferta de suplemento é de 0,8% do PC, pois nesse contexto, o limite biológico de ganho de peso dos animais a pasto está próximo de ser alcançado. No experimento o consumo do suplemento ficou em 0,2% valores abaixo do dito na literatura que pode explicar a não presença da redução do pasto consumido nos animais suplementados.

Oliveira et al., (2004) estudaram o efeito da suplementação com misturas múltiplas sobre o consumo, digestibilidade e desempenho de novilhos Nelore, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, submetidos a quatro tratamentos. No tratamento um (T1), cada animal recebeu 800g/dia de suplemento contendo 7,5% de ureia como fonte de nitrogênio não proteico (NNP) + 36,40% farelo de soja; no tratamento dois (T2), recebeu 800g/dia de mistura na qual a ureia foi substituída por amiréia (23,60%) como fonte de NNP + 33,4% de farelo de soja; no tratamento três (T3) recebeu 1500g/dia de uma mistura com amiréia (16,70%) + 32,90% de farelo de soja; e no tratamento quatro (T4=controle), recebeu sal mineral. Seis animais por tratamento foram utilizados para se medir o consumo pela técnica de indicador externo (óxido crômico). Os consumos de MS em T1, T2 e T3 (8,96; 8,15; 8,89 kg/dia, respectivamente) não diferiram entre si ($P>0,05$), no entanto o consumo no T4 foi inferior (7,07 kg/dia) aos consumos de MS em T1 e T3 ($P<0,05$). Os autores concluíram que a suplementação de novilhos Nelore com misturas múltiplas em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu promoveu aumento no consumo quando comparada à suplementação apenas com mistura mineral.

Carareto (2011) não encontrou diferenças entre as fontes de N para a ingestão de MS em tourinhos Nelore, tendo resultados em kg/dia de 10,35; 10,64; 10,76; 10,47; 10,62 respectivamente para os tratamentos com 5% de farelo de soja + 0,9% de ureia, ração com 1,7% de ureia, ração com 0,5% de ureia de liberação lenta + 1,2% de ureia, ração com 1% de ureia de liberação lenta + 0,8% de ureia; ração com 1,5% de ureia de liberação lenta + 0,3% de ureia. A autora relata que o balanço de PDR e de proteína metabolizável podem interferir na ingestão de matéria seca. Em rações com deficiência de PDR pode haver limitações na fermentação ruminal e conseqüente redução no consumo (NRC, 1996), e o quando há um aumento do fluxo de proteína metabolizável para o intestino delgado pode promover aumento no consumo dos animais. Todas as rações apresentaram balanço positivo de PDR, segunda a autora, apresentando o menor valor para o tratamento de farelo de soja e maiores valores para os tratamentos onde o farelo de soja foi substituído por ureia ou ureia de liberação lenta.

Gonçalves (2006) avaliou o consumo de matéria seca (CMS) de 8 bovinos Nelore suplementados com feno de braquiária e concentrado com 40% PB como nitrogênio não proteico na quantidade equivalente a 0,6% do PV, divididos em grupos de 100% ureia,

50% ULL+ 50% ureia e 100% ULL. Os grupos avaliados não apresentaram resultado estatístico diferente quanto ao CMS (kg/dia). A autora afirma que a substituição da ureia tradicional por uma de liberação lenta não afetou a percentagem de matéria seca digestível da dieta, assim como o consumo de alimentos por bovinos, resultado similar ao encontrado no presente estudo. Dessa maneira, a ureia de liberação lenta é um produto que pode ser oferecido, sem que haja prejuízos na ingestão de nutrientes, sendo seu uso condicionado ao custo.

Miranda et al. (2007) estudou o efeito das combinações de diferentes fontes de carboidrato (CHO: milho e casca de soja) e NNP (NNP: ureia, amiréia e Optigen®) em suplementos proteínados sobre o consumo em bovinos de corte alimentados com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no consumo de matéria seca total entre os tratamentos, apresentando valores de 8,23; 8,53; 8,36; 8,47; 8,25 para casca de soja+Optigen®; casca de soja+ureia; milho+amiréia; milho+Optigen®; milho+ureia, respectivamente. Os autores afirmaram que o baixo CMS observado no estudo pode ser atribuído à baixa qualidade do feno utilizado, sendo provável que o alto teor de FDN (77,07% na MS) determinou uma limitação física do consumo, o que explica os baixos valores de CMS observados.

Lima (2010) avaliou o efeito da suplementação sobre o consumo de 20 novilhos em crescimento da raça Nelore, com peso médio inicial de 260 kg, em pastos de capim-Piatã (*Brachiaria brizantha* cv. Piatã), durante o período de transição águas-seca. Os tratamentos consistiram no fornecimento dos suplementos: sal proteínado, ofertado a 0,2% do peso vivo (0,2% PV); suplemento proteico-energético, ofertado nos níveis de 0,3 e 0,5% do peso vivo (0,3 e 0,5% PV) e do tratamento controle, sal mineral com ureia, ofertado *ad libitum*. Em relação ao tratamento controle, as demais suplementações não reduziram o consumo de forragem, apresentando valores médios para os tratamentos controle, 0,2; 0,3 e 0,5 respectivamente de 6,06; 6,56; 6,46 e 6,96 kg/dia. Esse resultado corrobora com do experimento onde a porcentagem do suplemento oferecido não foi capaz de reduzir o consumo da forragem, não se diferenciando do grupo SM.

4.2. Ganho de peso

Os valores referentes ao desempenho dos novilhos são apresentados na Tabela 6. Não houve diferença de ganho médio diário (GMD) e ganho de peso total (GPT) entre os grupos suplementados, ($P>0,05$) sendo os valores de GMD 0,327 kg, 0,316 kg, 0,286 kg, respectivamente para os tratamentos OU, U e O. O grupo SM perdeu peso durante todo o período experimental apresentando perda de -0,124 kg/dia, mostrando que a adição de fontes suplementares de energia e proteína durante o período seco do ano ajuda na manutenção de peso dos animais, proporcionando ganho de peso e dessa maneira diminuindo o tempo de permanência na fazenda.

Tabela 6. Valores médios do peso vivo inicial (PI) (kg), peso vivo final (PF) (kg), ganho de peso total (GPT) (kg/cabeça) e ganho médio diário (GMD/cabeça) (kg), de acordo com os tratamentos e coeficiente de variação (CV)

Variáveis	SM	U	O	OU	CV%
PI (kg)	451	439	447	441	5,61
PF (kg)	442	461	467	464	5,15
GPT (kg/dia)*	-8,7 ^b	22,11 ^a	20 ^a	22,9 ^a	95,11
GMD (kg/dia)*	-0,124 ^b	0,316 ^a	0,286 ^a	0,327 ^a	95,11

*Médias seguidas de letras distintas na mesma linha diferem estatisticamente ($P < 0,05$), pelo teste de Tuckey. SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% Optigen®); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% Optigen®).

Ítavo et al., (2008) avaliaram o efeito da suplementação proteica (40% PB) com amiréia ou ureia sobre o desempenho de 120 novilhos terminados em pastagens, sendo 60 Nelore e 60 F1 Brangus x Nelore, com os tratamentos divididos em mistura mineral com amiréia (AM), mistura mineral com ureia+milho+enxofre (UR) e mistura mineral (MM). Os novilhos F1 foram mais pesados ao abate e apresentaram maior ganho de peso total que os Nelores ($P < 0,05$): 513,90 e 498,65kg e 156,28 e 139,43kg, respectivamente. Houve efeito da suplementação proteica sobre o desempenho dos novilhos F1, mas não sobre o dos animais Nelore. Os novilhos F1 que receberam suplementos proteicos apresentaram maior GPT, 156,45 e 163,05kg, respectivamente, para UR e AM, enquanto o tratamento MM resultou em GPT de 149,35kg.

Os autores concluíram que os resultados sugerem que a suplementação proteica promoveu melhora das condições ruminais. O melhor desempenho no ganho de peso dos novilhos F1 frente à suplementação proteica foi justificado pelo maior potencial genético para ganho de peso em comparação com os animais Nelore (Ítavo et al., 2008).

Carareto (2011) avaliou dietas contendo farelo de soja, ureia convencional e ureia de liberação lenta (Optigen®) em rações com elevado teor de polpa cítrica. As rações eram compostas por 8% de feno de Tifton (% MS) e 92% de concentrado (65 a 69% de polpa cítrica), e foram fornecidas a 100 tourinhos Nelore com peso médio inicial de 389 kg. Os animais não apresentaram diferença significativa no GMD (kg/dia) de 1,48; 1,50; 1,49; 1,48; 1,54; respectivamente para os tratamentos: ração com 5% de farelo de soja + 0,9% de ureia, ração com 1,7% de ureia, ração com 0,5% de ureia de liberação lenta + 1,2% de ureia, ração com 1% de ureia de liberação lenta + 0,8% de ureia; ração com 1,5% de ureia de liberação lenta + 0,3% de ureia. A autora afirma não haver vantagem em substituir a ureia convencional por fonte de ureia de liberação lenta, alegando que com rações com teores elevados de carboidratos de alta degradação ruminal, a ureia convencional é utilizada com alta eficiência pelos microorganismos ruminais, suprindo quantidades adequadas de proteína metabolizável para o animal.

Tedeschi et al. (2002) realizaram um estudo com 40 animais Angus durante a fase de crescimento e terminação. Os animais receberam silagem de milho com ureia (U) ou Optigen® (O), suprimindo 50% (U₅₀ ou O₅₀) ou 100% (U₁₀₀ ou O₁₀₀) da deficiência ruminal de N como predito no modelo CNCPS, e os tratamentos com silagem de milho com mistura de U e O na proporção de suprir 50% da deficiência ruminal de N (U₂₅O₂₅), e silagem de milho sem adição de N (controle). Na fase de terminação foi acrescentado milho quebrado na dieta. Não houve diferença no desempenho entre U₁₀₀ e O₁₀₀, com GMD de 1088g, 984g respectivamente na fase de crescimento e de 1638g, 1483g respectivamente na fase de terminação. Os animais no tratamento U₅₀ tiveram um GMD maior do que os animais no tratamento O₅₀, com 852g, 674g respectivamente na fase de crescimento e 1357g, 1449g respectivamente na fase de terminação. Os autores concluíram que o desempenho animal correspondeu à suplementação de N quando o modelo CNCPS predisse uma deficiência de N ruminal. Van Soest et al., (2000) destacam que a alta fermentabilidade das fontes de carboidratos na dieta e a sobreposição de refeições que ocorre quando os animais consomem *ad libitum*, pode resultar em fermentação contínua e N suficiente para os requisitos da fermentação ruminal.

Em outro estudo, Tedeschi et al., (2002) utilizaram 120 novilhos Angus, alocados nos seguintes tratamentos: 100% U (U₁₀₀O₀), 66% U e 34% O (U₆₆O₃₄), 34% U e 66% O (U₃₄O₆₆), e 100% O (U₀O₁₀₀). Nas fases de recria e terminação não houve diferenças no GMD entre as combinações de U e O para atender 100% da deficiência de N ruminal, com exceção da U₁₀₀O₀ (1651g) apresentaram maior GMD do que U₀O₁₀₀ (1419g) na fase de terminação. Os autores concluíram que o resultado ocorreu provavelmente porque uma liberação de NH₃ mais rápida era necessário para sincronizar com o amido do milho quebrado e/ou uma maior taxa de passagem ruminal reduziu a disponibilidade de N a partir da ureia de liberação lenta quando comparada com a ureia.

A falta de resposta no desempenho dos animais quando a ureia é substituída pela de liberação lenta pode ser devido à reciclagem de N ruminal, que mantém uma concentração constante de N no rúmen, sob condições normais de fermentação. Entre 40 e 80% de nitrogênio ureico sintetizado pelo fígado é reciclado e, embora alguma parte seja reciclada para o intestino delgado, o rúmen recebe a maioria (Lampierre & Lobley, 2001). Kluth et al., (2000) relataram que até 16% da proteína microbiana pode ser fornecida pelo nitrogênio ureico. A reciclagem de N pode efetivamente minimizar o efeito da ureia de liberação lenta no N ruminal. É possível que os compostos da ureia de liberação lenta sejam removidos do rúmen antes da adaptação ruminal ocorra, devido a um rápido *turnover* ruminal (Johnson & Clemens, 1973).

Depois que a microbiota ruminal está adaptada, não há efeito da ureia de liberação lenta, pois o produto é degradado tão rapidamente como a ureia. Um importante benefício da ureia de liberação lenta é a sua toxicidade reduzida, que pode ser responsável pela maioria dos resultados obtidos no aumento do desempenho animal observado em experimentos em que os níveis de ureia eram elevados (Smith et al., 1975).

Owens et al., (1980) avaliaram a utilização da ureia de liberação lenta quanto a sua toxicidade em relação a ureia convencional. Os animais foram mantidos em jejum por 26 horas e dois animais foram realimentados com suplementos contendo 10% de ureia

convencional e três animais realimentados com suplementos contendo 10% de ureia de liberação lenta. O primeiro grupo apresentou níveis de amônia ruminal de 120 ml/dl e mostraram tremores musculares 35 minutos após a alimentação. A amônia ruminal nos animais alimentados com a ureia de liberação lenta permaneceu com valores abaixo de 35 ml/dl e não exibiram sintomas de toxicidade. Pelos níveis de amônia observada, os autores extrapolaram que a partir de uma ingestão de 900 gramas de ureia na forma de liberação lenta seria necessário para causar toxicidade. Nível tal que somente poderia ser alcançado por alguns meios não fisiológicos, tais como administração via fístula.

Oliveira et al., (2004), estudaram o efeito da suplementação com misturas múltiplas sobre o desempenho de 40 novilhos Nelore, em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu com quatro tratamentos: T1= 800gramas/dia/cabeça da mistura múltipla 1 (MM1) com ureia; T2= 800gramas/dia/cabeça da mistura múltipla 2 (MM2) com amiréia; T3= 1500gramas/dia/cabeça, da mistura múltipla 3 (MM3) com amiréia; e T4= sal mineral recria (SMR) à vontade, contendo 72 gramas de fósforo/kg da mistura. Não foram observadas diferenças entre T1, T2 e T3 quanto ao ganho de peso diário (0,435; 0,419; 0,467 kg/dia; respectivamente) ($P>0,05$), sendo diferente apenas o grupo T4 (sal mineral) com ganho de peso diário de 0,271 kg/dia. Os autores relataram que na suplementação com animais em pasto, os maiores problemas de utilização da ureia podem estar associados às suas toxicidade e baixa palatabilidade. Concluíram que a suplementação de novilhos Nelore com misturas múltiplas em pastagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu promoveu aumento no ganho de peso diário quando comparada à suplementação apenas com mistura mineral.

Os resultados obtidos no presente estudo sobre o ganho de peso indicam que a ureia de liberação lenta, embora não tenha elevado o desempenho dos animais, pode ser usada em substituição a ureia convencional, já que produziu resultados semelhantes, sendo o preço dos produtos, o principal fator determinante da escolha.

Embora a forragem seja a principal fonte energética para os bovinos em pastejo, durante o período seco do ano, partes dos nutrientes tornam-se indisponíveis, notadamente pelo efeito de proteção da lignina sobre os carboidratos fibrosos, o que incorre em elevada demanda por recursos suplementares (Van Soest, 1994; Paulino et al., 2006). Logo, a suplementação proteica tem sido frequentemente utilizada, por seus benefícios sobre o ganho de peso dos animais, principalmente em condições de baixa qualidade da forragem, como neste estudo. Esse melhor desempenho decorrente do fornecimento de suplementos proteicos é resultado da correção de deficiências da proteína e/ou nitrogênio da dieta basal.

4.3. Concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP)

Os valores da concentração de nitrogênio ureico no plasma (NUP) obtidos para cada tratamento nos diferentes tempos estão apresentados na tabela 7 e figura 1. A concentração de NUP antes do fornecimento do suplemento não diferiu entre os tratamentos. Quatro horas após a suplementação, o grupo U apresentou um pico de NUP, diferente ($P>0,05$) do tratamento SM. Oito horas após a alimentação o tratamento OU

apresentou um pico de NUP, diferente ($P>0,05$) do grupo SM. Vinte horas após, não houve diferença entre os grupos.

Na comparação dos valores nos diferentes tempos dentro de cada grupo somente o grupo U apresentou diferença quatro horas após a suplementação ($P<0,05$) em relação aos outros horários de avaliação.

Tabela 7. Valores médios da concentração de nitrogênio ureico no plasma sanguíneo (NUP) (mg/dl) nos diferentes tempos

Tempo (h)	SM	U	O	OU
0	8,52 ^{aA}	8,84 ^{aB}	8,53 ^{aA}	8,11 ^{aA}
4	9,50 ^{bA}	12,75 ^{aA}	11,06 ^{abA}	10,59 ^{abAB}
8	9,40 ^{bA}	10,89 ^{abAB}	10,95 ^{abA}	13,05 ^{aA}
20	10,61 ^{aA}	9,91 ^{aB}	10,10 ^{aA}	8,41 ^{aA}

Médias seguidas por letras minúsculas iguais na mesma linha não diferem estatisticamente ($P>0,05$) pelo teste de Tuckey. Médias seguidas por letras maiúsculas diferentes na mesma coluna diferem estatisticamente ($P<0,05$), pelo teste de Tuckey. SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% ureia de liberação lenta); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% ureia de liberação lenta).

Hammond, (1997) salientou que quando há deficiência de proteína na dieta, as concentrações de amônia ruminal são relativamente baixas e a proporção de nitrogênio reciclado que volta para o rúmen como ureia é maior, dessa forma, reduzindo os valores de NUP. Neste estudo, o perfil de NUP para o grupo O e para o grupo SM foi semelhante, enquanto as dietas com U e OU apresentaram picos mais bem definidos entre 4 e 8 horas após a alimentação (tabela 7, figura 1).

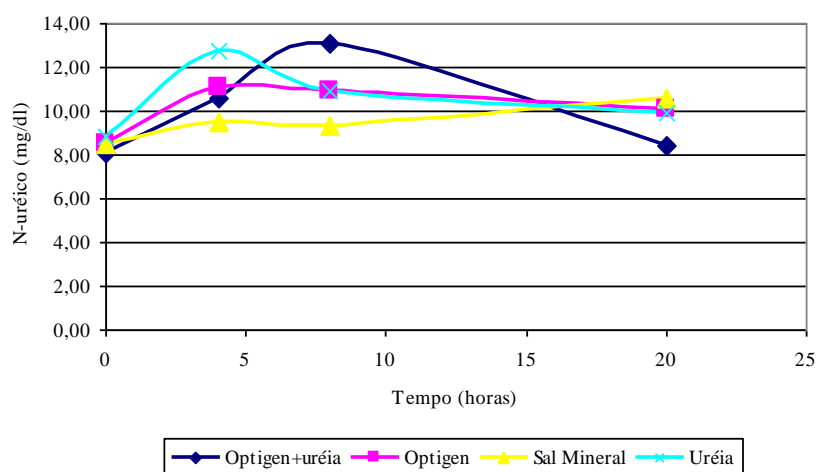


Figura 1. Concentração de nitrogênio ureico no plasma de bovinos alimentados com suplementos proteinados com Optigen®, Optigen®+ureia, ureia e sal mineral.

Valadares et al. (1997), suplementando novilhos Zebu com rações contendo 45% de concentrado, em média 62,5% de NDT e teores de proteína bruta de 7;9,5; 12 e 14,5%, verificaram valores de NUP de 8,92 mg/dl, na dieta com 7% de PB. A análise de regressão mostrou que a máxima produção microbiana correspondeu às concentrações de NUP variando de 13,52 a 15,15 mg/dl, o que provavelmente representa o limite, a partir do qual estaria ocorrendo perda de proteína. Neste estudo, em todos os tratamentos, a concentração de NUP permaneceu sempre abaixo destes valores, indicando que a atividade fermentativa ruminal não atingiu a plenitude de produção microbiana, o que indica deficiência parcial de N em todos os tratamentos.

Fialho et al. (2007a) avaliaram os efeitos das combinações entre diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não proteico (NNP) como casca de soja + Optigen®; casca de soja+ureia; milho+amiréia; milho+Optigen® e milho+ureia, em suplementos proteinados para bovinos de corte formulados para conterem 35% de PB e 35% de NDT. As concentrações de ureia variaram entre 7,90 e 10,31 mg/dl para os tratamentos casca de soja+ureia e milho+Optigen®, respectivamente. Não foi observada diferença estatística entre as médias nos tratamentos, o que, provavelmente, deve-se fato de as dietas experimentais serem isoproteicas, tratamentos com mesmo teor de PB e diferentes níveis de NNP. Os autores afirmaram que os valores de NUP também se encontram consideravelmente abaixo dos valores propostos por Valadares et al. (1997), concluindo que as dietas apresentaram deficiência de PB e, conseqüentemente, de proteína degradável no rúmen (PDR).

De acordo com Broderick (1995), a concentração elevada de ureia plasmática está relacionada à utilização ineficiente das fontes de N da dieta. A concentração de ureia plasmática está relacionada positivamente com a ingestão de nitrogênio, e é influenciada pelo teor de proteína degradada (PDR) e não degradada no rúmen (PNDR).

Um dos efeitos da ureia encapsulada que se espera em comparação à ureia comum é o poder de equilibrar as concentrações de amônia ao longo do dia e nesse caso quando se observa os valores adquiridos nos diferentes tempos do grupo O verifica-se que os valores de NUP mantiveram-se equilibrados com ausência de picos de produção do mesmo.

Os animais do experimento apresentaram ganho de peso moderado, exceto o grupo SM que perdeu peso durante toda a fase experimental toda, indicando que com nível maior de PB nos suplementos, esses animais poderiam alcançar maior ganho de peso. De acordo com Valadares Filho et al., (2006) os valores de ingestão de proteína necessários para ganhos de peso de 0,500 g/dia é de 885,20 g/dia de proteína bruta para animal de 450 kg. No caso do presente estudo o ganho médio de peso ficou por volta de 300 gramas/dia exceto o grupo SM e os animais consumiram desde 0,598 PB/dia (grupo SM) a 0,872 PB/dia (grupo OU), mostrando que para ganhos de peso maiores seria necessária uma maior ingestão de proteína.

4.4. Bioquímica urinária

Os valores da concentração de ureia, creatinina, ácido úrico e alantoína avaliados na urina estão apresentados na tabela 8. A substituição tanto parcial como total da ureia pelo Optigen® não causou efeito no teor de ureia, volume urinário, concentração de ácido úrico, alantoína e creatinina para os animais suplementados.

Tabela 8. Médias e coeficiente de variação (CV) em porcentagem dos valores de ureia (mg/kg PV), creatinina (mg/kg PV), dos valores médios estimados para ácido úrico (mg/dl; mmol/dia), alantoína (mmol/dia) e volume urinário (L/dia) para os animais que apresentavam peso médio de 458,60 kg

Variáveis	SM	U	O	OU	CV(%)
Ácido Úrico (mg/dl)	14,92 ^a	28,50 ^a	22,01 ^a	15,74 ^a	42,81
Ácido Úrico (mmol/dia)	9,41 ^a	23,35 ^a	18,66 ^a	19,95 ^a	61,12
Alantoína (mmol/dia)	203,53 ^a	260,10 ^a	259,19 ^a	325,29 ^a	33,57
Creatinina (mg/kg PV)	25,48 ^a	27,54 ^a	28,26 ^a	27,42 ^a	4,81
Ureia (mg/kg PV)	25,71 ^b	60,99 ^a	79,47 ^a	51,28 ^{ab}	23,09
Urina L/dia*	9,98 ^b	19,12 ^a	17,32 ^a	20,44 ^a	14,86

Médias comparadas pelo Teste Tuckey (P=0,05)

*Média comparada pelo Teste de Tuckey (P=0,07)

SM: Suplemento Mineral (sal mineral, 0% de ureia); U: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% de ureia); O: Suplemento Mineral Proteico (energético com 6% ureia de liberação lenta); OU: Suplemento Mineral Proteico (energético com 3% ureia + 3% ureia de liberação lenta).

No presente estudo, a excreção de ureia do grupo SM foi menor em relação aos grupos U e O (P<0,05), esse resultado pode ter ocorrido pelo fato do grupo SM não ter sido suplementado, dessa maneira havia uma menor oferta de proteína gerando uma reciclagem de nitrogênio maior e uma diminuição da excreção de nitrogênio na forma ureia para tentar suprir os requisitos de proteína do animal (Van Soest, 1994).

Fialho et al. (2007a) avaliaram os efeitos das combinações de diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não proteico (NNP) como casca de soja+Optigen®; casca de soja+ureia; milho+amiréia; milho+ Optigen® e milho+ureia em suplementos proteinados para bovinos de corte com peso médio de 721 kg. Os autores encontraram uma concentração de ureia na urina dos animais de 53,15 a 91,09 mg/kg PV/dia para os tratamentos e afirmaram que apesar da grande variação numérica entre os resultados, não foi observada diferença significativa entre os tratamentos, provavelmente devido ao elevado coeficiente de variação dos resultados (CV= 44,02%).

Valadares et al. (1997) estudando novilhos zebuínos recebendo dietas contendo 7; 9,5; 12 e 14,5% de PB, observaram efeito do nível de PB da dieta sobre a excreção de ureia na urina, de 27,13 mg/kg PV para a dieta com 7% de PB; 97,61 mg/kg PV para a dieta com 9,5% de PB; 21,17 mg/kg PV para a dieta com 12% de PB e 39,81 mg/kg PV para o nível

de 14,5% de PB. Quando as excreções de N total, N-ureia e ureia foram relacionados à porcentagem de PB da dieta, observou-se que estas variáveis aumentaram com a PB da dieta. Os autores afirmam que à medida que aumenta a %PB da ração, maior é o percentual do N total excretado na forma de N-ureia e relataram que a reabsorção de ureia não é um percentual constante da fração filtrada, possibilitando maior conservação de ureia em situações de baixa ingestão e maior excreção em condições de alta ingestão de proteína.

Os valores encontrados de creatinina não foram diferentes ($P > 0,05$) entre os tratamentos. Orskov & Macleod (1982) afirmaram que a excreção urinária de creatinina é pouco afetada pelo teor de compostos nitrogenados da dieta, sendo proporcional ao peso corporal.

Valadares et al., (1997), encontraram valores de creatinina de 23,40 mg/kg PV para a dieta com 7% de PB; 22,57 mg/kg PV para a dieta com 9,5% de PB; 24,19 mg/kg PV para a dieta com 12% de PB e 26,01 mg/kg PV para o nível de 14,5% de PB.

Leal et al. (2007) estimaram as variações nas excreções diárias de creatinina na urina utilizando coletas durante seis dias consecutivos em quatro animais, bovinos machos castrados, mestiço Holandês-Zebu, suplementados com dois níveis de ureia em substituição ao farelo de soja: 0 e 100%; e dois níveis de oferta de concentrado: 0,75 e 1,25% do PV). O volumoso era constituído de silagem de capim-elefante (80%) e silagem de sorgo (20%), fornecido à vontade. Houve efeito da interação ($P < 0,05$) níveis de oferta de concentrado \times níveis de inclusão de ureia para a excreção urinária de creatinina. Dentro de cada nível de oferta de concentrado, as excreções de creatinina não variaram com a presença de ureia. Contudo, dentro de cada nível de ureia utilizado, as excreções de creatinina não diferiram ($P > 0,05$) na ausência de ureia (0%), nos níveis de 0,75 e 1,25% de concentrado. Os autores afirmaram que em animais em crescimento, a porcentagem de tecido muscular varia de acordo com o peso animal e, conseqüentemente, a excreção de creatinina em mg/kg de peso pode ser alterada. Animais adultos possuem menor variação na composição corporal e, portanto, a excreção de creatinina em relação ao peso vivo pode se tornar menos variável.

O ácido úrico e a alantoína são catabólitos da degradação das purinas, provenientes dos ácidos nucleicos (Ortolani, 2002). Seus limiares de excreção renal são muito baixos sendo com facilidade excretada na urina. Nos ruminantes, cerca de 85% ou mais das purinas são oriundas dos ácidos nucleicos dos microorganismos ruminais digeridos no abomaso e intestino delgado e absorvidos neste último órgão. Portanto, a alantoína e o ácido úrico são indicadores indiretos da quantidade de microorganismos presentes no órgão, os quais aumentarão em número de acordo com a qualidade nutricional e a ingestão de alimentos pelo ruminante (Puchala & Kulasek, 1992).

Dias et al. (2008), encontraram valores de 16,33 mmol/dia de ácido úrico na análise spot da urina de quatro novilhas mestiças Holandês-Zebu mantidas em regime de confinamento com dieta à base de feno de capim-Tifton (*Cynodon* spp.), oferecido *ad libitum*, e 1 kg de concentrado (27% PB). Fialho et al., (2007b) observou excreção urinária média de ácido úrico de 7,74 a 12,21 mmol/dia. No presente experimento esses valores variam entre 9,41 a 23,35 mmol/dia e não diferiram entre os tratamentos, indicando não ter

havido efeito da suplementação nitrogenada nas proporções estudadas sobre a produção microbiana ruminal.

Oliveira et al., (2001) analisaram 16 vacas Holandesas, recebendo rações isoproteicas formuladas para conter 60% de silagem de milho e 40% de concentrado na base da MS. Foram utilizados níveis crescentes de ureia no concentrado: 0; 0,7; 1,4; e 2,1%. Os autores relataram que a excreção estimada de ácido úrico não diferiu para os tratamentos com diferentes teores de NNP na dieta, apresentando valor médio de 29,32 mmol/ dia. Entretanto, a excreção obtida de ácido úrico decresceu 1,4041 mmol/dia para cada 1% de aumento de NNP na dieta.

A excreção de alantoína na urina tem sido usada como um marcador para estimar a síntese de proteína microbiana (Puchala & Kulasek, 1992). No presente estudo, os valores de excreção de alantoína não diferiram ($P>0,05$) entre os tratamentos, indicando que os compostos nitrogenados utilizados não alteraram a produção de proteína microbiana.

Fialho et al. (2007b) não encontrou diferenças entre os tratamentos avaliados com casca de soja + Optigen®, casca de soja + ureia, milho + amiréia, milho + Optigen® e milho + ureia, para as excreções dos derivados de purina, volume urinário e a síntese de proteína microbiana, resultados semelhantes obtidos pelo presente estudo. Os autores concluíram que as fontes de NNP não foram suficientes para influenciar a produção de N microbiano, o que provavelmente ocorreu também neste estudo, e a casca de soja não diferiram do milho em relação à produção de nitrogênio microbiano, demonstrando a possibilidade da substituição do amido do milho pela pectina da casca de soja como carboidrato nestes suplementos proteinados.

Leal et al., (2007) encontraram valores de alantoína de 177,3; 203,0; 203,8; 176,5 mmol/dia para os animais tratados com dietas compostas de 0,75%; 1,25% de concentrado e 0%; 100% de ureia respectivamente, para machos mestiços Holandês-Zebu. Os autores relataram que a excreção de alantoína refletiu a excreção de purinas totais e foi afetada pelo nível de oferta de concentrado e pelo nível de ureia no concentrado e os animais que consumiram mais nutrientes apresentaram maior síntese ruminal de proteína microbiana.

A ausência de efeito dos tratamentos sobre a síntese de proteína microbiana estimada pela excreção diária de alantoína na urina pode ter ocorrido por causa da extensa reciclagem de nitrogênio nos animais causando ausência de resposta em função digestiva à atuação sobre o sincronismo entre a digestão de proteína e a de carboidratos (Galo et al., 2003).

CONCLUSÃO

A substituição tanto parcial como total da ureia pelo Optigen® não causou efeito na concentração de alantoína, indicando que os compostos nitrogenados utilizados não alteraram a produção de proteína microbiana por causa da extensa reciclagem de nitrogênio causando ausência de resposta sobre o sincronismo entre a digestão de proteína e a de carboidratos.

Os resultados obtidos indicaram que a ureia de liberação lenta mesmo não tendo elevado o desempenho dos animais, pode ser usada em substituição à ureia convencional, já que produziu resultados semelhantes, sendo o preço dos produtos, o principal fator determinante da escolha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D.C. *Ureia de Liberação Lenta em Dietas para Vacas Leiteiras Mestiças em Pasto ou Confinadas*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010, 48p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

AGRITEMPO. Disponível em: <http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>. Acessado dia: 02/12/2011.

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

BARBOSA, A.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Efeito do período de coleta de urina, dos níveis de concentrado e de fontes proteicas sobre a excreção de creatinina, de ureia e de derivados de purina e a produção microbiana em bovinos Nelore. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.3, p.870-877, 2006.

BLAXTER, K.L. *The Energy Metabolism of Ruminants*. London: Hutchinson, 1962, 329 p.

BRODERICK, G.A. Use of milk urea as an indicator of nitrogen utilization in lactating dairy cow. Washington: US Dairy Forage Research Center/ Agricultural Research Service, 1995. 122p.

CAMPLING, R.C.; FREER, M.; BALCH, C.C. Factors affecting the voluntary intake of food by cows. 3. The effect of urea on the voluntary intake of oat straw. *Brit. J. Nutr.*, v.16, p.115-124, 1962.

CARARETO, R. *Fontes de Nitrogênio, Níveis de Forragem e Métodos de Processamento de Milho em Rações para Tourinhos da Raça Nelore Terminados em Confinamento*. Piracicaba, SP: Universidade de São Paulo, 2011. 106p. Dissertação (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2011.

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

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.

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

CHERDTHONG, A.; WANAPAT, M. Development of Urea Products as Rumen Slow-Release Feed for Ruminant Production: A Review. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v.4, n.8, p.2232-2241, 2010.

CHURCH, D.C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Englewood Cliffs: O e Books Inc. 1988. 564p.

CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; et al. Níveis de proteína bruta em suplementos múltiplos para terminação de novilhos mestiços em pastejo durante a época seca: desempenho produtivo e características de carcaça. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, p.169-180, 2004.

EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P. et al. Desempenho de novilhos F1Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, p.470-481, 2001.

DIAS, M.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E.; et al. Técnicas para estimativa da digestibilidade e produção microbiana em bovinos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.37, n.3, p.504-512, 2008.

FIALHO, M.P.F.; MIRANDA, P.A.B.; SALIBA, E.O.S.; et al. *Síntese de proteína microbiana em bovinos suplementados com proteinados combinando diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não proteico*. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA. Londrina, Paraná. *Anais... Zootec*, p. 1-6, 2007b.

FIALHO, M.P.F.; MIRANDA, P.A.B.; SALIBA, E.O.S.; et al. *Concentração de ureia no plasma e na urina de bovinos suplementados com proteinados combinando diferentes fontes de carboidratos e nitrogênio não proteico*. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia. Londrina, Paraná. *Anais... Zootec*, p. 1-5, 2007a.

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. *J. Agric. Sci.*, v.109, p.7-12, 1987.

GALO, E.; EMANUELE, S.M.; SNIFFEN, C.J.; WHITE, J.H.; KNAPP, J.R. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.86, n.6, p.2154-2162, 2003.

GÓES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de novilhos mestiços em pastagens de *Brachiaria brizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Desempenho animal. *Rev.Bras. Zooc.*, v.34, n.5, p.1740-1750, 2005.

GONÇALVES, A.P. *Uso de ureia de liberação lenta em suplementos proteico-energéticos fornecidos a bovinos recebendo forragens de baixa qualidade*. Pirassununga, SP: Universidade de São Paulo, 2006. 82p.. Dissertação (Mestrado em Medicina Veterinária) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, 2006.

GUIMARÃES JÚNIOR, R.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; et al. *Ureia na Alimentação de Vacas Leiteiras*. Planaltina, DF : Embrapa Cerrados, 2007. 33p.

HAMMOND, A. C. *Update on BUN and MUN as a guide for protein supplementation in cattle*. In: FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 1997. Disponível em <http://dairy.ifas.ufl.edu/rns/1997/frns1997.pdf>. Acesso em 11/01/2012.

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

HODGSON, J. *Grazing management: science into practice*. Longman Scientific e Technical, 203p, 1990.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. *Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminant*. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE. 1999, Raleigh. Proceeding...Raleigh: ASAS, 1999. p.01-11.

ÍTAVO, L.C.V.; TOLENTINO, T.C.P.; ÍTAVO,C.C.B.F.; et al. Consumo, desempenho parâmetros econômicos de novilhos Nelore e F1 Brangus x Nelore terminados em pastagens, suplementados com mistura mineral e sal nitrogenado com ureia ou amiréria. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.60, n.2, p.419-427, 2008.

JOHNSON, R.R.; CLEMENS, E.T. Adaptation of rumen microorganisms to biuret as an NPN supplement to low quality roughage rations for cattle and sheep. *J. Nutr.*, v.103, p.494–502, 1973.

KABEYA, K.S.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E. et al. Suplementação de novilhos mestiços em pastejo na época de transição água-seca: desempenho produtivo, características físicas de carcaça, consumo e parâmetros ruminais. *Rev. Bras. Zootec.*,v.31, p.213-222, 2002.

KLUTH, H.; GABEL, M.; VOIGT, J.; et al. The use of endogenous nitrogen for microbial crude protein synthesis in the rumen of growing bulls. *J. Anim. Physiol. A. Anim. Nutr.*, v.84, p.136–147, 2000.

LAMPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. *J. Dairy Sci.*, Champaign, v.84, p.223-236, 2001. (supplement).

LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADADES FILHOS, S.C.; et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.4, p.896-904, 2007.

LIMA, J.B.M.P. *Suplementação de Novilhos Nelore no Período de Transição Águas-Seca em Pastagens de Capim-Piatã Diferidas*. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010. 173p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais 2010.

MACITELLI, F.; BERCHIELLI, T.T.; MORAIS, J.A.S.; et al. Desempenho e rendimento de carcaça de bovinos mestiços alimentados com diferentes volumosos e fontes proteicas. *Rev. Bras. Zootec.*, v.36, n.6, p.1917-1926, 2007.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de ureia e excreções de ureia em novilhos alimentados com diferentes níveis de ureia ou casca de algodão. *Rev. Bras. Zootec.*, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.

MELO, A.A. *Desempenho e Eficiência Econômica de Novilhos em Pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu na Transição Água/Seca Submetidos a Diferentes Regimes Alimentares*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2011.

MINSON, D.J. *Forage in ruminant nutrition*. New York: Academic, 1990. 483p.

MIRANDA, P.A.B.; FIALHO, M.P.F.; SALIBA, E.O.S.; et al. *Diferentes combinações de fontes de carboidrato e nitrogênio não proteico em proteinados sobre o consumo de bovinos*. In: XVII Congresso Brasileiro de Zootecnia, 2007, Londrina, Paraná. *Anais... Zootec*, p.1-6, 2007.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; et al. Níveis de Suplementação com Sal Mineral Proteinado para Novilhos Nelore Terminados em Pastagem no Período de Baixa Produção Forrageira. *Rev. Bras. Zootec.*, v.33, n.6, p.1814-1821, 2004 (Supl. 1).

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington National Academy, 1996. 242p.

NOCEK, J.E.; RUSSELL, J.B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. Dairy Sci.*, v.71, p.2070-2107, 1988.

OLIVEIRA, L.O.F.; SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; et al. Consumo e digestibilidade de novilhos Nelore sob pastagem suplementados com misturas múltiplas. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.56, n.1, p.61-68, 2004.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de ureia em vacas lactantes alimentadas com rações isoproteicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.5, p.1621-1629. 2001.

OLSON, K.C.; CATON, J.S.; KIRBY, D.R. et al. Influence of yeast culture supplementation and advancing season on steers grazing mixed-grass prairie in the northern great plains: II. Ruminal fermentation, site of digestion and microbial efficiency. *J. Anim. Sci.*, v.72, n.8, p.2158-2170, 1994.

ORTOLANI, E.L. *Diagnóstico de Doenças Nutricionais e Metabólicas por Meio de Exames de Urina em Ruminantes*. In: Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de fluídos corporais (sangue, leite e urina). Anais do curso realizado no 29º Congresso Nacional de Medicina Veterinária. Gramado, Rio Grande do Sul, Brasil, outubro, 2002.

ØRSKOV, E.R.; MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and its physiological and practical implications. *British Journal Nutrition*, v.47, n.3, p.625-636, 1982.

OWENS, F.N.; LUSBY, K.S.; MIZWICKI, K.; et al. Slow Ammonia Release from Urea: Rumen and Metabolism Studies. *J. Anim. Sci.*, v.50, p.527-531, 1980.

PAIXÃO, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; et al. Ureia em dietas para bovinos: consumo, digestibilidade dos nutrientes, ganho de peso, características de carcaça e produção microbiana. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.6, p.2451-2460, 2006.

PAULINO, M.F.; DE MORAES, E.H.B.K.; ZERVOUDAKIS, J.T.; et al. Terminação de novilhos mestiços leiteiros sob pastejo, no período das águas, recebendo suplementação com soja. *Rev. Bras. Zootec.*, v.35, n.1, p.145-158, 2006.

PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIRANDA, L.F.; et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 26, n. 1, p. 125-134, jan./mar. 2005.

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

PINOS-RODRÍGUEZ, M.; PEÑA, L.Y.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, S.S.; et al. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. *Italian Journal of Animal Science*, v. 9, e.4, 2010.

PUCHALA, R., KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. *Can. J. Anim. Sci.*, v.72, p.821-830, 1992.

REIS, R.A.; RUGGIERI, A.C.; CASAGRANDE, D.R.; et al. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. *R. Bras. Zootec.*, v.38, p.147-159, 2009 (supl. especial).

RENNÓ, L.N. *Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de ureia e creatinina em novilhas alimentadas com dietas contendo quatro níveis de ureia ou dois níveis de proteína*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2003.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I.; et al. Estimativa da Produção de Proteína Microbiana pelos Derivados de Purinas na Urina em Novilhos. *Rev. Bras. Zootec.* v.29, n.4, p.1223-1234, 2000a.

RENNÓ, L.N.; VALADERES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Concentração Plasmática de Ureia e Excreções de Ureia e Creatinina em Novilhos. *Rev. Bras. Zootec.*, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000b.

RODRIGUEZ, N.M.; SALIBA, E.O.S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. *Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. (CD-ROM).

ROSELER, D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J.; et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. *J. Dairy Sci*, v.76, n.2, p.525-534, 1993.

RUSSELL, J.B.; MUCK, R.E.; WEIMER, P.J. *Quantitative analysis of cellulose degradation and growth of cellulolytic bacteria in the rumen*. FEMS Microbiol. Ecol., 67: 183-197, 2009.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SALIBA, E.O.S. *Uso de Indicadores: Passado, presente e futuro*. In: TELECONFERÊNCIA SOBRE INDICADORES EM NUTRIÇÃO ANIMAL, 1., 2005, Belo Horizonte: *Anais...* Belo Horizonte – MG: Escola de Veterinária da UFMG, 2005. p.04-22.

SANTOS, J.F. *Resposta de Vacas Leiteiras à Substituição Parcial de Farelo de Soja por Ureia Encapsulada*. Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras, 2009. 80p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, 2009.

SANTOS, F.A.P. *Metabolismo de Proteínas*. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). *Nutrição de Ruminantes*. Jaboticabal: Fundep, 2006. p.255-286.

SAS INSTITUTE INC. *SAS/STAT User's guide. Version 8*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1999.

SEIXAS, J.R.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; ARAÚJO, W.A.; et al. Desempenho de Bovinos Confinados Alimentados com Dietas à Base de Farelo de Algodão, Ureia ou Amiréia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, n.2, p.432-438, 1999.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Ureia para vacas em lactação. 2. Estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de ureia. *Rev. Bras. Zootec.*, v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.

SILVA, F.F.; FIRMINO DE SÁ, J.; SCHIO, A.R.; et al. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Rev. Bras. Zootec.*, v.38, p.371-389, 2009 (supl. especial).

SISVAR , Versão 5.0, DEX/UFLA, Lavras, MG, 2007.

SMITH, R.H., SALTER, D.N., SUTTON, J.D.; et al. Synthesis and digestion of microbial nitrogen compounds and VFA production by the bovine. Tracer studies on non-protein nitrogen for ruminants. *International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria*. v.2, p. 81–93, 1975.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. 2. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TAYLOR-EDWARDS, C.C.; HIBBARD,G.; KITTS, S.E.; et al. Effects of slow-release urea on ruminal digesta characteristics and growth performance in beef steers. *J. Anim. Sci.*, v.87, p.200-208, 2009.

TEDESCHI, L.O.; BAKER, M.J.; KETCHEN, D.J.; et al. Performance of growing and finishing cattle supplemented with a slow-release urea product and urea. *Canadian Journal of Animal Science*, v.82, p.567-573, 2002.

TEIXEIRA, J. C. *Nutrição de ruminantes*. Lavras, MG: Edições FAEPE, 1992. 239 p.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. *Journal British of Grassland Society*, v.18, p.104-111, 1963.

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; et al. *Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos*. 1ed. Viçosa, MG: UFV/DZO, 2006.

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

VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C.; et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e ureia plasmática e excreções de ureia e creatinina. *R. Bras. Zootec.*, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

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

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fibre, neutral detergent fibre, and non-starch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* v. 74, p.3583-3597, 1991.

ZINN, R.A.; GARCES, P. *Supplementation of beef cattle raised on pasture: biological and economical considerations*. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE. Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa, MG: UFV; DZO, 2006, p.1-14.

ANEXOS

Tabela 9. Resumo da análise de variância para a variável ganho de peso médio diário (GMD) para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	0,464	13,699
Erros	33	0,034	
Total	36		

Tabela 10. Resumo da análise de variância para a variável ganho de peso médio total (GPT) para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	2.272,430	13,699
Erros	33	165,875	
Total	36		

Tabela 11. Resumo da análise de variância para a variável consumo de matéria seca total (CMST) para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	0,295	4,785
Erros	16	0,062	
Total	19		

Tabela 12. Resumo da análise de variância para a variável nitrogênio ureico no plasma para as diferentes suplementações e em diferentes tempos.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Grupo	3	8,08	0,781
Erro 1	36	10,35	
Tempo	3	58,49	12,448
Grupo + Tempo	9	14,21	3,024
Erro 2	108	4,69	
Total	159		

Tabela 13. Resumo da análise de variância para a variável volume urinário para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	80,407	2,712
Erros	20	29,654	
Total	23		

Tabela 14. Resumo da análise de variância para a variável creatinina urinária para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	7,118	4,956
Erros	20	1,436	
Total	23		

Tabela 15. Resumo da análise de variância para a variável ureia urinária para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	910,887	1,510
Erros	20	603,180	
Total	23		

Tabela 16. Resumo da análise de variância para a variável ácido úrico urinário para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	143,209	1,095
Erros	20	130,824	
Total	23		

Tabela 17. Resumo da análise de variância para a variável alantoína para as diferentes suplementações.

Fonte de Variação	Graus Liberdade	Quadrado Médio	F
Suplementações	3	9976,738	0,847
Erros	20	11780,89	
Total	23		

Tabela 18. Valor do consumo de matéria seca de total diária (CMST) por animal. Animal= no. do animal do tratamento; Tratamento (SM, O, U, OU).

Animal	Tratamento	CMST (kg/dia)	CMST (%pv)
34	SM	10,49	2,14
35	SM	10,88	2,39
31	SM	10,04	2,23
36	SM	10,86	2,39
40	SM	10,22	2,55
55	U	10,78	2,48
49	U	10,93	2,28
46	U	10,74	2,44
52	U	11,09	2,22
48	U	10,93	2,25
11	OU	10,86	2,36
4	OU	10,96	2,36
2	OU	10,98	2,49
3	OU	11,27	2,42
7	OU	11,31	2,57
25	O	10,70	2,23
19	O	10,86	2,17
18	O	10,64	2,22
21	O	11,03	2,44
20	O	11,17	2,51

Tabela 19. Valor do Peso Inicial (kg); GPT (ganho de peso médio total); GMD (ganho de peso médio diário), dos animais nos tratamentos OU, SM, O, U.

Animal	Peso Inicial (kg)	Tratamento	GPT (kg)	GMD (kg)
31	450	SM	0	0,00
32	480	SM	-30	-0,43
33	402	SM	1	0,01
34	499	SM	-9	-0,13
35	468	SM	-13	-0,19
36	464	SM	-9	-0,13
37	465	SM	-5	-0,07
38	445	SM	-15	-0,21
39	412	SM	13	0,19
40	420	SM	-20	-0,29
46	425	O	15	0,214
47	430	O	30	0,429
48	465	O	20	0,286
49	473	O	7	0,100
50	410	O	35	0,500
51	415	O	35	0,500
52	473	O	27	0,386
54	430	O	25	0,357
55	430	O	5	0,071
1	432	OU	23	0,329
2	434	OU	6	0,086
3	432	OU	33	0,471
4	445	OU	20	0,286
7	430	OU	10	0,143
9	415	OU	25	0,357
10	448	OU	57	0,814
11	440	OU	20	0,286
12	438	OU	29	0,414
13	499	OU	6	0,086
17	465	O	25	0,357
18	447	O	33	0,471
19	485	O	15	0,214
20	443	O	2	0,029
21	445	O	8	0,114
23	420	O	40	0,571
24	448	O	22	0,314
25	465	O	15	0,214

Tabela 20. Valor de nitrogênio ureico por animal nos diferentes tratamentos (OU, O, SM, U) e tempos (0, 4, 8, 20).

Tempo	Grupo	Animais	N-Ureico
0	OU	1	9,17672
0	OU	2	8,52754
0	OU	3	5,97936
0	OU	4	6,95523
0	OU	7	6,88289
0	OU	9	12,83098
0	OU	10	8,30493
0	OU	11	6,29065
0	OU	12	9,36014
0	OU	13	6,81009
0	O	17	9,27893
0	O	18	8,09725
0	O	19	9,50201
0	O	20	7,78596
0	O	21	9,84130
0	O	23	9,63362
0	O	24	5,27371
0	O	25	9,40541
0	O	26	8,71982
0	O	27	7,84803
0	SM	31	6,70601
0	SM	32	6,78908
0	SM	33	12,02826
0	SM	34	10,98332
0	SM	35	6,41526
0	SM	36	14,09107
0	SM	37	8,05571
0	SM	38	7,97964
0	SM	39	6,04190
0	SM	40	6,16651
0	U	46	10,31874
0	U	47	4,83735
0	U	48	5,35678
0	U	49	10,02798
0	U	50	11,27361
0	U	51	13,21788
0	U	52	6,43673
0	U	54	9,96591
0	U	55	7,76495
0	U	59	9,21826

Tempo	Grupo	Animais	N-ureico
4	OU	1	10,40181
4	OU	2	11,68897
4	OU	3	10,40181
4	OU	4	7,70288
4	OU	7	8,09725
4	OU	9	10,71310
4	OU	10	12,51969
4	OU	11	9,90337
4	OU	12	11,41922
4	OU	13	13,11614
4	O	17	11,04539
4	O	18	7,03830
4	O	19	13,26875
4	O	20	11,50229
4	O	21	16,09042
4	O	23	9,55055
4	O	24	12,43662
4	O	25	11,27361
4	O	26	8,88597
4	O	27	9,52955
4	SM	31	7,41213
4	SM	32	12,37408
4	SM	33	13,97300
4	SM	34	5,31525
4	SM	35	10,27720
4	SM	36	9,63362
4	SM	37	8,20085
4	SM	38	9,32233
4	SM	39	11,68663
4	SM	40	6,85162
4	U	46	10,65103
4	U	47	14,82426
4	U	48	12,27048
4	U	49	9,34287
4	U	50	14,49197
4	U	51	12,76565
4	U	52	11,17000
4	U	54	13,01766
4	U	55	12,85152
4	U	59	16,19449

Tempo	Grupo	Animais	N-Ureico
8	OU	1	14,36736
8	OU	2	8,49161
8	OU	3	12,29801
8	OU	4	17,20630
8	OU	7	9,38534
8	OU	9	14,64085
8	OU	10	12,19767
8	OU	11	12,84545
8	OU	12	14,71505
8	OU	13	14,38183
8	O	17	5,64520
8	O	18	10,73550
8	O	19	7,55167
8	O	20	10,06859
8	O	21	11,01319
8	O	23	12,21634
8	O	24	14,08547
8	O	25	11,05006
8	O	26	15,69605
8	O	27	11,49435
8	SM	31	9,65795
8	SM	32	11,55549
8	SM	33	11,47569
8	SM	34	8,10705
8	SM	35	5,42305
8	SM	36	10,84657
8	SM	37	6,10817
8	SM	38	12,17900
8	SM	39	11,56856
8	SM	40	7,08917
8	U	46	6,99677
8	U	47	15,86267
8	U	48	7,79249
8	U	49	9,05118
8	U	50	10,36541
8	U	51	14,93720
8	U	52	9,93931
8	U	54	16,17722
8	U	55	7,40046
8	U	59	10,45781

Tempo	Grupo	Animais	N-Ureico
20	OU	1	8,29233
20	OU	2	9,55102
20	OU	3	8,75483
20	OU	4	7,36686
20	OU	7	10,16146
20	OU	9	9,05118
20	OU	10	9,53235
20	OU	11	7,34819
20	OU	12	9,04371
20	OU	13	5,01609
20	O	17	11,45282
20	O	18	8,34693
20	O	19	8,16258
20	O	20	11,23534
20	O	21	8,10705
20	O	23	9,05118
20	O	24	12,41982
20	O	25	9,69849
20	O	26	11,28667
20	O	27	11,32028
20	SM	31	11,08815
20	SM	32	13,61831
20	SM	33	13,11147
20	SM	34	10,23893
20	SM	35	7,82283
20	SM	36	14,88586
20	SM	37	7,51900
20	SM	38	9,54635
20	SM	39	11,96245
20	SM	40	6,35319
20	U	46	6,09977
20	U	47	14,37856
20	U	48	8,07624
20	U	49	7,11344
20	U	50	11,86118
20	U	51	13,17914
20	U	52	6,94450
20	U	54	11,21900
20	U	55	7,95817
20	U	59	12,35122

Tabela 21. Valor da bioquímica urinária por animal nos diferentes tratamentos (OU, O, SM, U).

Tratamento	Animais	Volume urinário (L/dia)	Ácido Úrico (mg/dl)	Ácido Úrico (mmol/dia)	Alant (mmol/dia)	Creat. mg/kg Pv	Ureia mg/kg Pv
OU	3	19,12355556	16,70	19,00972487	252,5014229	28,14723466	52,12450862
OU	7	24,4288	27,02	39,28965333	458,0755009	26,63394247	59,36705777
OU	9	20,35733333	4,85	5,876968254	336,5544853	26,63394247	52,91276571
OU	12	17,88126897	11,69	12,44238299	394,8204496	28,26829803	40,74533992
O	17	19,432	24,30	28,107	407,4999244	29,66052684	63,5582718
O	18	19,03542857	6,53	7,398889796	230,2169965	29,05520997	97,54249061
O	20	16,47093333	22,22	21,78477016	436,7816021	26,93660091	82,60557612
O	21	14,37174857	30,50	26,09156735	237,598725	27,42085441	74,19299749
SM	33	13,9841	19,35	16,10668661	169,1255592	24,39427004	31,5905797
SM	37	7,094222222	12,30	5,193984127	156,6412324	27,84457622	20,57714183
SM	40	8,8832	13,11	6,932068571	284,8495315	24,21267497	24,9777955
U	49	19,03542857	30,76	34,85296327	187,9753458	29,05520997	50,92963233
U	50	19,00492308	30,76	34,79710916	440,7178379	26,93660091	61,06320221
U	51	20,82	15,20	18,83714286	298,0016454	27,23925934	45,39876557
U	59	17,64742857	27,17	28,54051395	193,8495753	26,93660091	86,58193149

