

PEDRO DEL BIANCO BENEDETI

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM
DIETAS DE TERMINAÇÃO PARA BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título
de *Magister Scientiae*.

**VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2012**

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

B462s
2012

Benedeti, Pedro Del Bianco, 1985-

Substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta em dietas de terminação para bovinos de corte / Pedro Del Bianco Benedeti. – Viçosa, MG, 2012.

x, 45f. : il. (algumas col.) ; 29cm.

Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Nutrição. 2. Nitrogênio na nutrição animal. 3. Bovino de corte - Alimentação e rações. 4. Amônia na nutrição animal. 5. Rúmen. 6. Uréia como ração. 7. Ração - Aditivos. 8. Rúmen - Análise. 9. Farelo de soja como ração. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

PEDRO DEL BIANCO BENEDETI

**SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM
DIETAS DE TERMINAÇÃO PARA BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à
Universidade Federal de Viçosa,
como parte das exigências do
Programa de Pós-Graduação em
Zootecnia, para obtenção do título de
Magister Scientiae.

APROVADA: 15 de fevereiro de 2012.



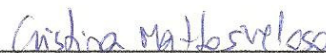
Sebastião de Campos Valadares Filho
(Coorientador)



Marcos Inácio Marcondes
(Coorientador)



Rilene Ferreira Diniz Valadares



Cristina Mattos Veloso



Pedro Veiga Rodrigues Paulino
(Orientador)

“Os ventos que as vezes tiram algo que amamos, são os mesmos que trazem algo que aprendemos a amar... Por isso não devemos chorar pelo que nos foi tirado e sim, aprender a amar o que nos foi dado. Pois tudo aquilo que é realmente nosso, nunca se vai para sempre...”

Bob Marley

“Não é nossa função controlar todas as marés do mundo, mas sim fazer o que pudermos para socorrer os tempos em que estamos inseridos, erradicando o mal dos campos que conhecemos, para que aqueles que viverem depois tenham terra limpa para cultivar.”

John Ronald Tolkien

“A vida é uma peça de teatro que não permite ensaios. Por isso, cante, chore, dance, ria e viva intensamente, antes que a cortina se feche e a peça termine sem aplausos.”

Charles Chaplin

AGRADECIMENTOS

À Deus, por todas as dádivas à mim concedidas, principalmente minha família e por ter sempre posto pessoas maravilhosas em meu caminho.

À minha família, pelo carinho, respeito, educação e paciência durante toda minha vida.

Aos meus pais e irmãos, pelos conselhos valiosos e pelo apoio incondicional. Obrigado por acreditarem em mim.

Aos meus amigos de Viçosa, imprescindíveis durante estes anos e sempre presentes em todos os momentos.

À Universidade Federal de Viçosa, em especial o Departamento de Zootecnia, por ter proporcionado todas as condições para minha formação profissional e crescimento intelectual.

Ao Prof. Pedro Veiga Rodrigues Paulino pela amizade, paciência, confiança e pelos prestimosos conselhos. Obrigado por ter me orientado.

Ao Prof. Marcos Inácio Marcondes, pelas significativas contribuições na realização desse trabalho, por ter sido sempre solícito e sobretudo pela amizade.

Ao Prof. Sebastião de Campos Valadares Filho, orientação na iniciação científica, e por todo apoio dado a este projeto.

Às professoras Cristina Mattos Veloso e Rilene Ferreira Diniz Valadares por terem aceitado participar da banca de defesa, contribuindo com críticas construtivas para o aprimoramento deste trabalho.

Aos demais professores da Universidade Federal de Viçosa pela contribuição na minha formação profissional.

Aos estagiários e bolsistas de iniciação científica: Arthur, Cezinha, Dani, Emilia, Jéssika, Luiz, Lyvian, e Taiane, entre outros, pelo comprometimento, grande auxílio na condução experimental, pela amizade e agradável convivência. Sem vocês este trabalho não teria sido realizado.

Aos queridos “irmãos de orientador”, por terem me acolhido com carinho, sempre contribuindo com importantes ensinamentos para minha formação.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, em especial ao Joelcio e Nataniel pelo auxílio fundamental na realização deste trabalho.

Aos grandes amigos da “Fenda do Bikini”, por terem feito de nossa república um ótimo ambiente para se viver, pelos momentos de diversão, e por me ensinarem a lidar com as diferenças.

Ao grupo de estudo “Chá Mate”, pela troca de conhecimento e principalmente pelos momentos de devaneio partilhados. (“Ai que susto!!!”)

Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal (INCT-CA), pelo apoio à pesquisa.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

À Alltech pelo financiamento do experimento.

Ao Dr. Marcelo de Queiroz Manella por ter sido sempre solícito quando requisitado.

A todos da Família SIMCORTE, por ter me proporcionado a oportunidade de fazer parte de um evento tão grandioso, contribuindo imensamente para meu crescimento.

A todas as pessoas que contribuíram para a realização deste sonho.

BIOGRAFIA

PEDRO DEL BIANCO BENEDETI, filho de João Benedeti Neto e Maria Olivina Rodrigues Del Bianco Benedeti, nasceu em Franca, São Paulo, em 07 de setembro de 1985.

Iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, em Viçosa - MG, em março de 2005, concluindo em janeiro de 2010.

Em Março de 2010, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação em 15 de fevereiro de 2012.

SUMÁRIO

RESUMO	vii
ABSTRACT	ix
Introdução	1
Referências Bibliográficas.....	6
Material e Métodos	8
Resultados e Discussão.....	15
Conclusões.....	40
Referências Bibliográficas.....	41

RESUMO

BENEDETI, Pedro Del Bianco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2012. **Substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta em dietas de terminação para bovinos de corte.** Orientador: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Coorientadores: Marcos Inácio Marcondes e Sebastião de Campos Valadares Filho.

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta (0, 33, 66 e 100%) em dietas com dois níveis de concentrado (40 e 80%) sobre o consumo, digestibilidade parcial e total, fluxo de nutrientes, parâmetros ruminais, produção de proteína microbiana, eficiência proteica e balanço de nitrogênio em novilhos de corte em terminação. Foram utilizados oito novilhos de corte cruzados (*Bos taurus x Bos indicus*), com peso corporal médio (PC) de 418 ± 40 kg e fistulados no rúmen e abomaso, que foram divididos em dois grupos de quatro, em que cada grupo recebeu um nível de concentrado. A alimentação basal foi composta de silagem de milho e o concentrado foi formulado à base de milho moído fino, farelo de soja, uréia de liberação lenta e mistura mineral. O experimento foi avaliado segundo delineamento em quadrado latino, com agrupamento de dois quadrados simultâneos. Dentro de cada quadrado, foram implementados quatro tratamentos, relativos à substituição da proteína do farelo de soja por uréia de liberação lenta (256 % de PB): 0, 33, 66 e 100 %. Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,10$) do nível de inclusão da uréia de liberação lenta sobre o consumo de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB), de matéria orgânica (MO), de MS em relação ao peso corporal e dos teores de concentrado sobre o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e FDNcp em relação ao peso corporal. Somente o coeficiente de digestibilidade ruminal da MO foi influenciado ($P < 0,10$) pelo nível de concentrado na dieta, em que o menor nível de concentrado apresentou o maior valor para esta variável. Para todos os outros parâmetros de digestibilidade não houve diferença estatística ($P > 0,10$) entre os tratamentos avaliados. As dietas com 80% de concentrado promoveram maior taxa de passagem (kp) da matéria seca e da matéria orgânica, não havendo diferenças estatísticas ($P > 0,10$) para as kps da PB e da FDNcp. As variáveis relacionadas à taxa de digestão não foram influenciadas ($P > 0,10$) por nenhum dos tratamentos avaliados. Verificou-se efeito cúbico ($P < 0,10$) do nível de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta sobre as concentrações de N-NH₃ e quadrático para o pH em relação às horas de coleta para

cada nível de concentrado testado. Encontrou-se efeito quadrático ($P < 0,10$) para as excreções de nitrogênio uréico na urina em gramas por dia e em miligramas por quilo de peso corporal. Os animais apresentaram maiores excreções de nitrogênio total na urina em gramas por dia conforme foram aumentados os níveis de uréia de liberação lenta, porém não foram encontrados efeitos significativos para o nitrogênio total na urina em mg/kg de PC, nas concentrações de nitrogênio uréico no soro e na relação NUU/NU. Os compostos nitrogenados ingeridos, excretados nas fezes, o balanço dos compostos nitrogenados e a eficiência de uso do nitrogênio decresceram linearmente ($P < 0,10$) conforme se aumentava os níveis de ULL nas dietas, ao passo que os compostos nitrogenados excretados na urina cresceram linearmente ($P < 0,10$) com o aumento de ULL. Já o nitrogênio microbiano e a eficiência microbiana não foram afetados significativamente ($P > 0,10$) pelos tratamentos avaliados. A ULL diminuiu o consumo de MS, MO e PB de bovinos em terminação, mantendo, entretanto, o consumo de nutrientes digestíveis totais inalterado. O uso de ULL em substituição ao farelo de soja em dietas para bovinos em terminação não altera a eficiência e a produção de proteína microbiana, a digestibilidade e nem as taxas de digestão e passagem da MS, MO, PB e FDNcp. A substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta permite melhor recuperação do pH ruminal após atingir os valores mínimos em dietas com alto concentrado quando comparada ao farelo de soja.

ABSTRACT

BENEDETI, Pedro Del Bianco, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, February, 2012. **Soybean meal replaced by slow release urea in finishing diets for beef cattle.** Advisor: Pedro Veiga Rodrigues Paulino. Co-advisors: Marcos Inácio Marcondes and Sebastião de Campos Valadares Filho.

This study evaluated the effects of replacing soybean meal (SBM) by slow-release urea (SRU) in beef cattle diets containing two concentrate levels on intake, partial and total digestibility, nutrients flow, ruminal parameters, microbial protein production, protein efficiency and nitrogen balance in finishing beef steers. Eight crossbred steers were used (average BW of 418 kg) fitted with ruminal and abomasal cannulae. The animals were distributed in two groups of four steers, each group received one of the two levels of the concentrate (40 or 80% of the total DM). The experiment was designed as a Latin square in 2 x 4 factorial scheme, with two energy levels in the diet, and within each square, four levels of replacement of soybean meal protein by slow-release urea: 0, 33, 66 and 100 %. The interaction of concentrate level x SRU levels was not significant ($P > 0.05$) for any variables measure. Thus, the effects of concentrate level and SRU inclusion will be discussed independently. Dry matter (DM) intake, as well as organic matter (OM) intake and crude protein (CP) intake decreased linearly ($P < 0.05$) as SBM was replaced by SRU. For each percentage unit of SRU added to the diet there was a reduction of 5.80, 5.17 and 0.58 g in DMI, OMI and CPI. The intake of non-fiber carbohydrates (NFC) was higher ($P < 0.05$) in the diet containing 80% concentrate when compared to the 40 % concentrate diet, whereas neutral detergent fiber (NDF) intake was greater ($P < 0.05$) on the low concentrate diet when compared to the high concentrate diet. Ruminal digestibility coefficient of OM tended to be greater ($P < 0.074$) for the 40 % concentrate diet, whereas all other ruminal, intestinal and total digestibility parameters evaluated were not statistically different ($P > 0.10$) among treatments. DM and OM passage rates (kp) were greater ($P < 0.05$) on the 80% concentrate diet than on the 40 % concentrate diet, with averages of 4.37 and 4.35%. Replacing SBM by SRU up to 100 % on the diet did not lead to any modification ($P > 0.05$) on DM, OM, CP and NDF passage rate. Digestion rates (kd) were also not affected by any of the treatments ($P > 0.05$). The average kd for DM, OM, CP and NDF were 3.82, 4.21, 1.13 and 2.20%. A cubic effect ($P < 0.10$) of SBM replacement by SRU on ruminal ammonia ($N-NH_3$) concentration in relation to the hours of collection was detected. A quadratic effect

was observed ($P < 0.10$) by replacing SBM with SRU on pH and on the excretion of urea N in urine, expressed both as g/day or mg/kg of BW. The animals had higher ($P < 0.10$) total N excretion in urine, in g/day, as the slow-release urea levels were increased in the diet, but no significant effects were observed ($P > 0.10$) for total N in urine in mg/kgBW (average of 148.56 mg/kgBW) and in the concentrations of urea N in the serum (average value of 11.53 mg/dL). Nitrogen intake, N excreted in the feces, nitrogen balance and efficiency of nitrogen use decreased linearly ($P < 0.10$) as the levels of SRU increased in the diet, whereas the amount of nitrogen compounds excreted in urine increased linearly ($P < 0.10$) as SRU replaced SBM in the diet. The production of microbial nitrogen and microbial efficiency were not significantly affected by the experimental treatment ($P > 0.10$) obtaining average values of 152.02 g/day and 120.18 g/kg TDN, respectively.

Introdução

Nos últimos anos o Brasil vem se consolidando como o principal país em produção e exportação de carne bovina. Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC), a receita com exportação de carne bovina do país subiu 11,65% em 2011, para US\$ 5,37 bilhões. Hoje a carne brasileira é exportada para praticamente todas as regiões do globo, sendo os principais mercados importadores a Rússia, Oriente Médio, Hong Kong, União Europeia e Estados Unidos.

Simultaneamente à expansão mercadológica, as novas exigências dos consumidores quanto à qualidade fizeram com que a fase de terminação em confinamento obtivesse um crescimento vertiginoso no Brasil. Em 2008, foram confinados aproximadamente 3,5 milhões de bovinos no país (Millen et al., 2009), o que representa um aumento de 248% nos últimos dez anos. Esse crescimento pode ser explicado devido à necessidade de melhorar a eficiência de produção e a qualidade de carcaça e de carne dos animais.

Diante deste cenário, várias estratégias vêm sendo utilizadas para a maximização da eficiência econômica e produtiva dos confinamentos brasileiros, sendo as dietas com alto teor de concentrado cada vez mais utilizadas. O que tem contribuído para este aumento na competitividade de rações com altos teores de concentrado são alguns fatores como o crescimento expressivo da safra nacional de grãos na última década, o aumento na disponibilidade de subprodutos agroindustriais, o aumento do custo de produção de volumosos, a melhoria do potencial genético dos animais, além do surgimento confinamentos de grande porte (Santos et al., 2004).

De modo geral, o aumento na proporção de concentrado na ração leva à melhoria em sua digestibilidade (Costa et al., 2005). Assim, dietas com alto teor de concentrado, fornecidas *ad libitum* passam a ser cada vez mais usadas nos confinamentos. Essa estratégia de manejo alimentar caracteriza-se por proporcionar rápido ganho de peso, alta eficiência de conversão alimentar e consequente diminuição no tempo de terminação para abate, menor custo de mão-de-obra, menor necessidade de armazenamento de alimentos e geralmente maior uniformidade no desempenho (Bulle et al., 2002), além de melhorar as características da carcaça, como área de olho de lombo e espessura de gordura subcutânea (Costa et al.,

2005). Outro fator que propicia o aumento no uso de dietas com alto concentrado é a maior facilidade no seu manejo operacional em relação ao volumoso. Esta é uma vantagem principalmente para os grandes confinamentos, onde se trabalha com altas quantidades de alimentos.

Sabe-se que a alimentação é responsável pela maior porcentagem dos custos de praticamente todos os tipos de produção animal, sendo a proteína o nutriente de maior valor. No Brasil, o alimento protéico mais utilizado no fornecimento a animais é o farelo de soja, principalmente pelo fato de este ser um alimento com bom teor proteico e de sua proteína ser de alto valor biológico. No entanto, trata-se de um insumo largamente demandado nas produções de aves e suínos e, por se tratar de um coproduto de uma *commodity*, seu preço varia conforme o mercado internacional. Portanto, a inclusão deste alimento pode resultar em aumento no custo da dieta em situações em que seu preço de mercado atinge altas cotações.

A proteína da dieta desempenha um papel importante na nutrição de ruminantes, pois além de fornecer aminoácidos para o animal, é também uma fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana (Nocek e Russell, 1988). Por isso, a proteína da dieta deve ser utilizada de forma eficiente, principalmente nos sistemas de produção dos trópicos onde muitas vezes o seu fornecimento é o fator limitante da expressão ótima do desempenho em bovinos de corte.

Os microrganismos ruminais constituem a principal fonte de proteína metabolizável para ruminantes, principalmente por conterem em sua estrutura um perfil excelente de lisina e metionina, os dois aminoácidos mais limitantes para a produção de carne (Santos 2006). Portanto, o sucesso de qualquer programa nutricional está intimamente ligado à otimização da produção de proteína microbiana, pois isso representa um uso eficiente da proteína degradável no rúmen (PDR), uma menor perda de N-NH₃ ruminal, menor excreção de uréia, menor necessidade de proteína não degradável no rúmen (PNDR) na dieta e maior fluxo de proteína metabolizável com melhor perfil aminoacídico para o intestino.

A utilização de estratégias que busquem substituir o farelo de soja por outras fontes protéicas pode ser viável para a redução dos custos com alimentação, desde que não comprometam o desempenho animal. Assim, pesquisas vêm sendo realizadas testando o uso de fontes de nitrogênio não proteico (NNP) como alternativa para o preenchimento das exigências de proteína em ruminantes. Sabe-

se que o ruminante, devido às características anatomofisiológicas do estômago e ao processo de simbiose com os microrganismos ruminais, é o único animal capaz de converter NNP em proteína (Coelho da Silva & Leão, 1979) de excelente qualidade (Valadares Filho et al., 2004).

As bactérias do rúmen são bastante específicas às fontes de nitrogênio que são capazes de utilizar (Bryant e Robinson, 1961). Russel et al. (1992) dividiram as bactérias em dois grupos de acordo com tipo de carboidrato utilizado, as fibrolíticas e as amilolíticas. No entanto, os dois grupos utilizam o $N-NH_3$ para a síntese de proteína, no caso dos microrganismos que degradam fibra, o $N-NH_3$ é a principal fonte para a formação de seus aminoácidos, já os microrganismos que fermentam carboidratos não fibrosos têm maior requerimento por aminoácidos e peptídeos do que por $N-NH_3$. Diante deste fato, o uso de fontes de compostos nitrogenados não proteicos, como a uréia podem suprir o $N-NH_3$ necessário à produção bacteriana.

Dentre as fontes de NNP, a uréia tem sido a mais utilizada, em função da disponibilidade no mercado, praticidade de utilização e principalmente ao baixo custo por unidade de nitrogênio (N). Os microrganismos do rúmen são capazes de converter a uréia em $N-NH_3$ e utilizar este composto como fonte de N para síntese microbiana (Santos & Pedroso, 2010). Resultados obtidos em condições brasileiras de arração permitem evidenciar que a uréia pode substituir totalmente os farelos proteicos em dietas para bovinos em confinamento, alimentados com níveis moderados de concentrados e com potencial para ganhar aproximadamente 1 kg/dia (Valadares Filho et al., 2004).

Apesar de ser bastante difundida na suplementação animal, a uréia apresenta algumas características que causam grande preocupação e limitam sua utilização, tais como: baixa palatabilidade, sua segregação quando misturada a farelos e principalmente sua alta solubilização, que conseqüentemente gera uma taxa de degradação maior do que a eficiência dos microrganismos ruminais em utilizar o $N-NH_3$ para síntese de proteína microbiana. Esta eficiência depende, entre outros fatores, da disponibilidade de energia no rúmen (Santos, 2006). Portanto, ocorre uso ineficiente do nitrogênio em situações em que não ocorre sincronismo ruminal entre a liberação de $N-NH_3$ e a disponibilidade de energia. O $N-NH_3$ não utilizado pelas bactérias é absorvido pela parede do rúmen, atingindo a corrente sanguínea. Altas

concentrações de N-NH_3 no sangue são tóxicas para os animais, podendo levar a morte.

Nas últimas décadas, pesquisadores têm buscado desenvolver fontes de NNP que mantenham os níveis de nitrogênio no rúmem constantes durante o dia, visando assim sincronizar as taxas de degradação de nutrientes para maximizar a eficiência microbiana. A solução para estes problemas seria a utilização de uréia de liberação lenta (ULL). Com o objetivo de reduzir sua solubilidade, a uréia é encapsulada com um revestimento composto de um polímero poroso biodegradável, que permite a liberação controlada do nitrogênio, em até 16 horas (Carareto, 2007). Com o emprego da ULL, torna-se então possível utilizar uréia com riscos muito pequenos de intoxicação. Com uma taxa de liberação de N-NH_3 mais lenta aumenta-se o sincronismo com a disponibilidade energética, o que pode permitir melhor utilização do nitrogênio da dieta. Devido a essa liberação lenta e constante de N-NH_3 , talvez a substituição da proteína verdadeira por NNP possa ser maior, extrapolando as recomendações tradicionais para o uso da uréia.

Em confinamentos de grande porte são grandes os gastos com o transporte de alimentos. Por se tratar de um aditivo com alta concentração protéica, seriam necessárias menores quantidades de ULL para fornecer as mesmas quantidades equivalentes de proteína bruta quando se compara ao farelo de soja. Assim, a substituição do farelo de soja pela uréia de liberação lenta acarretaria em menores custos com frete.

Moretti (2010), avaliou o efeito da substituição da fonte proteica de origem vegetal do suplemento por ULL sobre o desempenho de bovinos Nelore recriados em pastagem de capim-Marandu, encontrando o nível de substituição de 35% da fonte de proteína bruta por uréia de liberação lenta como o ponto ótimo de substituição visando o máximo desempenho animal.

Marchesin (2007), trabalhando com novilhas da raça Nelore, mantidas em pastagem de capim-braquiarião, utilizaram ULL em substituição à uréia e à proteína verdadeira de suplementos proteicos e verificou maior consumo de matéria seca para o suplemento proteico comparado ao controle e melhor relação consumo de suplemento: ganho de peso para a substituição de 30% da uréia pela ULL.

Buscando avaliar os efeitos da fonte de nitrogênio (proteína verdadeira e uréia de liberação lenta) sobre o desempenho de bezerros desmamados e novilhos em

terminação, alimentados com dieta rica em concentrado, Simeone (2009) não encontrou diferença na conversão alimentar, ganho médio diário e consumo de matéria seca entre as fontes proteicas.

Galina et al. (2003), encontraram aumento no ganho de peso médio diário, aumento no consumo de matéria seca (MS), aumento na digestibilidade aparente da MS e da matéria orgânica, aumento na proporção (mol/100mol) de propionato e butirato e diminuição na proporção (mol/100mol) de acetato para os bovinos suplementados com uréia de liberação lenta em relação ao controle. Por outro lado, a suplementação proteica, tanto com uréia normal como com uréia de liberação lenta, não melhoraram a utilização de volumoso de baixa qualidade (Azevedo, 2007).

Na literatura, poucos são os estudos sobre os efeitos da inclusão da ULL, em substituição a fonte de proteína verdadeira, em dietas de bovinos de corte com níveis de concentrado diferentes.

A partir da problematização apresentada, foi realizado este trabalho com o objetivo de estudar os efeitos da substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta em dietas para bovinos de corte contendo dois níveis de concentrado, sobre o consumo, a digestibilidade, a dinâmica de degradação ruminal, pH ruminal, concentração de amônia ruminal, balanço de nitrogênio e a produção de proteína microbiana.

Referências Bibliográficas

ABIEC. Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne. Acessado em 17/01/2012. Disponível em: www.abiec.com.br/41_exportacao_ano.asp/

AZEVEDO, E.B. **Uréia protegida ou não na suplementação de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, 2007. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

BULLE, M. L. M.; RIBEIRO, F. G.; LEME, P. R., et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de altos teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.

BRYANT, M. P.; ROBINSON, I. M. Studies on the nitrogen requirements of some ruminal cellulolytic bacteria. **Applied Microbiology**, v.9, p.96-103, 1961.

CARARETO, R. **Uso de uréia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007. 113p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 2007.

COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

COSTA, M. A. L.; VALADARES FILHO, S. D. C.; PAULINO, M. F., et al. Desempenho, digestibilidade e características de carcaça de novilhos zebuínos alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.268-279, 2005.

GALINA, M. A.; PÉREZ-GIL, F.; ORTIZ, R. M. A., et al. Effect of slow release urea supplementation on fattening of steers fed sugar cane tops (*Saccharum officinarum*) and maize (*Zea mays*): ruminal fermentation, feed intake and digestibility. **Livestock Production Science**, v.83, p.1-11, 2003.

MARCHESIN, W.A.; HERLING, V.R.; LUZ, P.H.C.; MORAES, A.L.; MANELLA, M.Q.; MORGULIS, S. Substituição de nnp e de np de suplementos protéicos por uréia encapsulada na recria de fêmeas nelore. **44a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Jaboticabal – SP, 2007.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; ARRIGONI, M. D. B., et al. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **J. Anim Sci.**, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

MORETTI, M.H.; RESENDE, F.D.; SIQUEIRA, G.R.; CUSTÓDIO, L.; FERNANDEZ, R.M.; CAMPUS, W.C. Substituição da fonte de proteína de origem vegetal por uréia protegida na dieta de bovinos em pastejo no período das águas. **47a Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Salvador – BA, 2010.

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

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

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. FAPESP, 2006. p.255-286.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Suplementação proteica e energética para bovinos de corte em confinamento. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. V. 1. 1 ed. FEALQ, 2010. p.257- 280.

SANTOS, F.A.P.; PEREIRA, E.M.; PEDROSO, A.M. Suplementação energética de bovinos de corte em confinamento. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5., 2004, Piracicaba, SP. **Anais...** Piracicaba, SP: FEALQ, 2004. p.262-297.

SIMEONE, A.; BERETTA, V.; ELIZALDE, J.C.; SABBIA, J. Sustitución de la harina de girasol por Optigen® en dietas de alto concentrado en feedlot: respuesta de terneros y novillos. **25th International Symposium of Science and Technology in the Feed Industry**. 2009.

VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K.; MAGALHÃES, K. A.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, M. F. Alternativa para otimização de uréia para bovinos de corte. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4, 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO-UFV, 2004. p.313-338.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas dependências do Laboratório de Animais do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.

Foram utilizados oito novilhos Mestiços, castrados, com peso corporal (PC) médio de 418 ± 40 kg e idade média de 24 meses, fistulados no rúmen e abomaso e mantidos em confinamento do tipo *tie stall* em baias individuais cobertas, com dimensões de 3 x 3 m e com piso de cimento revestido de borracha, com acesso irrestrito a água.

Inicialmente, todos os animais foram pesados, identificados e vermifugados contra ecto e endoparasitas.

O experimento foi avaliado segundo delineamento em quadrado latino, com agrupamento de dois quadrados simultâneos, em esquema fatorial 2 x 4, sendo dois níveis de concentrado na dieta (40 ou 80 % de concentrado na MS total) e, dentro de cada dieta, 4 níveis de substituição da proteína do farelo de soja por uréia de liberação lenta (256 % de PB): 0, 33, 66 e 100 %, respectivamente. As dietas foram formuladas de forma a serem isonitrogenadas, contendo 12 % de PB, na matéria seca total. O volumoso foi constituído de silagem de milho e os concentrados foram formulados à base de milho moído fino, farelo de soja e mistura mineral, conforme a Tabela 1. A composição químico-bromatológica das dietas e dos ingredientes pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 1 – Composição das dietas experimentais, na base da matéria seca total.

Ingredientes	Dietas experimentais (% da MS)							
	40 % de concentrado				80 % de concentrado			
	0	33	66	100	0	33	66	100
Silagem de milho	60	60	60	60	20	20	20	20
Milho moído fino	25,80	28,81	31,81	34,86	67,80	70,82	73,82	75,24
Farelo de soja	11,20	7,48	3,77	-	9,20	5,60	2,02	-
ULL ¹	-	0,71	1,42	2,14	-	0,58	1,16	1,76
Núcleo mineral	3	3	3	3	3	3	3	3

¹/ ULL = Uréia de liberação lenta.

Tabela 2 - Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nitrogênio não protéico em relação ao N total (NNP/N) dos ingredientes utilizados e das dietas experimentais, com base na matéria seca.

Item	Ingredientes		
	Silagem de Milho	Milho	Farelo de Soja
MS (%)	30,50	87,1	87,25
MO	95,73	99,18	95,39
PB	6,45	8,54	52,29
EE	3,98	4,28	2,21
FDNcp	47,06	14,89	14,07
CNF	32,33	72,86	27,46
NNP/N	43,27	18,58	17,46

Item	Dietas experimentais (% da MS)							
	40% de concentrado				80% de concentrado			
	0	33	66	100	0	33	66	100
MS (%)	50,57	49,96	49,34	48,71	73,21	72,71	72,20	71,68
MO	93,71	93,15	92,58	92,01	95,17	94,73	94,29	93,77
PB	11,93	12,06	12,19	12,33	11,89	11,75	11,62	12,22
EE	3,74	3,79	3,83	3,88	3,93	3,99	4,04	4,06
FDNcp	33,65	33,58	33,50	33,43	20,83	20,78	20,73	20,66
CNF	44,39	44,83	45,27	45,72	58,51	59,11	59,71	59,57
NNP/N	26,04	38,41	50,51	62,52	20,81	31,30	42,03	51,20

Os alimentos foram fornecidos uma vez ao dia, às 7h00 e ajustados de forma a se manter as sobras em torno de 5 a 10%. A quantidade de ração oferecida foi registrada diariamente e foram coletadas amostras dos ingredientes dos concentrados, da silagem de milho e das sobras de cada animal. As amostras foram agrupadas, de forma proporcional, em cada período, constituindo-se em amostras compostas, as quais foram pré-secas em estufa ventilada a 60°C e moídas em moinho com peneira com crivos de 1 mm, para posteriores análises laboratoriais.

Foram realizados quatro períodos experimentais com 15 dias cada, sendo sete destinados à adaptação dos animais às dietas e oito dias destinados às coletas. Para determinação de consumo de matéria seca total foram considerados os alimentos fornecidos bem como as sobras, computados do oitavo ao décimo quinto dia de cada período experimental. Para quantificação dos coeficientes de

digestibilidade dos nutrientes foram feitas coletas totais de fezes por três dias no início de cada período. Ao final de cada dia de coleta as fezes foram pesadas e homogeneizadas e uma amostra foi retirada, pesada, e pré-seca em estufa de ventilação forçada, a 60°C por 72 horas. Posteriormente, as amostras foram moídas em moinho de facas com peneira contendo crivos de 1 mm, sendo então elaborada uma amostra composta por animal em cada período, com base no peso seco de cada dia de coleta.

No oitavo dia de cada período, iniciaram-se os procedimentos para a coleta da digesta abomasal. Foram realizadas seis coletas a cada quinze horas (8h00, 23h00, 14h00, 05h00, 20h00 e 11h00). A digesta foi coletada por meio de cânulas no abomaso. Posteriormente, essas amostras, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, moídas em moinhos de faca com crivos de 1 mm, sendo então obtidas amostras compostas por animal em cada período.

Para a estimativa do fluxo de MS abomasal foi utilizado o indicador externo óxido crômico (Cr_2O_3), que foi fornecido, via fistula ruminal, a partir do quinto dia anterior ao início das coletas, as 12h00 e na dosagem de 15 gramas por animal/dia. O teor de cromo foi avaliado em espectrofotômetro de absorção atômica, conforme método descrito por Savastano (1993), utilizando digestão nitroperclórica.

No dia 12 de cada período experimental, executou-se o esvaziamento total do rúmen, 4 horas após o fornecimento da dieta, com o intuito de determinar a taxa de passagem e de digestão dos nutrientes, conforme técnica descrita por Allen & Linton (2007). Após o esvaziamento de todo o conteúdo ruminal, a digesta total foi pesada, posteriormente filtrada para separação de sólidos e líquidos, os quais foram pesados e amostrados para posteriores análises. Logo após a amostragem, a digesta foi novamente reconstituída e recolocada no rúmen dos respectivos animais. No dia 13 de cada período de coleta, houve uma pausa para realimentação e descanso dos animais e, no dia 14, retornou-se ao mesmo procedimento de esvaziamento, porém, antes do fornecimento da dieta, ou seja, no momento em que o rúmen se encontrava, teoricamente, em seu menor volume. As amostras coletadas foram pesadas, secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas, moídas em moinho de facas, com peneira contendo crivos de 1 mm, sendo então elaborada uma composta por animal em cada período. Dessa forma, as amostras compostas foram formadas pelas amostras secas da parte sólida e da parte líquida dos dois

esvaziamentos ruminais (antes da alimentação e quatro horas após a alimentação), com base no peso seco de cada amostra.

As amostras da silagem, ingredientes dos concentrados, sobras, digesta ruminal, digesta abomasal e fezes foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas seguindo técnicas recomendadas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) foram estimados de acordo com as recomendações de Mertens (2002) e corrigidos pra cinzas e proteína.

Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados de acordo com o proposto por Detman & Valadares Filho (2010), sendo $CNF = 100 - ((\%PB - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ da uréia}) + \%FDNcp + \%EE + \%MM)$. O consumo de energia dos animais foi obtido a partir do produto entre o consumo de matéria seca e a densidade energética das dietas, que foi determinada a partir da fórmula adaptada do NRC (2000), corrigindo a FDN para cinzas e proteína: $NDT (\%) = PBD + 2,25 \times EED + CNFD + FDNcpD$, sendo que PBD, EED, CNFD e FDNcpD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, carboidratos não fibrosos digestíveis e fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) digestível, calculados a partir dos coeficientes de digestibilidade obtidos nesse estudo.

As taxas de passagem (kp) foram calculadas através do método “pool-and-flux”, descrito por Allen & Linton (2007), de acordo com a equação:

$$kp = \text{fluxo abomasal} / \text{pool ruminal}$$

em que:

- kp = taxa de passagem do alimento (%/hora);
- fluxo abomasal = quantidade de MS no abomaso (kg/hora);
- pool ruminal = quantidade total de MS ruminal (kg)

A taxa de digestão (Kd) foi calculada em função da taxa de passagem e da quantidade ingerida por hora, utilizando-se a equação:

$$kd = (\text{consumo} / \text{pool ruminal}) - kp$$

em que:

- Kd = taxa de digestão do alimento (%/hora);
- consumo = alimento ingerido (kg de MS/hora).

A taxa e digestão (Kd) para cada nutriente foi calculada utilizando-se o mesmo raciocínio e usando-se a quantidade de cada nutriente específico em cada variável.

O cálculo da digestibilidade total da MS e dos nutrientes foi realizado determinando-se a quantidade média consumida de MS e nutrientes durante os três dias em que se mediu o consumo dos animais e a quantidade média excretada via fezes durante esses mesmos três dias. Para calcular o coeficiente de digestibilidade ruminal, utilizou-se a quantidade média consumida e a quantidade estimada de MS e nutrientes no abomaso. Para o cálculo da digestibilidade intestinal, utilizou-se a quantidade de MS e nutrientes estimada no abomaso e a quantidade da MS nas fezes.

As amostras de urina, em cada período experimental, foram obtidas a partir de coletas em 24 h (Valadares et al., 1997) durante três dias, tendo início no oitavo dia de cada período experimental, utilizando-se funis coletores adaptados aos animais. Mangueiras de borracha, acopladas aos funis, conduziram a urina até recipientes plásticos contendo 250 mL de solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4) a 20%, para evitar a perda de amônia. Após cada coleta, foi determinado o peso e o volume total excretado. As amostras foram homogeneizadas e, em seguida, foi retirada uma amostra de 10 mL que foi filtrada por uma camada tripla de gaze e diluída com 40 ml de ácido sulfúrico 0,036 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purina urinários e precipitação do ácido úrico. Uma amostra de urina foi coletada sem diluição para determinação da uréia. No final dos três dias de coleta foram feitas amostras compostas por animal e por período, levando em consideração o volume excretado em cada dia de coleta. As amostras foram armazenadas em freezer a $-20^{\circ}C$ para posteriores análises laboratoriais. A partir da excreção de N via urina e fezes e do consumo de nitrogênio, foi calculado o balanço de nitrogênio dos animais.

Para avaliação do pH e das concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal, foram realizadas coletas de líquido ruminal no décimo primeiro dia de cada período experimental. As amostras foram coletadas manualmente, às 0, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 20 e 22 horas após o fornecimento da ração e filtradas por uma camada tripla de gaze. As leituras de pH foram feitas imediatamente após as coletas, utilizando-se potenciômetro digital. Depois de obtidas as leituras de pH, alíquotas de 50 mL de líquido ruminal foram filtradas por uma camada tripla de gaze e

adicionadas em um recipiente contendo 1mL de H₂SO₄ (1:1) e congeladas a -15°C para posterior análise das concentrações de nitrogênio amoniacal ruminal, segundo o método colorimétrico descrito por Chaney & Marbach (1962).

Quatro horas após o fornecimento da ração do décimo nono dia de cada período experimental, foi coletado sangue de todos os animais, via punção da veia jugular, utilizando-se tubo de ensaio contendo gel separador e acelerador de coagulação. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 4.000 rpm por 20 minutos, obtendo-se o soro sanguíneo, que foi armazenado a -20°C, para posterior análise de nitrogênio uréico.

No soro sanguíneo e na urina foi avaliada a concentração de uréia, segundo o método diacetil modificado (kits comerciais). A concentração de N-uréico no soro (NUS) foi obtida pela concentração de uréia sérica, multiplicada por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio na uréia.

Na urina, foram quantificados os compostos nitrogenados e realizadas análises de derivados de purina (alantoína e ácido úrico), por meio do método colorimétrico, conforme sumarizações de Chen & Gomes (1992). A partir dessa metodologia, foi estimado o fluxo diário de compostos nitrogenados microbianos ao intestino. O fluxo de N microbiano na digesta abomasal foi calculado utilizando-se a relação N purina: N total obtida no experimento.

O cálculo do balanço de nitrogênio foi realizado determinando-se a quantidade média de nitrogênio ingerido durante os três dias (15^o ao 17^o) em que se mediu o consumo dos animais, descontando-se desse valor a quantidade excretada pelos animais. O nitrogênio excretado foi calculado a partir da quantidade média de nitrogênio nas fezes e na urina, durante os dias de coleta. Por sua vez, a concentração total de nitrogênio na urina, nas fezes e nos alimentos foi determinada pelo método de Kjeldahl, conforme descrito por Silva & Queiroz (2002).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, adotando-se o nível de 10% de probabilidade para o erro tipo I. Todos os procedimentos estatísticos foram realizados por intermédio do programa SAS (Statiscal Analysis System), segundo modelo:

$$Y_{ijkl} = \beta_0 + \beta_1\alpha_i + \beta_2\lambda_j + \beta_{12}\alpha_i\lambda_j + \beta_3\lambda_j^2 + \beta_{13}\alpha_i\lambda_j^2 + P_k + A_l + e_{ijk},$$

em que $i = 1, 2$ (dois níveis de concentrado na dieta), $j = 1, 2, 3, 4$ (quatro níveis de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta); Y_{ijk} = valor observado no

i -ésimo nível de concentrado da dieta e no j -ésimo nível de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta do k -ésimo período e do l -ésimo animal; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_{12}, \beta_3, \beta_{13}$ = parâmetros de regressão do modelo; α_i = efeito do i -ésimo nível do fator qualitativo fixo (teor de concentrado); λ_j = efeito do j -ésimo nível do fator quantitativo fixo (substituição do farelo de soja por ULL); P_k = efeito do nível k do fator aleatório período; A_l = efeito do nível l do fator aleatório animal; e_{ijk} = efeito aleatório associado ao i -ésimo nível de concentrado da dieta e ao j -ésimo nível de substituição do farelo de soja por ULL, assumindo $e_{ijk} \sim N(0, s^2)$, com erros independentes.

Os dados de pH e N-NH₃ foram analisados como medidas repetidas no tempo, sendo avaliados efeitos lineares, quadráticos e cúbicos. Foram testadas todas as possíveis interações entre níveis de concentrado e a substituição do farelo de soja por ULL sobre cada parâmetro do modelo. Foram avaliados efeitos lineares e quadráticos da inclusão de ULL sobre todos os parâmetros do modelo, assim como efeito de inclusão de concentrado. Além dos efeitos fixos acima descritos foram incluídos efeitos aleatórios de animal e período no modelo. A partir do modelo completo foi estimado o resíduo de *student* para todas as observações. Aquelas que apresentaram resíduo superior a |2,5| foram consideradas *outliers* e excluídas do banco de dados para execução da análise. Todos os efeitos fixos com valor P superior a 0,10 foram considerados não significativos e retirados do modelo.

Resultados e Discussão

Não houve interação ($P > 0,10$) entre os níveis de concentrado e os níveis de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta para todos os parâmetros de consumo avaliados (Tabela 3). Assim, os efeitos dos níveis de concentrado e dos níveis de inclusão de ULL foram discutidos independentemente.

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,10$) dos níveis de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta sobre o consumo de matéria seca (MS), de proteína bruta (PB) e de matéria orgânica (MO) (Tabela 3). Para cada unidade percentual de ULL acrescida à dieta houve redução de 5,8, 5,17 e 0,58 g no consumo de MS, MO e PB, respectivamente.

O milho moído fino, fonte energética utilizada, foi o componente do concentrado oferecido em maior quantidade, chegando a compor 75,24 % da dieta total para o tratamento com 80 % de concentrado e 100% de substituição do farelo de soja por ULL (Tabela 1). A alta digestibilidade do milho, a sua elevada superfície específica e o fato da dieta ter sido ofertada apenas uma vez ao dia, podem ter ampliado a disponibilidade de metabolitos energéticos, o que não seria acompanhado pela assimilação de nitrogênio no rúmen, que teoricamente, é liberado gradativamente pela ULL. Este desbalanço metabólico pode ter gerado um quadro de acidose ruminal, diminuindo assim o consumo conforme foi se substituindo o farelo de soja por uréia de liberação lenta. Recomenda-se a realização de ensaios experimentais que avaliem o ganho de peso de animais em terminação para verificar se há efeito da menor ingestão propiciada pela ULL quanto ao desempenho.

Para entender melhor como o NNP pode afetar o consumo, alguns mecanismos têm sido estudados. A rápida hidrólise da uréia em amônia no rúmen e consequente aumento de sua absorção pelo epitélio ruminal e na concentração sanguínea podem levar a quadros clínicos de intoxicação (Santos, 2006). Segundo Allen (2000), pode acontecer também de o ciclo hepático da uréia estimular indiretamente o metabolismo oxidativo no fígado, acarretando assim no aumento da produção líquida de ATP pelo mesmo, fato que pode afetar o consumo. A redução do consumo de matéria seca encontrada neste trabalho diverge dos resultados levantados na revisão feita por Cherdthong e Wanapat (2010), demonstrando ausência de efeito ou aumento no consumo nos tratamentos utilizando ULL.

Segundo Almeida & Ostrensky (2011) a utilização de ULL, em substituição ao farelo de soja, tem o potencial de diminuir o consumo de matéria seca, sem influenciar a produção. Porém, Gelinski et al. (2000), trabalhando com animais confinados, verificaram que a presença de ULL na dieta levou a uma menor ingestão de alimento, a um menor ganho de peso médio diário e menor peso final e de carcaça. Vale salientar que a fonte comercial utilizada pelos autores foi diferente da utilizada neste estudo.

Em estudos comparando a uréia convencional com a ULL para novilhos em crescimento, Gonçalves (2006) e Azevedo et al. (2008) não encontraram diferenças nos consumos de matéria seca. Porém, é importante ressaltar que os trabalhos citados foram feitos com altos teores de volumosos.

As médias do consumo de matéria seca em função do peso corporal (MSPC) foram de 1,92 e 2,16% respectivamente para as dietas com 40 e 80 % de concentrado, não havendo efeito dos níveis de concentrado ($P > 0,10$). Houve efeito linear decrescente das inclusões de ULL à dieta sobre o consumo de MS expresso em função do peso corporal, o que é justificado pelo efeito negativo encontrado para o consumo de MS. Estes valores estão dentro da faixa dos observados por Bule et al. (2002) e Pereira et al. (2006) para bovinos de corte em terminação. No entanto, quando comparado ao consumo obtido com dietas com menores teores de concentrado, o consumo é ligeiramente inferior.

Encontrou-se efeito ($P < 0,10$) do nível de concentrado sobre o consumo de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDN_{cp}), consumo de FDN_{cp} em função do peso corporal (FDN_{cp}PC) e de carboidratos não fibrosos (CNF) (Tabela 3). Os animais alimentados com 40% concentrado na dieta tiveram maior consumo de FDN_{cp}, maior consumo de FDN_{cp} em função do peso corporal e menor consumo de CNF quando comparados aos alimentados com 80% de concentrado. Esses efeitos sobre o consumo podem ser atribuídos aos teores de FDN_{cp} das dietas (Tabela 2). Não se verificou efeito do nível de concentrado, nem dos níveis de substituição do farelo de soja por ULL ($P > 0,10$) sobre o consumo de extrato etéreo e de NDT.

Tabela 3 – Médias e erro padrão da média (EPM) para consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF) e nutrientes digestíveis totais (NDT), em kg/dia, e consumo de MS em função do peso corporal (MSPC), e consumo de FDNcp em função do peso corporal (FDNcpPC), em %, referentes aos níveis de substituição do farelo de soja por ULL na dieta

Item	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				EPM	***Valores de Probabilidade			
	40	80	0%	33%	66%	100%		Conc.	Conc. x ULL	ULL	ULL ²
	Kg										
MS	8,28	9,10	8,96	8,91	8,45	8,46	0,248	0,426	0,599	0,019	0,856
MO	7,77	8,68	8,45	8,42	8,01	8,01	0,241	0,357	0,578	0,029	0,894
PB	1,02	1,06	1,07	1,06	1,00	1,03	0,029	0,780	0,646	0,065	0,304
EE	0,32	0,35	0,34	0,34	0,33	0,33	0,078	0,474	0,866	0,636	0,992
FDNcp	2,60	2,02	2,37	2,34	2,29	2,25	0,012	0,019	0,895	0,114	0,967
CNF	3,52	5,49	4,63	4,35	4,44	4,61	0,228	0,003	0,473	0,942	0,133
NDT	7,86	9,36	8,83	8,52	8,46	8,64	0,277	0,162	0,547	0,516	0,267
	%										
MSPC	1,92	2,16	2,10	2,10	1,97	2,00	0,061	0,283	0,521	0,046	0,670
FDNcpPC	0,60	0,48	0,55	0,55	0,53	0,53	0,018	0,035	0,701	0,146	0,900

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Uréia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado (Conc.), efeito linear da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL) e sua interação (Conc. x ULL), e efeito quadrático da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL²).

Não houve interação ($P > 0,10$) entre os níveis de concentrado e os níveis de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta para todos os parâmetros de digestibilidade (ruminal, intestinal e aparente total) avaliados (Tabela 4). Assim, os efeitos dos níveis de concentrado e dos níveis de inclusão de ULL foram avaliados independentemente.

A digestibilidade ruminal de nenhum dos parâmetros avaliados foi afetada ($P > 0,10$) pelos níveis de inclusão de uréia de liberação lenta da dieta (Tabela 4). A digestibilidade ruminal da matéria seca (MS) apresentou média de 49,03%, valor semelhante aos 50,48 e 48,52% observados, respectivamente, por Tibo et al. (1997) e Bürger et al. (2000). Já a digestibilidade aparente ruminal da matéria orgânica (MO) foi maior para o nível de 40% de concentrado ($P < 0,10$), o que poderia ser atribuído à maior redução do pH ruminal encontrada nos animais de 80% de concentrado, que chegou ao valor mínimo de 5,4. Isto pode ter acarretado em diminuição da digestão dos nutrientes que compõem a matéria orgânica. Esta maior digestibilidade ruminal da MO provavelmente está relacionada também com a menor taxa de passagem da MO nas dietas com 40% de concentrado em relação às de 80% de concentrado (Tabela 5), o que permitiu maior atuação das enzimas da microbiota ruminal nas dietas com menores níveis de concentrado. Estes resultados estão de acordo com os observados por Tibo et al. (2000), que, trabalhando com níveis similares de concentrado na dieta de bovinos, verificaram redução da digestão ruminal, compensada por aumentos da digestão pós-ruminal, à medida que substituíram volumoso por concentrado.

A digestão da fração proteica no rúmen depende de sua facilidade de hidrólise, em função da complexidade de suas moléculas (Church, 1988). Quando a velocidade de degradação ruminal de proteínas excede a velocidade de utilização dos compostos nitrogenados para a síntese microbiana, o excesso de amônia produzida no rúmen atravessa a parede ruminal e pode ser perdida (Santos & Pedroso, 2010). Considerando que os valores de digestibilidade ruminal da proteína estão relacionados ao saldo de nitrogênio durante a fermentação ruminal, pode-se inferir que a ULL foi similar ao farelo de soja quanto ao tempo de disponibilização de N para as bactérias ruminais, já que não foi encontrada diferença ($P > 0,10$) entre os níveis de substituição do farelo de soja por ULL sobre a digestibilidade ruminal da PB (Tabela 4). É importante ressaltar que existem outras fontes de nitrogênio que

podem atingir o rúmen, como, por exemplo, a difusão de N através do epitélio do órgão e o N sob a forma de uréia reciclada pela saliva.

O conhecimento dos fatores que influenciam o crescimento das bactérias ruminais é importante na compreensão da nutrição protéica de ruminantes e de fatores que afetam a fermentação ruminal, particularmente a digestão de fibras. Durante a adaptação à dietas com altos teores de concentrado, o pH exerce uma pressão seletiva sobre os microrganismos ruminais. Quando o pH cai, bactérias amilolíticas e resistentes à acidez aumentam, enquanto microrganismos celulolíticos diminuem (Pina et al., 2010), conseqüentemente poderá ocorrer uma menor digestão da FDNcp. Segundo Van Soest (1994), valores de pH inferiores a 6,2 inibem a taxa de digestão e aumentam o *lag time* para a degradação da parede celular. Todavia, no presente trabalho não se encontrou efeito ($P>0,10$) do nível de concentrado sobre a digestão ruminal da FDNcp (Tabela 4). Provavelmente, o pH médio observado, respectivamente 6,13 e 5,90 para as dietas com 40 e 80% de concentrado, não foi capaz de deprimir o crescimento das bactérias celulolíticas. Outra explicação para os valores de digestibilidade da FDNcp encontrados seria o fato da FDNcp das dietas fornecidas serem de boa degradabilidade, por serem provenientes de alimentos nobres, como o milho, o farelo de soja e a silagem de milho. Vários estudos envolvendo dietas com baixa relação volumoso:concentrado também não encontraram diferenças quanto a digestibilidade ruminal da FDN (Berchielli, 1994; Carvalho et al., 1997; Bürger et al., 2000).

Não foi observada diferença significativa ($P>0,10$) dos níveis de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta sobre a digestibilidade intestinal dos parâmetros avaliados (Tabela 4). De forma semelhante ao que ocorreu na digestibilidade ruminal, as inclusões dos diferentes níveis de uréia de liberação lenta proporcionaram semelhantes coeficientes de digestão intestinal de MS, MO, PB, e FDNcp. Os baixos valores encontrados para a digestibilidade intestinal da FDNcp indicam a presença de digestão da fração fibrosa nesse compartimento, estando geralmente associados à fermentação no intestino grosso (Van Soest, 1994).

Tabela 4 – Médias e erro padrão da média (EPM) para digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos não fibrosos (CNF), NDT, digestibilidade ruminal e intestinal da MS, MO, PB e FDNcp, em %, de acordo com os tratamentos experimentais

Item	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				EPM	***Valores de Probabilidade				Médias
	40	80	0%	33%	66%	100%		Conc.	Conc. x ULL	ULL	ULL ²	
Digestibilidade aparente total (%)												
MS	75,47	75,29	75,65	75,75	73,58	76,55	0,69	0,937	0,648	0,896	0,169	75,38
MO	76,94	76,22	76,80	76,90	74,90	77,72	0,70	0,757	0,684	0,854	0,181	76,58
PB	72,48	70,85	71,33	72,12	69,69	73,52	0,60	0,352	0,332	0,353	0,130	71,67
EE	84,40	81,49	82,77	83,43	81,47	84,10	0,88	0,228	0,257	0,744	0,495	82,94
FDNcp	62,36	59,82	60,56	62,47	58,72	62,60	1,35	0,448	0,978	0,793	0,648	61,09
CNF	83,87	82,16	83,65	81,51	81,96	84,94	0,89	0,577	0,698	0,112	0,064	83,01
NDT	74,34	76,21	75,23	74,70	73,83	77,34	0,82	0,478	0,777	0,351	0,129	75,28
****Digestibilidade Ruminal (%)												
MS	52,18	45,89	53,16	47,88	46,75	48,36	1,93	0,154	0,138	0,314	0,308	49,03
MO	55,86	48,31	56,40	50,99	49,66	51,29	1,90	0,074	0,114	0,265	0,274	-
PB	17,52	13,22	15,51	10,66	15,10	20,21	2,69	0,115	0,712	0,434	0,371	15,37
FDNcp	59,28	56,60	58,96	54,95	60,27	57,59	1,62	0,400	0,266	0,931	0,842	57,94
****Digestibilidade Intestinal (%)												
MS	47,54	52,73	47,72	51,80	48,09	52,94	1,85	0,396	0,311	0,360	0,892	50,13
MO	46,67	52,21	46,51	51,13	47,56	52,56	1,94	0,387	0,280	0,286	0,946	49,44
PB	64,80	66,49	65,48	67,91	63,46	65,71	1,10	0,523	0,414	0,711	0,981	65,64
FDNcp	8,70	7,49	9,60	11,12	7,23	10,12	4,24	0,925	0,729	0,694	0,399	8,10

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Uréia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado (Conc.), efeito linear da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL) e sua interação (Conc. x ULL), e efeito quadrático da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL²).

****/ Cálculo da digestibilidade ruminal [(Constituinte consumido – Constituinte no abomaso) / Constituinte consumido] e da digestibilidade intestinal [(Constituinte no abomaso – Constituinte nas fezes) / Constituinte no abomaso].

A ausência de efeito ($P>0,10$) encontrada para a digestibilidade intestinal da proteína bruta (PB) mostrou que a alteração na proporção de nitrogênio não proteico (NNP) das dietas não foi capaz de alterar a digestão da proteína nos compartimentos pós-abomaso (Tabela 4). Possivelmente a proteína microbiana foi capaz de suprir 100% da proteína metabolizada requerida pelos animais. Silva (2007), trabalhando com diferentes teores de PB na dieta de novilhos mestiços não encontraram diferenças entre a digestibilidade intestinal da PB entre os tratamentos com uréia ou farelo de soja.

As médias dos tratamentos não diferiram em relação à digestibilidade total dos nutrientes ($P>0,10$), com exceção da digestibilidade dos carboidratos não fibrosos, que teve efeito quadrático para a inclusão de uréia de liberação lenta ($P<0,10$) (Tabela 4). O baixo nível de ingestão encontrado (Tabela 3), a alta qualidade dos alimentos utilizados na dieta bem como o seu correto balanceamento, podem ter contribuído para uma melhor digestão dos alimentos, o que explica os altos valores de digestibilidade aparente total dos parâmetros avaliados neste trabalho.

O pH do fluido ruminal tem seu valor ideal variando entre 5,5 e 7,0 para a ótima degradação dos alimentos (Furlan, 2006). Os valores mínimos encontrados para este estudo foram de 5,7 e 5,4 para as dietas contendo 40 e 80% de concentrado. Mesmo estando o valor mínimo do pH das dietas com 80% de concentrado inferior ao considerado adequado, este não foi capaz de alterar a digestibilidade aparente total dos parâmetros estudados em relação às dietas com 40% de concentrado.

Segundo Santos (2006), a lisina e a metionina são os dois aminoácidos mais limitantes à produção de carne na maioria das rações utilizadas para bovinos em crescimento, sendo que a proteína microbiana tem excelente perfil destes aminoácidos. A proteína microbiana que chega no abomaso, gerada no rúmen a partir do NNP, tem o mesmo perfil aminoacídico do que as proteínas geradas a partir de fontes de proteína verdadeira, como a do farelo de soja (FS) (Santos & Pedroso 2010), podendo suprir até 100% das exigências de proteína metabolizável para bovinos de corte (NRC 2000). Estes argumentos ajudam a explicar a não diferença ($P>0,10$) encontrada para a digestibilidade aparente total e intestinal da proteína, tanto para os níveis de concentrado utilizados quanto para os níveis de substituição

do farelo de soja pela ULL. O fato de não ter sido encontrada diferença significativa ($P > 0,10$) para eficiência microbiana, que no presente estudo obteve média de 120,18 g/kg de NDT, confirma os dados de digestibilidade aparente total da proteína bruta encontrados (Tabela 4).

Vários estudos encontraram melhorias nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO e FDN_{cp} de dietas contendo ULL em relação a dietas com uréia convencional (Puga et al., 2001; Galina et al., 2003; Galo et al., 2003; Xin et al., 2010). Estes resultados indicam que a ULL diminui o desequilíbrio dos nutrientes para as bactérias ruminais, melhorando o sincronismo entre a liberação de nitrogênio e a disponibilidade de nutrientes. Quando comparada com dietas contendo farelo de soja, as dietas contendo ULL apresentaram valores semelhantes de coeficientes de digestibilidade aparente total da MS (Xin et al., 2010).

A interação entre os níveis de concentrado e a inclusão de uréia de liberação lenta às dietas não foi significativa ($P > 0,10$) para estimativas das taxas de passagem e digestão (Tabela 5). A observação das estimativas obtidas e expostas na Tabela 5 evidencia que a taxa de passagem da PB e da FDN_{cp}, a taxa de digestão da MS, CNF, MO, PB e da FDN_{cp} não foram modificadas ($P > 0,10$) pela substituição do farelo de soja por ULL. Com exceção das taxas de passagem da matéria seca e da matéria orgânica, não foram verificados efeitos ($P > 0,10$) dos níveis de concentrado nas taxas de digestão e passagem dos demais nutrientes (Tabela 5).

A taxa de passagem é um fator fisiológico que interfere no crescimento microbiano, sendo influenciada pela dieta e por outros fatores correlacionados, como o nível de consumo, o manejo alimentar, a quantidade e a qualidade da forragem, além da proporção volumoso: concentrado da dieta. Assim sendo, as maiores taxas de passagem ($P < 0,10$) da MS e MO encontradas para os tratamentos contendo maior nível de concentrado podem ser explicadas pelo fato de as dietas contendo 40% de concentrado conterem maiores quantidades de fibra (Tabela 2).

Sabe-se que o fluxo do conteúdo ruminal não é homogêneo, ou seja, partículas com baixa densidade ou de tamanho elevado geralmente tendem a permanecer um maior tempo no rúmen (Valadares Filho & Pina, 2006). Este é o caso de dietas contendo maior teor de volumoso, estas dietas dependem da degradação dos compostos fibrosos pelos microrganismos, fazendo com que estas partículas reduzam de tamanho e aumentem a densidade, migrando assim para as

posições mais ventrais do rúmen e, a partir daí, passem para os compartimentos subsequentes. Já as partículas provenientes do concentrado têm maior densidade e menor tamanho, permanecendo menos tempo no ambiente ruminal e tendo assim maior taxa de passagem (kp). Esta pode ser a justificativa para os resultados de taxa de passagem da MS e MO encontrados neste trabalho.

Carvalho et al. (1997) relataram taxa de passagem média da MS de 3,5%, quando adicionaram concentrado à dieta de zebuínos, valores próximos aos encontrados neste experimento (média de 3,89 %/hora). Colucci et al. (1982) indicaram que existe uma correlação positiva entre a taxa de passagem com a ingestão de parede celular. Em dietas de alto concentrado, quanto maior a quantidade de FDNcp, maior é a taxa de passagem da digesta (Dalke et al., 1997), devido a um efeito favorável sobre a degradação microbiana no ambiente ruminal. Segundo Turgeon et al. (2010), o aumento do fluxo de saliva e da motilidade ruminal, propiciado pelo fornecimento de quantidades adequadas de fibra em dietas com altos teores energéticos, favorecem uma maior taxa de passagem. A quantidade e composição da dieta são variáveis externas que afetam as taxas de digestão e de passagem, alterando assim os processos de renovação do conteúdo ruminal (Valadares Filho & Pina, 2006).

Quando se trata de cinética ruminal, dois parâmetros são fundamentais para determinação da digestibilidade final, são eles a taxa de digestão (kd) e a taxa de passagem (kp). Estes dois fatores são totalmente interdependentes e são seus valores que determinam os resultados finais de ingestão e digestibilidade (Valadares Filho & Pina, 2006). A digestibilidade ruminal da matéria orgânica foi maior para os animais alimentados com 40 % de concentrado (Tabela 4), este é outro fator que explica a menor kp da MO para estes animais em relação aos alimentados com 80% de concentrado (Tabela 5). O alimento permanecendo mais tempo no rúmen permite a maior atividade de degradação das enzimas microbianas, acarretando assim em uma maior digestibilidade.

Tabela 5 – Médias e erros padrão da média (EPM), para taxa de passagem da matéria seca (MS) matéria orgânica (MO) proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro corrigida pra cinzas e proteína (FDNcp), taxas de digestão (%/hora) da MS, MO, PB e FDNcp de acordo com os tratamentos experimentais

Item	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				EPM	***Valores de Probabilidade				Médias
	40	80	0%	33%	66%	100%		Conc.	Conc. x ULL	ULL	ULL ²	
Taxa de passagem (kp) %/h												
MS	3,40	4,37	3,73	4,06	4,03	3,72	0,15	0,006	0,195	0,962	0,158	-
MO	3,26	4,35	3,62	3,97	3,97	3,66	0,16	0,003	0,157	0,898	0,150	-
PB	5,51	6,13	5,83	6,15	6,04	5,26	0,19	0,108	0,498	0,279	0,150	5,82
FDNcp	1,70	1,61	1,73	1,76	1,56	1,58	0,07	0,676	0,502	0,248	0,986	1,66
Taxa de digestão (kd) %/h												
MS	3,77	3,87	4,22	3,91	3,66	3,49	0,21	0,851	0,237	0,113	0,831	3,82
MO	4,17	4,25	4,65	4,30	4,03	3,85	0,22	0,895	0,225	0,194	0,813	4,21
PB	1,41	0,85	1,06	0,85	1,24	1,37	0,19	0,141	0,727	0,429	0,667	1,13
FDNcp	2,36	2,04	2,34	2,09	2,29	2,07	0,12	0,330	0,311	0,391	0,930	2,20

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Uréia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado (Conc.), efeito linear da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL) e sua interação (Conc. x ULL), e efeito quadrático da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL²).

Os principais fatores reguladores da taxa de digestão da fibra estão relacionados ao tempo de permanência do alimento no rúmen e ao tipo e quantidade de volumoso utilizado na dieta. Isto porque os produtos da fermentação ruminal diferem de acordo com a composição da ração, pois os microrganismos responsáveis pela formação destes compostos têm preferência para digerir carboidratos específicos (Nussio et al., 2006). Dietas com maiores teores de volumosos têm maiores proporções de microrganismos que degradam fibra, ao passo que dietas com maiores teores de concentrado apresentam maiores quantidades de microrganismos amilolíticos, estes competem por substrato com as bactérias celulolíticas, podendo interferir na degradação da fibra. Possivelmente, em função do fato da fibra dos alimentos contidos nas dietas utilizadas neste trabalho serem de boa digestibilidade, propiciou um mesmo comportamento para as taxas de digestão da FDNcp, mesmo em proporções volumoso:concentrado diferentes (Tabela 5).

A ausência de efeito observada para as taxas de digestão da PB para os níveis de inclusão de uréia, bem como para os dois teores de concentrado indica que a fração protéica da dieta propiciada pela ULL foi igualmente eficiente à proteína do farelo de soja, garantindo crescimento microbiano adequado e, conseqüentemente, degradação da matéria orgânica da dieta. Assim, pode-se inferir que o uso de uréia de liberação lenta, nos níveis utilizados, não teria impacto negativo na disponibilização de nutrientes no intestino delgado, quando comparada ao farelo de soja.

O modelo quadrático foi o que melhor descreveu o comportamento dos dados de pH ao longo do tempo. Houve efeito de interação ($P < 0,10$) entre os níveis de concentrado e os níveis de substituição do farelo de soja por ULL sobre o componente cúbico da regressão (Tabela 6). Assim, de acordo com as médias obtidas, foram geradas duas equações para demonstrar o comportamento do pH durante o dia, uma para a dieta com 40% de concentrado ($\text{pH} = 6,8238 + 0,001836 \times \text{ULL} - 0,19411 \times \text{H} - 0,000093 \times \text{ULL} \times \text{H} + 0,008727 \times \text{H}^2$) e outra para a dieta com 80% de concentrado ($\text{pH} = 6,8238 - 0,00303 \times \text{ULL} - 0,2195 \times \text{H} + 0,000267 \times \text{ULL} \times \text{H} + 0,008727 \times \text{H}^2$). Nas Figuras 1 e 2 estão plotadas as curvas para as duas equações referentes às dietas com diferentes níveis de concentrado.

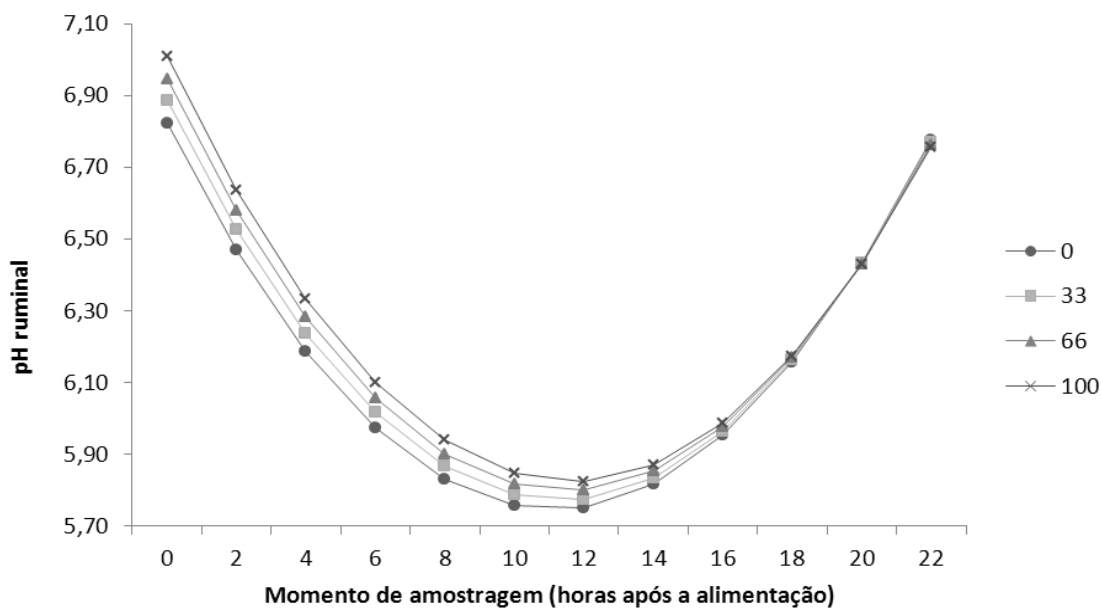


Figura 1 - Valores médios do pH ruminal em função do momento de amostragens e dos tratamentos para as dietas com 40% de concentrado. Equação do comportamento do pH ruminal: $pH(40) = 6,8238 + 0,001836 \times ULL - 0,19411 \times Hora - 0,000093 \times ULL \times Hora + 0,008727 \times Hora^2$.

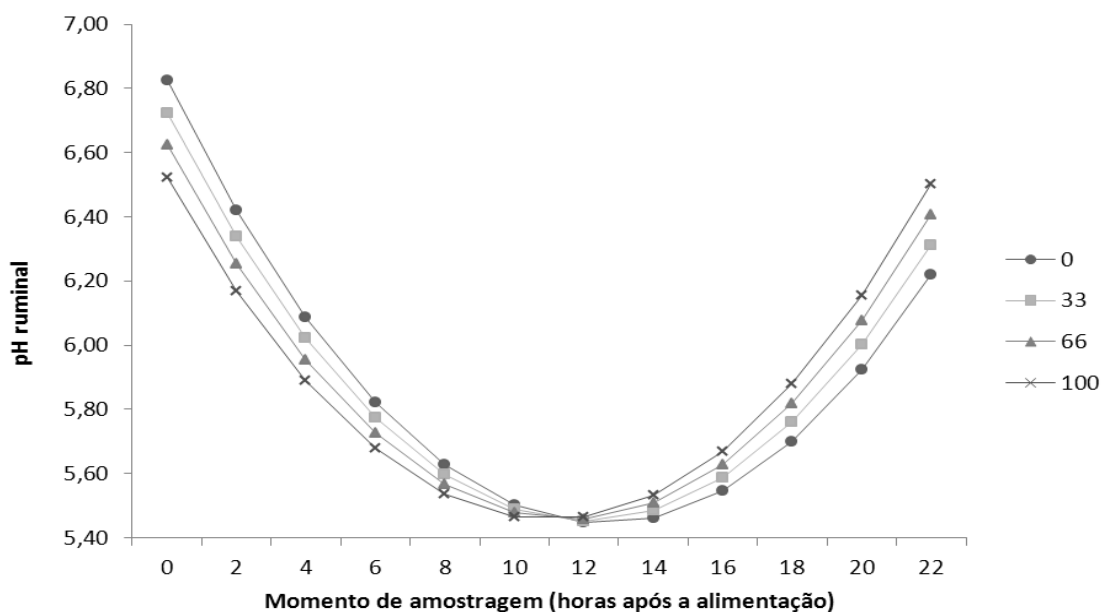


Figura 2 - Valores médios do pH ruminal em função do momento de amostragens e dos tratamentos para as dietas com 80% de concentrado. Equação do comportamento do pH ruminal: $pH(80) = 6,8238 - 0,00303 \times ULL - 0,2195 \times HORA + 0,000267 \times ULL \times HORA + 0,008727 \times HORA^2$.

Tabela 6 – Valores de pH ruminal referentes aos níveis de substituição do farelo de soja pela uréia de liberação lenta, em horas após a alimentação.

Tempo ¹	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				***Valores de Probabilidade			
	40	80	0%	33%	66%	100%				
0	6,0	5,6	5,8	5,8	5,9	5,8	CONC.	0,005	ULL x HORA ²	0,795
2	6,1	5,8	5,8	6,0	5,9	6,1	ULL	0,022	ULL x HORA ² x CONC.	0,038
4	6,4	5,9	6,1	6,1	6,2	6,2	ULL x CONC.	0,069	ULL ²	0,797
6	6,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,6	HORA	< 0.0001	ULL ² x CONC.	0,070
8	6,9	6,8	6,8	6,8	6,9	6,8	HORA x CONC.	0,001	HORA x ULL ²	0,954
10	6,5	6,2	6,4	6,3	6,4	6,4	ULL x HORA	0,493	HORA x ULL ² x CONC.	0,906
12	6,1	5,9	6,0	6,0	6,0	6,0	ULL x HORA x CONC.	0,019	HORA ² X ULL ²	0,585
14	5,9	5,9	5,9	5,8	5,8	5,9	HORA ²	< 0.0001	HORA ² x ULL ² x CONC.	0,847
16	5,9	5,6	5,8	5,8	5,8	5,7	HORA ² x CONC.	0,005		
18	5,7	5,6	5,7	5,6	5,6	5,7				
20	5,8	5,4	5,5	5,4	5,8	5,7				
22	5,8	5,6	5,7	5,9	5,5	5,7				
Média	6,1	5,9	6,0	6,0	6,0	6,1				

^{1/} Correspondem aos horários em que as coletas foram realizadas imediatamente após o fornecimento da refeição (7h00);

* / FS = farelo de soja;

** / ULL = Ureia de liberação lenta;

*** / Efeitos relativos ao nível de concentrado (CONC.), inclusão de uréia de liberação lenta (ULL) à dieta, hora do dia, seus efeitos lineares e quadráticos e suas interações.

As dietas foram fornecidas uma vez ao dia, às sete horas da manhã e os pontos críticos de pH ocorreram, para os animais recebendo dieta com 40 % de concentrado, às 11,12, 11,30, 11,47, e 11,65 horas após a alimentação, respectivamente para 0, 33, 66 e 100 % de substituição do farelo de soja por ULL, já para os animais recebendo 80 % de concentrado, os pontos de mínima foram às 12,56, 12,07, 11,57 e 11,05 horas após a alimentação, respectivamente para 0, 33, 66 e 100 % de substituição do farelo de soja por ULL. Segundo Oba & Allen (2003), o pH ruminal tende a cair após a alimentação, chegando ao seu menor valor em torno de quatro a seis horas após a sua alimentação e reflete o balanço entre as taxas de produção e absorção dos ácidos graxos voláteis, o influxo de tampões por meio da saliva e a presença ou liberação de tampões ou bases do alimento.

Pode-se observar que com 40% de concentrado (Figura 1), a dieta com 100% de substituição do farelo de soja por ULL manteve os maiores níveis de pH, seguidas das dietas de 66, 33 e 0% de substituição. Este comportamento foi mais pronunciado até os horários de ponto crítico, tendendo a se igualar nos últimos horários de coleta. Provavelmente as dietas com menores teores de ULL promoveram uma maior fermentação no rúmen, gerando alterações no perfil e quantidade de ácidos graxos voláteis, que conseqüentemente causam redução no pH ruminal. Esse aumento nos ácidos graxos voláteis no rúmen, aparentemente, ocorre pelo resultado de maior produção de ácidos orgânicos, que excede a taxa de utilização, absorção e/ou passagem.

Para as dietas com 80% de concentrado, o comportamento do pH observado nos animais que receberam a dieta que não continha ULL demonstrou valores mais elevados que os demais tratamentos até horários de ponto crítico, o que está provavelmente relacionado ao melhor sincronismo entre a liberação de $N-NH_3$ e a disponibilidade de energia. A partir do ponto crítico o quadro se inverteu, com as dietas sem ULL passando a apresentar menores valores de pH (Figura 2). Esse comportamento ocorreu possivelmente pela maior absorção dos ácidos graxos pelo epitélio ruminal e conseqüente diminuição da concentração de AGV's no rúmen dos animais alimentados com estas dietas. A maioria dos trabalhos estudando os efeitos da ULL sobre o pH ruminal foram feitos contendo baixos níveis de concentrado em suas dietas, não encontrando efeito quando comparada à uréia convencional (Gonçalves, 2006; Harrison, 2006; Paula, 2009) ou à soja (Xin, 2010).

A redução do pH de 6,5 para 5,5 diminui a eficiência de síntese microbiana (Hoover & Stokes, 1991), diminuindo principalmente o crescimento de microrganismos fibrolíticos. Porém, a diminuição do pH neste estudo não foi capaz de reduzir a digestibilidade aparente total da proteína bruta (71,67 %) e da FDNcp (82,94 %). Segundo Owens & Goetsch (1988), o pH do fluido ruminal varia entre 5,5 e 6,5 para dietas ricas em concentrado e, segundo Furlan et al. (2006), o valor ideal para o ambiente ruminal varia entre 5,5 e 7,0. Os valores médios encontrados neste trabalho se encontram dentro destas margens (Tabela 6).

Da mesma forma que o pH, houve efeito de interação tripla ($P < 0,10$) entre os níveis de concentrado na dieta, os níveis de inclusão da ULL em substituição ao farelo de soja e os horários de coleta para as concentrações de N-NH₃ ruminal (Tabela 7). As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas cubicamente pelos tempos de coleta.

O primeiro pico foi atingido em duas, cinco, seis e nove horas após o fornecimento das rações para os tratamentos com 0, 33, 66 e 100% de substituição do farelo de soja por ULL em dietas com 40% de concentrado, respectivamente. O comportamento cúbico demonstrou um pico de N-NH₃ mais tardio conforme a quantidade de ULL na dieta (Figura 3), seguida de um declínio e posterior recuperação dos níveis de N-NH₃. No entanto, não houve queda nos valores de N-NH₃ para níveis considerados críticos. As concentrações de N-NH₃ ruminal foram maiores para os animais alimentados com 100 % de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta na dieta durante todo o dia. Isto ocorreu pois as dietas com maiores teores de uréia de liberação lenta apresentaram maiores níveis de NNP (Tabela 2) e pela capacidade da ULL de retardar a liberação de uréia, que acarreta maior disponibilização de N-NH₃ no rúmen durante todos os horários do dia.

Para as dietas com 80% de concentrado o primeiro pico na concentração de N-NH₃ ocorreu duas horas após o fornecimento das rações, para o tratamento sem ULL e três horas para os demais níveis de ULL. O comportamento das concentrações de N-NH₃ ruminal sofreu uma inversão após as 10 horas, apresentando maiores valores para os tratamentos com menores teores de ULL (Figura 4). Estes maiores valores possivelmente estão relacionados à liberação do N-NH₃ da PB do farelo de soja e ao melhor sincronismo ruminal entre a liberação de amônia e a disponibilidade de energia propiciada pelas dietas com maiores teores

de ULL, que resultam em melhor aproveitamento do N-NH₃ pelos microrganismos ruminais.

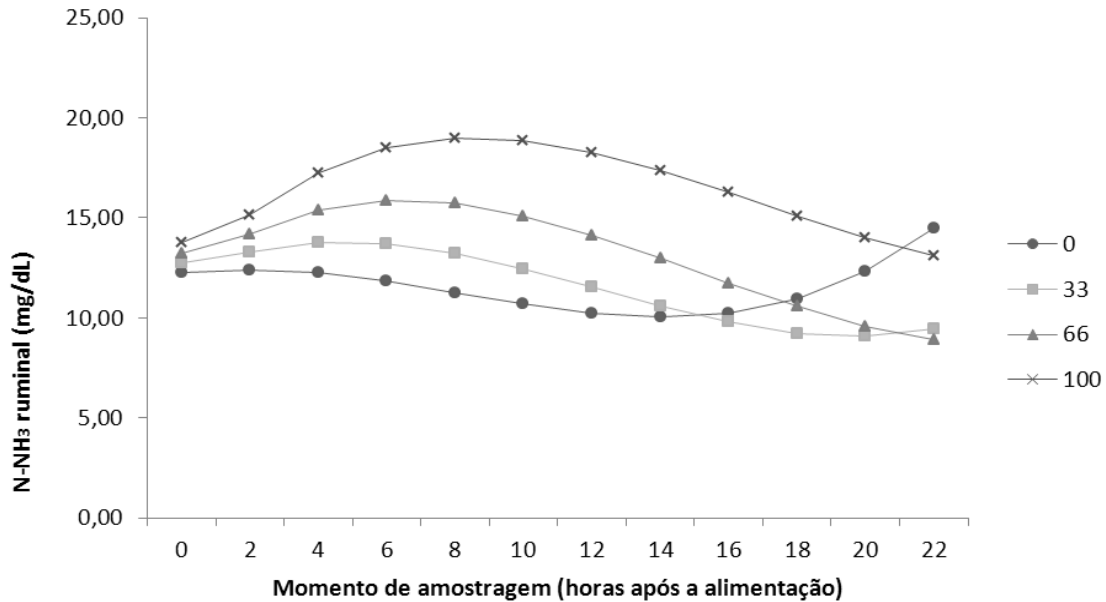


Figura 3 - Valores médios de N-NH₃ ruminal em função do momento de amostragens e dos tratamentos para as dietas com 40% de concentrado. Equação do comportamento do N amoniacal ruminal: $N-NH_3(40) = 12.0886 + 0.2704 \times HORA + 0.01546 \times HORA \times ULL - 0.06891 \times HORA^2 - 0.00116 \times HORA^2 \times ULL + 0.00000429 \times HORA^2 \times ULL^2 + 0.002798 \times HORA^3$.

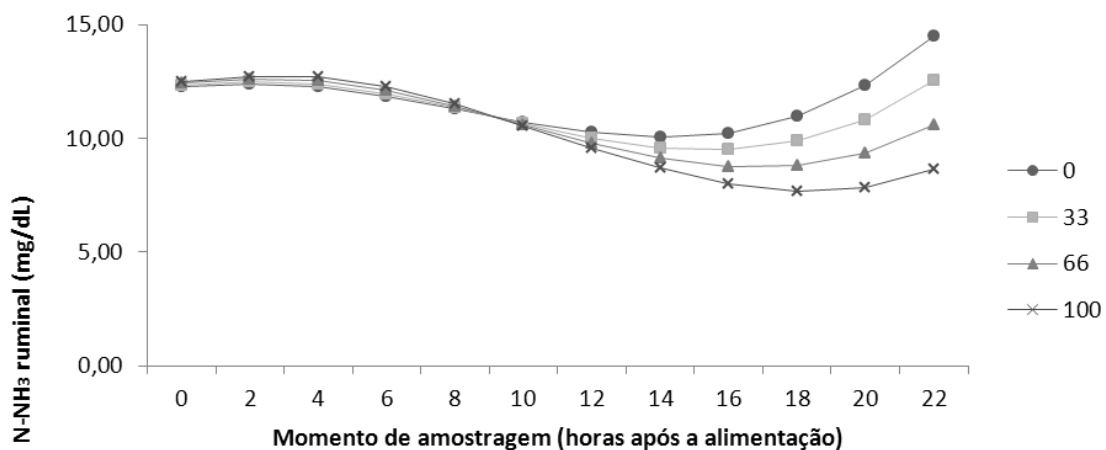


Figura 4 - Valores médios de N-NH₃ ruminal em função do momento de amostragens e dos tratamentos para as dietas com 80% de concentrado. Equação do comportamento do N amoniacal ruminal: $N-NH_3(80) = 12.0886 + 0.2704 \times HORA - 0.00196 \times HORA \times ULL - 0.06891 \times HORA^2 - 0.00021 \times HORA^2 \times ULL + 0.00000429 + 0.002798 \times HORA^3$.

Tabela 7 – Concentração de N-NH₃, em mg/dL, referentes aos níveis de substituição do farelo de soja pela uréia de liberação lenta, em horas após a alimentação.

Tempo ¹	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				***Valores de Probabilidade			
	40	80	0%	33%	66%	100%				
0	13,69	13,44	12,02	13,56	10,77	17,91	CONC.	0,348	ULL ² x CONC.	0,412
2	17,01	15,19	13,13	14,52	10,90	25,86	ULL	0,722	HORA x ULL ²	0,575
4	12,33	10,57	10,90	13,54	9,27	12,11	ULL x CONC.	0,260	HORA x ULL ² x CONC.	1,000
6	12,56	11,51	14,95	11,27	10,89	11,03	HORA	0,570	HORA ² x ULL ²	0,004
8	15,15	12,46	13,36	14,49	13,42	13,94	HORA x CONC.	0,205	HORA ² x ULL ² x CONC.	0,308
10	27,37	11,88	15,04	17,47	24,42	21,55	ULL x HORA	0,028	HORA ³	0,061
12	15,64	7,43	7,98	8,22	16,01	13,93	ULL x HORA x CONC.	<0.0001	HORA ³ x CONC.	0,530
14	9,88	6,19	5,28	6,67	9,78	10,41	HORA ²	0,193	ULL x HORA ³	0,703
16	15,54	7,16	7,05	9,39	9,85	19,12	HORA ² x CONC.	0,954	ULL x HORA ³ x CONC.	0,689
18	11,00	14,51	12,53	7,32	16,13	15,05	ULL x HORA ²	0,003	ULL ² x HORA ³	0,733
20	11,78	14,25	14,04	10,77	11,15	16,10	ULL x HORA ² x CONC.	<0.0001	ULL ² x HORA ³ x CONC.	0,481
22	12,75	13,42	16,61	9,60	9,55	16,57	ULL ²	0,116		
Média	14,56	11,50	11,91	11,40	12,68	16,13				

^{1/} Correspondem aos horários em que as coletas foram realizadas imediatamente após o fornecimento da refeição (7h00);

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Ureia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado, inclusão de uréia de liberação lenta à dieta, hora do dia, seus efeitos lineares, quadráticos e cúbicos e suas interações.

O N-NH₃ no rúmen, tem sua origem não só da desaminação de aminoácidos, mas também de compostos nitrogenados não proteicos, como a uréia de liberação lenta. O N-NH₃ é requerido pelos principais microrganismos ruminais, sendo a principal fonte de nitrogênio utilizada pelas bactérias que fermentam carboidratos fibrosos. Desta forma, a concentração de N-NH₃ constitui passo limitante para que haja disponibilidade de enzimas para que o processo de degradação da fibra ocorra. Porém, existe uma grande controvérsia em relação a qual seria a concentração de N-NH₃ ruminal considerada ótima para o crescimento microbiano.

De acordo com Valadares Filho & Pina (2006), as concentrações de N-NH₃ ruminal não devem ser definidas por um número fixo, pois a capacidade das bactérias sintetizarem proteína e a utilização de N-NH₃ dependem da taxa de fermentação de carboidratos. Isto ajudaria a explicar o fato das dietas com 100% de substituição do farelo de soja por ULL apresentarem menores concentrações de N-amoniaco após 10 horas do fornecimento da dieta para os animais alimentados com 80% de concentrado. Como o aporte de nitrogênio, teoricamente, é mais constante, devido às características da ULL, e como as dietas com 80% de concentrado continham alta disponibilidade de energia durante todo o dia, provavelmente houve melhor sincronia entre energia e N disponível, favorecendo a incorporação deste nitrogênio pelas bactérias e, conseqüentemente, diminuindo as concentrações de N-NH₃ no rúmen e aumentando a síntese de proteína microbiana. Xin et al. (2010), trabalhando com ULL, uréia comum e proteína isolada de soja encontraram menores valores de concentração de N-NH₃ para uréia de liberação lenta em relação ao farelo de soja e à uréia comum.

A uréia é degradada no rúmen a taxas superiores a 300%/h, velocidade muito superior à eficiência dos microrganismos ruminais em utilizar o N-NH₃ para síntese de proteína microbiana (Santos & Pedroso, 2010). O N-NH₃ não utilizado pelas bactérias é absorvida pela parede do rúmen, atingindo a corrente sanguínea. Altas concentrações de N-NH₃ no sangue são tóxicas aos animais. Admite-se, frequentemente, ser o nível ótimo de nitrogênio amoniacal no rúmen de 10 mg N-NH₃/dL de conteúdo ruminal (Valadares Filho & Pina, 2006). Detman (2010) sugere que o mínimo de 8 mg de nitrogênio amoniacal ruminal/dL de fluido ruminal deve ser estabelecido por intermédio do uso de recursos suplementares de forma a propiciar plena capacidade de degradação microbiana da fibra oriunda da forragem. Já Leng

(1990), determinou de 10 e 20 mg/dL as concentrações de N-NH₃ ruminal para otimização da degradação ruminal e consumo voluntário em condições tropicais. Ainda, Satter & Slyter (1974) e Schaefer et al. (1980) sugeriram que concentrações ruminais de N-NH₃ abaixo de 5,0 mg/dL poderiam restringir a produção de proteína microbiana. Em quaisquer dos tempos de coleta, em todos os tratamentos, os valores de N-NH₃ sempre estiveram acima desse valor limite, o que explicaria, também, a ausência de efeito de tratamentos sobre a produção de proteína microbiana (Tabela 9).

O pico de concentração amoniacal no rúmen ocorre de uma a duas horas após a alimentação, sendo que as concentrações de N-NH₃ no rúmen acima de 100mg/dL estão associadas com intoxicação animal (Santos & Pedroso, 2010). Neste estudo, mesmo nas máximas dosagens de NNP relacionadas à ULL, as concentrações de N-NH₃ ficaram muito abaixo dos níveis de N-NH₃ ruminal considerados tóxicos (Tabela 7). Estes baixos valores encontrados podem estar relacionados ao alto aporte energético propiciado pelas dietas experimentais, que faz com que o N-NH₃ presente no rúmen seja rapidamente incorporado pelos microrganismos ruminais. Taylor-Edwards et al. (2009), trabalhando com novilhos de corte afirmam que dosagens intra-ruminais de ULL impediram o rápido aumento na concentração de N-NH₃ ruminal ocorridos quando se utilizou somente a uréia convencional. Já Owens et al. (1980) relataram que a liberação de N-NH₃ no rúmen foi mais lenta para a uréia de liberação lenta do que para a uréia não revestida, melhorando assim a fermentação ruminal.

Não houve interação entre os teores de concentrado e os níveis de substituição do farelo de soja por ULL em nenhum dos parâmetros de excreção de nitrogênio. A excreção de nitrogênio total na urina (NU), expresso em gramas (Tabela 8) aumentou linearmente com o aumento dos níveis de inclusão de ULL em substituição ao farelo de soja ($P < 0,10$). Para cada unidade percentual de ULL acrescido à dieta houve elevação de 0,118 gramas de NU por dia. Estas maiores perdas de nitrogênio, conforme foram aumentados os níveis de ULL na dieta, podem estar relacionadas ao fato da uréia de liberação lenta promover maior liberação de N-NH₃ no rúmen, em relação ao farelo de soja, o que poderia acarretar em menor eficiência na utilização do nitrogênio dietético e conseqüente maior eliminação do mesmo na urina. Segundo Santos (2006), a maior parte da amônia não utilizada no

rúmen para síntese microbiana é absorvida pela parede ruminal e transportada para o fígado, podendo ser reciclada ou eliminada na forma de uréia pela urina. No entanto, quando se comparou a excreção de nitrogênio total na urina, em miligramas por quilo de peso corporal, não se observou efeito da inclusão de ULL (Tabela 8). O que pode explicar esse comportamento é o fato de o peso corporal também exercer grande efeito na excreção urinária de nitrogênio (Kojima et al., 2005).

A quantidade de proteína bruta na dieta é considerada o item que exerce maior efeito na excreção urinária de nitrogênio (Kojima et al., 2005). Em situações em que o animal tem à sua disposição alimentação que proporcione elevada concentração de nitrogênio ruminal em relação aos carboidratos, grandes concentrações de uréia sanguínea são observadas, com conseqüente perda de nitrogênio pela via urinária (Furlan et al., 2006).

Conforme discutido anteriormente, a degradação da uréia pode ocorrer de forma muito mais acelerada do que a capacidade dos microrganismos ruminais de utilizar o N-NH₃, resultando em acúmulo e excreção de nitrogênio amoniacal. Assim, uma parte potencialmente grande do nitrogênio, proveniente de fontes de nitrogênio não proteico, é excretada na urina e, posteriormente, poderá ser convertida no solo em nitrato, amônia ou óxidos de nitrogênio (Tamminga, 1992; Tamminga, 1996), contribuindo assim para a poluição ambiental (Broderick et al., 2009). É importante o estudo de práticas de alimentação de animais que reduzam a quantidade de uréia na urina e conseqüente diminuição na emissão de N-NH₃ para o ambiente. Neste contexto, os animais do presente estudo apresentaram valores de excreção de nitrogênio total e uréico na urina por quilo de peso corporal inferiores aos encontrados por Monnerat et al. (2008) e Mezzomo (2010), que trabalharam com altos níveis de concentrado. Estes baixos valores de NUU encontrados denotam maior eficiência de utilização da proteína da dieta.

Como apresentado na Tabela 8, não foram verificados efeitos ($P>0,10$) da interação entre a inclusão de ULL e os níveis de concentrado na dieta sobre as concentrações de nitrogênio uréico no soro. Não houve interação entre os teores de concentrado e os níveis de substituição do farelo de soja por ULL nas concentrações de nitrogênio no soro.

Tabela 8 – Médias e erro padrão da média (EPM) para as concentrações de nitrogênio uréico no soro (NUS), excreções de N total na urina (NU) e de nitrogênio uréico na urina (NUU), referentes aos níveis de concentrado e de substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta na dieta.

Item	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				EPM	***Valores de Probabilidade			
	40	80	0%	33%	66%	100%		Conc.	Conc. x ULL	ULL	ULL ²
	Concentração (mg/dL)										
NUS	12,83	10,24	11,35	11,30	11,57	11,90	0,53	0,182	0,430	0,443	0,745
	Excreção diária										
NU(g)	65,36	61,93	60,14	50,01	63,89	71,55	2,09	0,613	0,101	0,007	0,132
NUU(g)	50,89	47,42	50,67	47,32	42,62	56,00	2,45	0,413	0,608	0,077	0,045
NUU(mg/kgPC)	116,91	111,43	115,33	109,75	99,63	131,98	5,06	0,514	0,707	0,091	0,043
NU(mg/kgPC)	150,89	146,43	139,82	137,98	148,43	168,41	4,40	0,516	0,114	0,531	0,113
NUU/NU (%)	79,13	75,50	82,06	80,88	67,04	79,28	3,32	0,560	0,192	0,435	0,281

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Uréia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado (Conc.), efeito linear da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL) e sua interação (Conc. x ULL), e efeito quadrático da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL²).

Como todo processo metabólico, a síntese de uréia pelos animais gera um gasto energético. De acordo com Van Soest (1994), estes custos são de 12 kcal/g de nitrogênio. A uréia sérica, além de representar custo energético pela sua síntese no fígado, pode afetar a saúde do animal, pois, valores de amônia acima da capacidade metabólica do fígado proporcionam um aumento na concentração de amônia no sangue, o que pode levar à formação de carbamato de amônia e à intoxicação do animal por depressão do sistema nervoso central (Alves, 2004).

Não houve diferenças em relação ao nitrogênio uréico no soro (NUS), tanto para os níveis de substituição do farelo de soja por ULL quanto para os níveis de concentrado na dieta, o que pode ser explicado pelo fato da proteína dietética ter sido similar para todos os tratamentos. Valadares et al. (1997) e Valadares et al. (1999) demonstraram que a concentração sérica de uréia está positivamente relacionada à ingestão de nitrogênio, observando que em dietas com 12,00 % de PB o nível médio de nitrogênio uréico no plasma foi de 15,7 mg/dL. Os valores encontrados para o nitrogênio no soro (Tabela 8) ficaram próximos à margem mínima considerada normal para bovinos, que variam de 10 a 30 mg/dL (Swenson & Reece 1996), fato que indica melhor eficácia no uso da proteína dietética pelos animais. Segundo Staples et al. (1993), estas concentrações são indicadores da proteína não utilizada pelo animal.

É sabido que a proteína é o componente mais oneroso da alimentação animal. As perdas de compostos nitrogenados geradas pela ineficiência no sincronismo entre a disponibilidade de energia e proteína no rúmen poderão acarretar em aumento do custo da dieta. Neste contexto, os efeitos quadráticos encontrados para a excreção de nitrogênio uréico na urina (Tabela 8), cuja equação obtida foi $NUU = 51,6310 - 0,3421 \times ULL + 0,003766 \times ULL^2$ ($P < 0,10$), indicaram que a substituição de 45,42 % do farelo de soja por ULL é o nível em que se encontram as menores excreções de NUU.

Não foi verificado efeito de interação ($P > 0,10$) dos níveis de concentrado e as inclusões de uréia de liberação lenta à dieta sobre a quantidade de nitrogênio ingerido, excretado nas fezes e na urina, o balanço de nitrogênio e sobre a eficiência de utilização de nitrogênio (Tabela 9). O fato das dietas com 40 e 80 % de concentrado terem sido balanceadas com mesmos teores de proteína bruta (Tabela 2), bem como não terem sido encontradas diferenças ($P > 0,10$) no consumo e

digestibilidade aparente total da PB para os níveis de concentrado utilizados explicam estes resultados.

Encontrou-se efeito linear negativo ($P < 0,10$) da substituição do farelo de soja por ULL sobre a quantidade de N ingerido e na excreção fecal de N (Tabela 9), o que ocorreu, provavelmente, em consequência do menor consumo de matéria seca e proteína bruta encontrados conforme foi incluída a ULL, redução de 5,8 gramas no consumo de MS e 0,58 gramas no consumo de PB para cada unidade percentual de ULL acrescida à dieta, já que não houve grande variação na concentração de PB das dietas (Tabela 1). O coeficiente de digestibilidade aparente total da PB mostrou-se invariável aos tratamentos empregados (média de 71,67%), justificando tal resultado.

A excreção total de nitrogênio na urina aumentou linearmente ($P < 0,10$) conforme foram aumentados os níveis de ULL na dieta em substituição ao farelo de soja (Tabela 9). Provavelmente, a alteração da composição química da PB (relação NNP e proteína verdadeira) dietética tenha aumentado a degradação ruminal da proteína. Quanto maior a degradação da proteína dietética, maior é a produção de amônia ruminal e, conseqüentemente, maiores são as perdas de nitrogênio na urina (Santos & Pedroso, 2010).

O balanço dos compostos nitrogenados e a eficiência de utilização do nitrogênio diminuíram linearmente ($P < 0,10$) na medida em que o farelo de soja da dieta foi substituído por uréia de liberação lenta (Tabela 9). Ambos não sofreram efeitos de interação ($P > 0,10$) dos níveis de concentrado sobre a inclusão de uréia de liberação lenta. Como houve diminuição na ingestão e aumento na excreção urinária de nitrogênio na medida em que se aumentaram os níveis de ULL na ração, é plausível o efeito obtido sobre o balanço de nitrogênio (Tabela 9). Os resultados mostraram que a retenção de nitrogênio foi menor, conforme se adicionou ULL à dieta. Os efeitos da alteração observada no balanço de nitrogênio sobre o desempenho precisam ser estudados para que se possa inferir até que ponto o farelo de soja da dieta pode ser substituído por ULL sem que haja prejuízo à deposição de tecidos corporais.

Tabela 9 – Médias e erro padrão da média (EPM), para os compostos nitrogenados (N) ingeridos, excretados nas fezes e urina, balanço dos compostos nitrogenados (BN) e eficiência de uso do nitrogênio (EfN), do nitrogênio microbiano (Nmic), da eficiência microbiana (Ef.mic.) e do pH ruminal (pH) e da concentração de N-NH₃ referentes aos teores de concentrado e aos níveis de substituição do farelo de soja pela ULL nas dietas.

Item	Nível de Concentrado		Substituição do *FS por **ULL				EPM	***Valores de Probabilidade			
	40	80	0%	33%	66%	100%		Conc.	Conc. x ULL	ULL	ULL ²
	g/dia										
N ingerido	163,85	169,48	171,89	170,24	159,37	165,16	4,65	0,780	0,646	0,065	0,304
N fezes	45,11	49,09	49,10	47,74	47,88	43,68	1,53	0,503	0,566	0,038	0,422
N urina	65,36	61,93	60,14	50,01	63,89	71,55	2,09	0,613	0,101	0,007	0,132
BN	53,38	58,46	62,66	63,49	47,60	49,94	3,06	0,628	0,565	0,003	0,815
Ef. N (%)	32,34	33,85	36,04	37,63	29,25	29,46	1,27	0,628	0,402	0,005	0,777
N mic. (g/dia)	143,93	160,10	158,30	149,81	153,82	146,25	18,27	0,126	0,935	0,418	0,991
Ef. mic. (g/kg NDT)	117,56	122,81	126,37	107,50	132,31	114,54	5,05	0,788	0,135	0,822	0,816

*/ FS = farelo de soja;

**/ ULL = Uréia de liberação lenta;

***/ Efeitos relativos ao nível de concentrado (Conc.), efeito linear da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL) e sua interação (Conc. x ULL), e efeito quadrático da inclusão de uréia de liberação lenta à dieta (ULL²).

Apesar de os resultados de balanço e da eficiência de utilização do nitrogênio terem apontado uma maior perda de nitrogênio pelos animais, conforme aumentaram-se os níveis de ULL na dieta, a eficiência de síntese de nitrogênio de origem microbiana e a quantidade total de proteína microbiana não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos ($P>0,10$), indicando que os níveis de ULL não diminuíram a atividade microbiana no rúmen (Tabela 9). Harrisson et al. (2006) encontraram que o percentual do N dietético convertido em N microbiano foi maior para animais suplementados com ULL em comparação à uréia convencional.

A maior parte dos aminoácidos absorvidos pelos ruminantes é proveniente da proteína microbiana sintetizada no rúmen (Pina et al., 2010), que pode suprir de 50 a 100% da proteína metabolizável exigida para bovinos de corte, sendo considerada fonte de boa qualidade quanto à sua digestibilidade intestinal (em torno de 80%) e ao seu perfil de aminoácidos (NRC, 2000). Diante de tais aspectos, tem sido objetivo dos nutricionistas maximizar o fluxo de proteína microbiana para o intestino delgado, aumentando assim a sua eficiência produtiva.

Não foram encontradas diferenças ($P>0,10$) entre os níveis de substituição do farelo de soja por ULL, nem dos níveis de concentrado testados para a eficiência microbiana (Ef. mic.). A mesma varia de acordo com a composição iônica do meio, com a composição do alimento e com a taxa de crescimento microbiano (Pina et al., 2010). De acordo com Russell et al. (1992), as espécies microbianas diferem também quanto aos seus custos de manutenção, sendo que os microrganismos fibrolíticos têm menor exigência de energia do que os amilolíticos. O aporte de carboidratos é o fator mais limitante para o crescimento microbiano. Assim, maximizando a quantidade de nitrogênio microbiano sintetizada por unidade de energia fermentada, resulta em um máximo crescimento microbiano (Pina et al., 2010). Portanto, pode-se inferir que todos os tratamentos testados neste estudo propiciaram ambiente adequado à produção microbiana, sendo que o valor médio encontrado neste estudo foi de 120,18 gramas de proteína microbiana para cada quilo de NDT consumido (Tabela 9), ficando abaixo de 130 g PMic/kg NDT, valor recomendado pelo NRC (2001) e bem próximos dos 120 g PMic/kg NDT sugeridos por Valadares Filho et al. (2006).

Conclusões

A utilização de uréia de liberação lenta diminui o consumo de matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de bovinos em terminação, mantendo, entretanto, o consumo de nutrientes digestíveis totais inalterado.

A substituição total do farelo de soja por ULL não altera a digestibilidade, nem as taxas de digestão e passagem da MS, MO, PB e FDNcp de dietas para bovinos em terminação.

O uso de ULL, quando comparada ao farelo de soja, promove maiores concentrações de N-NH₃ durante todos os períodos do dia, para animais alimentados com dietas contendo 40 % de concentrado.

A substituição do farelo de soja por uréia de liberação lenta permite melhor recuperação do pH ruminal após atingir o valores mínimos em dietas com alto concentrado quando comparada ao farelo de soja.

A eficiência e a produção de proteína microbiana não são afetadas pelo uso de ULL na dieta de bovinos em terminação, apesar de diminuir a eficiência do uso do nitrogênio ingerido.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.7, p.1598-1624, 2000.
- ALLEN, M.S.; LINTON J.A.V. In vivo methods to measure digestibility and digestion kinetics of feed fractions in the rumen. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL AVANÇOS EM TÉCNICAS DE PESQUISA EM NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 1., 2008, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2007. p.72-89, 2007.
- ALMEIDA, R.; OSTRENYK, A. Aditivos para gado leiteiro. In: **Manejo Alimentar de Bovinos. Anais do 9º Simpósio sobre nutrição de bovinos**. Piracicaba – SP, 2011. p.217–256.
- ALVES, D.D. Nutrição aminoacídica de bovinos. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.10, n.3, p.265-271, 2004.
- AZEVEDO, E.B.D.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.D., et al. Incorporação de uréia encapsulada em suplementos protéicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.38, p.1381-1387, 2008.
- BERCHIELLI, T.T. **Efeito da relação volume:concentrado sobre a partição da digestão, a síntese de proteína microbiana, produção de ácidos graxos voláteis e o desempenho de novilhos em confinamento**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 1994. 104p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais, 1994.
- BRODERICK, G.A.; STEVENSON, M.J.; PATTON, R.A. Effect of dietary protein concentration and degradability on response to rumen-protected methionine in lactating dairy cows¹. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.6, p.2719-2728, 2009.
- BULLE, M.L.M.; RIBEIRO, F.G.; LEME, P.R., et al. Desempenho de tourinhos cruzados em dietas de altos teor de concentrado com bagaço de cana-de-açúcar como único volumoso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.444-450, 2002.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.206-214, 2000.
- CARVALHO, A.Ú.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F., et al. Concentrate levels in diets of zebu cattle. 1. Intake and apparent digestibility. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.5, p.986-995, 1997.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-132, 1962.
- 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 the technical details**. Bucksburnd 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. **El rumiante: fisiología digestiva y nutrición**. 2.ed. - Aragoza: ACRIBIA. 1988. 640p.

COLUCCI, P.E.; CHASE, L.E.; VAN SOEST, P.J. Feed Intake, Apparent Diet Digestibility, and Rate of Particulate Passage in Dairy Cattle. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.8, p.1445-1456, 1982.

DALKE, B.S.; SONON, R.N.; YOUNG, M.A., et al. Wheat middlings in high-concentrate diets: feedlot performance, carcass characteristics, nutrient digestibilities, passage rates, and ruminal metabolism in finishing steers. **Journal of Animal Science**, v.75, n.9, p.2561-2566, 1997.

DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Otimização do uso de recursos forrageiros basais. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 7, 2010, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: DZO-UFV, 2010. p.191-240.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, p.980-984, 2010.

FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. FAPESP, 2006. p.001-021.

GALINA, M.A.; PÉREZ-GIL, F.; ORTIZ, R.M.A., et al. Effect of slow release urea supplementation on fattening of steers fed sugar cane tops (*Saccharum officinarum*) and maize (*Zea mays*): ruminal fermentation, feed intake and digestibility. **Livestock Production Science**, v.83, p.1-11, 2003.

GALO, E.; EMANUELE, S.M.; SNIFFEN, C.J., et al. Effects of a polymer-coated urea product on nitrogen metabolism in lactating Holstein dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.2154-2162, 2003.

GELINSKI, L.A.M.; ANDRIGUETTO, J.L.; JR., P.R. **MONENSINA E URÉIA DE LIBERAÇÃO LENTA NO DESEMPENHO DE BOVINOS CONFINADOS**. 2004. p.

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

HARRISON, G.A.; TRICARICO, J.M.; DAWSON, K.A. Effects of urea and Optigen® II on ruminal fermentation and microbial protein synthesis in rumen-simulating cultures. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND FOOD INDUSTRIES , 22., 2006, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2006.

HOOVER, W.H.; STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3630-3644, 1991.

KOJIMA, H.; KUME, S.-I.; NONAKA, K., et al. Effects of feeding and animal performance on nitrogen, phosphorus and potassium excretion by Holstein cows. **Animal Science Journal**, v.76, n.2, p.139-145, 2005.

LENG, R.A. Factors Affecting the Utilization of 'Poor-Quality' Forages by Ruminants Particularly Under Tropical Conditions. **Nutrition Research Reviews**, v.3, n.01, p.277-303, 1990.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

MEZZOMO, R. **Inclusão de tanino condensado em dietas com alto teor de concentrado para bovinos de corte**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 83p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2010.

MONNERAT, J.P.I.S.; PAULINO, P. V. R.; DUARTE, M. S. et al. Influência Da Levedura Na Fermentação Ruminal De Bovinos De Corte. In: X CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA – ZOOTEC, 2008, João Pessoa. **Anais...** v. CD-ROM. João Pessoa - PB. p.1-4., 2008.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. updated 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2000. 242p.

NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th.ed. Washington, DC:National Academy Press, 2001. 362p.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. FAPESP, 2006. p.183-223.

OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of Corn Grain Conservation Method on Feeding Behavior and Productivity of Lactating Dairy Cows at Two Dietary Starch Concentrations. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.1, p.174-183, 2003.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminal fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.). **The ruminant animal: digestive physiology and nutrition**. Englewood Cliffs: Simon & Schuster, 1988. p.145-171.

OWENS, F.N.; LUSBY, K.S.; MIZWICKI, K.L., et al. Slow Ammonia Release from Urea: Rumen and Metabolism studies. **Journal of Animal Science**, v.50, n.3, p.527-531, 1980.

PAULA, A.A.G.D.; FERREIRA, R.N.; ORSINE, G.F., et al. **UREIA POLÍMERO E UREIA PECUÁRIA COMO FONTES DE NITROGÊNIO SÓLÚVEL NO RÚMEN: PARÂMETROS RUMINAL E PLASMÁTICO**. 2009. p.

PEREIRA, D.H.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.D.C., et al. Consumo, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e diferentes proporções de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.282-291, 2006.

PINA, D.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CHIZZOTTI, M.L. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L.; PAULINO, P.V.R. (Eds.) **Exigências Nutricionais de Zebuínos Puros e Cruzados – BR-CORTE**. 2 ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 2010. pg.013–046.

PUGA, D.C.; GALINA, H.M.; PÉREZ-GIL, R.F., et al. Effect of a controlled-release urea supplement on rumen fermentation in sheep fed a diet of sugar cane tops (*Saccharum officinarum*), corn stubble (*Zea mays*) and King grass (*Pennisetum purpureum*). v.39, n.3, p.269-276, 2001.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G., et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Suplementação proteica e energética para bovinos de corte em confinamento. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovincultura de corte**. V. 1. 1 ed. FEALQ, 2010. p.257- 280.

SANTOS, J.E.P. Distúrbios metabólicos. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. FAPESP, 2006. p.423-492.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v.32, n.02, p.199-208, 1974.

SAVASTANO, S. **Efeito do concentrado sobre os parâmetros digestivos do feno de capim gordura (*Melinis minutiflora* Pal de Beauv), em bovinos**. Belo Horizonte: Escola Veterinária, 1993, 142p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, 1993.

SCHAEFER, D.M.; DAVIS, C.L.; BRYANT, M.P. Ammonia saturation constants for predominant species of rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1248-1263, 1980.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG:Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, E.A.D.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A., et al. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de tifton 85: consumo e digestibilidades total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.237-245, 2007.

STAPLES, C.R.; GARCIA-BOJALIL, C.; OLDICK, B.S. et al. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: a review, a suggested mechanism, and blood and milk urea measurements. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 4., 1993, Gainesville. **Proceedings...** Gainesville: University of Florida, 1993, p.37-52.

SWENSON, M.J.; REECE, W. **Dukes: fisiologia dos animais domésticos**. 11.ed. - Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 1996. 856p.

TAMMINGA, S.A review on environmental impacts of nutrition strategies in ruminants. **Journal of Animal Science**, v.74, n.12, p.3112-3124, 1996.

TAMMINGA, S. Nutrition Management of Dairy Cows as a Contribution to Pollution Control. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.1, p.345-357, 1992.

TAYLOR-EDWARDS, C.C.; ELAM, N.A.; KITTS, S.E., et al. Influence of slow-release urea on nitrogen balance and portal-drained visceral nutrient flux in beef steers. **Journal of Animal Science**, v.87, n.1, p.209-221, 2009.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F., et al. Consumo, digestibilidades e metodologias de coleta de amostras de digesta em novilhos alimentados com vários níveis de concentrado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Viçosa: SBZ, 1997. p.188-219.

TIBO, G.C.; VALADARES FILHO, S.D.C.; VALADARES, R.F.D., et al. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: 1. Consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.910-920, 2000.

TURGEON, O.A.; SZASZ, J.I.; KOERS, W.C., et al. Manipulating grain processing method and roughage level to improve feed efficiency in feedlot cattle. **Journal of Animal Science**, v.88, n.1, p.284-295, 2010.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; FILHO, S.C.V., et al. Effect of Replacing Alfalfa Silage with High Moisture Corn on Ruminal Protein Synthesis Estimated from Excretion of Total Purine Derivatives¹. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B., et al. Protein levels in cattle diets. 2. Intake, digestibilities, and nitrogen balance. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1259-1263, 1997.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R; MAGALHÃES, K.A. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. Viçosa, MG: Suprema Gráfica, 142p. 2006.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação Ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. FAPESP, 2006. p.151-179.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2nd.ed. Ithaca, NY:Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

XIN, H.S.; SCHAEFER, D.M.; LIU, Q.P.; AXE, D.E.; MENG, Q.X. Effects of polyurethane coated urea supplement on in vitro ruminal fermentation, ammonia release dynamics and lactating performance of Holstein dairy cows fed a steam-flaked corn-based diet. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.23, p.491-500, 2010.