

UNIVERSIDADE FEDERAL DOS VALES DO
JEQUITINHONHA E MUCURI

BRUNO TADEU SANTIAGO

UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE VACAS MISTIÇAS EM
LACTAÇÃO

DIAMANTINA - MG
2013

BRUNO TADEU SANTIAGO

**UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE VACAS MISTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

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

Orientador: Prof. Severino Delmar Junqueira Villela
Coorientador: Prof. Fernando de Paula Leonel

DIAMANTINA - MG
2013

Catalográfica - Serviço de Bibliotecas/UFVJM
Bibliotecária: Jullyele Hubner Costa CRB-6/2972 S235u 2013

Santiago, Bruno Tadeu

S235u
2013

Ureia de liberação lenta em dietas de vacas mestiças em lactação. / Bruno Tadeu Santiago. – Diamantina: UFVJM, 2013. 42 p.

Orientador: Prof. Dr. Severino Delmar Junqueira Villela

Coorientador: Prof. Dr. Fernando de Paula Leonel

Dissertação (mestrado) –Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri. Faculdade de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, 2013.

1. Consumo. 2. Digestibilidade. 3. Produção de leite. 4. Farelo de soja. I. Villela, Severino Delmar Junqueira. II. Leonel, Fernando de Paula. III. Título.

CDD 636.2142

Elaborada com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

BRUNO TADEU SANTIAGO

**UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE VACAS MISTIÇAS EM
LACTAÇÃO**

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

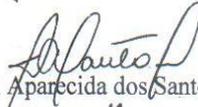
APROVADA em 27/06/2013



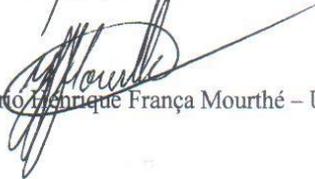
Prof. Severino Delmar Junqueira Villela – UFVJM
Orientador



Prof. Fernando de Paula Leonel – UFSJ
Coorientador



Prof.^a Roseli Aparecida dos Santos – UFVJM



Pesq. Márcio Henrique França Mourthé – UFVJM

DIAMANTINA – MG
2013

DEDICATÓRIA

A Deus,
À minha mãe Mariângela,
Ao meu pai Orlando,
Aos meus irmãos Rawlison e Simone,
Aos meus sobrinhos Lucas, Maria Eduarda, Daniel, Larah, Camilla e Davi,
Aos meus cunhados, Tasla e Jhober,
Aos meus familiares,
Aos meus amigos.
DEDICO

AGRADECIMENTO

Agradeço, primeiramente, a Deus, pela minha vida e por tudo que tenho e que sou.

A Deus, também, por me capacitar, a cada dia, na busca de meus objetivos, me concedendo sabedoria, perseverança, fé e coragem para enfrentar as dificuldades e alcançar mais essa vitória.

À minha mãe, Mariângela, pelo amor incondicional, pelas incansáveis orações e incentivo para que eu nunca desistisse.

Ao meu pai, pelo amor e pelo apoio.

Aos meus irmãos, Rawlison e Simone, pelo amor e por sempre me apoiarem.

Aos meus cunhados, Tasla e Jhober, pela torcida e amizade.

Aos meus sobrinhos, Lucas, Maria Eduarda, Daniel, Larah, Camilla e Davi, por trazerem tanta alegria à minha vida.

À vovó Mariete e Dinha, pelo amor e orações.

Aos meus tios e tias, primos e primas, pelo carinho e apoio.

Ao meu orientador Prof. Severino Delmar Junqueira Villela que, juntamente com meu coorientador, Prof. Fernando de Paula Leonel, abriram as portas do mestrado para mim, confiaram em meu trabalho e me enriqueceram com valiosos ensinamentos que possibilitaram alcançar esse objetivo.

À Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, pela oportunidade de retornar a esta instituição e obter mais este título.

À Universidade Federal de São João Del Rei - UFSJ e à Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais - EPAMIG, por permitirem a realização do experimento.

À professora Roseli Aparecida dos Santos e ao pesquisador Mário Henrique Mourthé, por terem aceitado participar da banca de defesa e muito contribuírem com seus ensinamentos.

Aos professores do PPGZOO, pela amizade e ensinamentos.

À Elizângela, secretária do PPGZOO, pela grande contribuição e estar sempre disposta a ajudar.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudos, que foi extremamente importante para a realização do curso.

À empresa Alltech, pelo apoio e patrocínio ao projeto.

Às minhas amigas e colegas Karol Guedes e Patrícia Costa, que me encorajaram a fazer o mestrado e me ajudaram muito.

Aos alunos do curso de graduação em Zootecnia da UFSJ, que muito me ajudaram na etapa de campo.

Aos alunos do curso de graduação e aos colegas da pós-graduação, que me ajudaram durante as análises no Laboratório de Nutrição Animal.

Aos técnicos de laboratório de Nutrição Animal da UFVJM e UFSJ.

Aos funcionários da Fazenda Experimental Risoleta Neves, pelo auxílio na condução do experimento.

Aos amigos da República Farrapos, pelo tempo de convívio, companheirismo e amizade.

Ao pastor e irmãos da Igreja Batista Central, que me acolheram e me ofereceram suporte espiritual.

E a todos aqueles que, de alguma maneira, contribuíram para essa conquista.

BIOGRAFIA

BRUNO TADEU SANTIAGO, filho de Antônio Orlando Santiago e Mariângela da Silva, nasceu no município de São Tiago-MG, em 15 de setembro de 1981. Em 2004, ingressou no curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri - UFVJM, graduando-se em 2009. No ano de 2011, iniciou o curso de mestrado em Zootecnia, na área de Nutrição e Produção de Ruminantes, na mesma instituição. Em 27 de junho de 2013, submeteu-se à defesa de dissertação para obtenção do título de *Magister Scientiae* em Zootecnia.

RESUMO

SANTIAGO, Bruno Tadeu. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, junho de 2013. 42p. **Ureia de liberação lenta em dietas de vacas mestiças em lactação.** Orientador: Severino Delmar Junqueira Villela. Coorientador: Fernando de Paula Leonel. Dissertação (Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho de vacas F1 (Holandês x Zebu) em lactação, em função de diferentes níveis de substituição do farelo de soja por nitrogênio não proteico equivalente proteína, oriundo de ureia de liberação lenta (ULL). Foram utilizadas oito vacas F1 (Holandês x Zebu) no terço inicial de lactação, com produção média de 12,7 kg ($\pm 3,1$ kg) de leite/dia e 552 kg (± 30 kg) de peso vivo. O delineamento experimental foi composto de dois quadrados latinos simultâneos 4x4, de acordo com os seguintes tratamentos: Controle (100% de farelo de soja e 0% de ULL), 34ULL (66% de farelo de soja e 34% de ULL), 66ULL (34% de farelo de soja e 66% de ULL) e 100ULL (0% de farelo de soja e 100% de ULL). O volumoso fornecido, juntamente ao concentrado, foi silagem de sorgo. Amostras das dietas e das sobras foram coletadas para análises bromatológicas. Foram mensurados os consumos de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB) e de fibra em detergente neutro (CFDN). Os consumos também foram expressos em função do peso corporal (CMSPC, CPBPC e CFDNPC) e do peso metabólico (CMSPM, CPBPM e CFDNPM). A eficiência alimentar (EA) e a conversão alimentar (CA) também foram calculadas. As digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB) e da fibra em detergente neutro (DAFDN) foram avaliadas utilizando o óxido crômico como marcador externo. A produção de leite foi mensurada e sua composição analisada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do programa estatístico SAEG, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Nenhuma variável de consumo apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre tratamentos, sendo que as médias de CMS, CPB e CFDN foram 18,35 kg/dia, 2,62 kg/dia e 5,85 kg/dia, respectivamente. Já as médias de CMSPC, CMSPM, CPBPC, CPBPM, CFDNPC e CFDNPM foram 3,39 %, 163,61 g/kg de $PC^{0,75}$, 0,48 %, 23,35 g/kg de $PC^{0,75}$, 1,08 % e 52,19 g/kg de $PC^{0,75}$, respectivamente. A eficiência alimentar apresentou média de 0,72 kg leite/kg CMS e a conversão alimentar média foi 1,44 kg CMS/kg leite e não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre tratamentos para ambas variáveis. Os resultados de digestibilidade aparente também não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos, sendo que as médias observadas para a DAMS, DAPB e DAFDN foram 58,16 %, 58,64 % e 36,21 %, respectivamente. A produção e composição do leite foram semelhantes ($P>0,05$) entre tratamentos. A média de produção de leite corrigida para 4% de gordura foi 13,39 kg/animal/dia e as médias dos teores de gordura, proteína, extrato seco total e extrato seco desengordurado foram 3,78 %, 3,23 %, 12,79 % e 9,00 %, respectivamente. As variáveis de consumo, de digestibilidade, de produção e de composição do leite não são alteradas em função da substituição da proteína da soja pela ureia de liberação lenta. Assim, para animais mestiços de média produção de leite, essa substituição depende apenas de variáveis econômicas.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, produção de leite, farelo de soja.

ABSTRACT

SANTIAGO, Bruno Tadeu. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, June , 2013. 42p. Slow-release urea in diets of lactating crossbred cows. Adviser: Severino Delmar Junqueira Villela. Committee members: Fernando de Paula Leonel. Dissertation (Master's degree in Animal Science).

The objective of this work was to evaluate the performance of F1 lactating cows (Holstein x Zebu) due to different levels of substitution of soybean meal by non-protein nitrogen equivalent protein derived from slow-release urea (SRU). Eight cows F1 (Holstein x Zebu) in the first third of lactation, with an average production of 12.7 kg (\pm 3.1 kg) of milk / day and 552 kg (\pm 30 kg) of body weight. The experimental design was composed of two 4x4 Latin square, according to the following treatments: control (100% soybean meal and 0% SRU), 34SRU (66% soybean meal and 34% SRU), 66SRU (34% soybean meal and 66% SRU) and 100SRU (0% soybean meal and 100% SRU). The forage supplied along to concentrate was sorghum silage. Samples of diets and remains were collected for chemical analysis. We measured dry matter intake (DMI), crude protein intake (CPI), neutral detergent fiber intake (NDFI). The intakes were also expressed according to the body weight (DMIBW, CPIBW and NDFIBW) and metabolic weight (DMIMW, CPIMW and NDFIMW). Feed efficiency (FE) and feed conversion (FC) were also calculated. The apparent digestibility of dry matter (ADMD), crude protein (ADCP) and neutral detergent fiber (ADNDF) were evaluated using chromic oxide as an external marker. Milk production was measured and its composition analyzed. Data were subjected to analysis of variance using the statistical program SAEG, adopting the 5% level of probability. No variable intake showed a significant difference ($P>0.05$) between treatments, and the averages of DMI, CPI and NDFI were 18.35 kg/day, 2.62 kg/day and 5.85 kg/day, respectively. The averages of DMIBW, DMIMW, CPIBW, CPIMW, NDFIBW and NDFIMW were 3.39 %, 163.61 g/kg $BW^{0.75}$, 0.48 %; 23.35 g/kg $BW^{0.75}$, 1.08 % and 52.19 g/kg $BW^{0.75}$, respectively. Feed efficiency presented mean of 0.72 kg milk/kg DMI and average feed conversion was 1.44 kg DMI/kg milk and no significant differences were observed ($P>0.05$) between treatments for both variables. The results of apparent digestibility also do not present differences ($P>0.05$) between treatments, and the averages observed for ADMD, ADCP and ADNDF were 58.16 % 58.64 % and 36.21 %, respectively. The production and milk composition were similar ($P>0.05$) between treatments. The average milk yield corrected to 4% fat was 13.39 kg/animal/day and the average of the levels of fat, protein, total dry extract and nonfat dry extract were 3.78 % 3.23 %, 12.79 %, and 9.00 %, respectively. The variables of intake, digestibility, production and milk composition do not change due to the substitution of soy protein for slow release urea. Thus for crossbred animals average milk production, this substitution depends only on economic variables.

Keywords: intake, digestibility, milk production, soybean meal.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Composição dos concentrados fornecidos nas dietas experimentais, expresso em porcentagem dos ingredientes utilizados em sua formulação.....	29
Tabela 2: Composição bromatológica das dietas totais fornecidas em cada tratamento experimental.....	30
Tabela 3: Médias de consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, eficiência e conversão alimentar em função de cada tratamento.....	34
Tabela 4: Médias de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em função de cada tratamento.....	36
Tabela 5: Médias de produção e composição do leite, em função de cada tratamento.....	37

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	11
2. REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1. Fontes proteicas e de nitrogênio não proteico	13
2.2. Metabolismo da ureia	15
2.3. Ureia para vacas leiteiras	17
2.4. Ureia de liberação lenta	17
2.5. Referências Bibliográficas	21
3. ARTIGO	25
3.1. SUBSTITUIÇÃO DO FARELO DE SOJA POR UREIA PROTEGIDA (OPTIGEN®II) EM DIETAS DE VACAS EM LACTAÇÃO	25
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	28
Resultados e Discussão	33
Conclusões	38
Referências Bibliográficas	39
4. CONCLUSÃO GERAL	42

1. INTRODUÇÃO GERAL

A melhoria da eficiência produtiva vem se tornando, atualmente, uma necessidade do produtor de leite que deseja permanecer na atividade. Isso se deve à necessidade imperativa de reduzir custos de produção e aumentar a quantidade de leite produzida por unidade de área e de mão de obra. Com essa melhoria de uso dos recursos produtivos (humanos, financeiros e naturais), obtêm-se um produto com menor impacto sobre a biodiversidade e viabiliza-se a produção de um bem essencial à sociedade.

O aumento nos preços dos insumos, principalmente aqueles relacionados à alimentação dos animais, tem levado os produtores de leite a buscarem alternativas economicamente viáveis de suplementos alimentares para suprir as exigências nutricionais dos animais, sem, contudo, afetar seus níveis de produção. Sendo a alimentação o maior componente dos custos de produção de leite, geralmente é nesse ponto que o produtor deve intervir para tentar baixar seus custos e viabilizar sua atividade.

Dentre os diversos nutrientes que os animais necessitam para suprirem suas necessidades, a proteína é o que mais onera o custo da dieta. O farelo de soja, um coproduto proveniente da extração de óleo dos grãos de soja, é o ingrediente proteico mais utilizado na composição de dietas de vacas leiteiras. No entanto, o fato da soja ser uma *commodity* agrícola e do Brasil ser grande produtor e exportador deste grão, seus preços oscilam de acordo com o mercado mundial, refletindo, conseqüentemente, nos preços de seus subprodutos. Além disso, a atividade leiteira ainda compete por esse insumo com a avicultura e a suinocultura, por esta, também, ser a principal fonte proteica das dietas dos animais monogástricos, dentro dos sistemas intensivos de produção.

Sendo assim, há décadas tem-se buscado alternativas às fontes tradicionais para suprir a demanda proteica dos animais, de forma a manter a produtividade, reduzir custos com a dieta e evitar a competição com outras espécies animais pela mesma fonte de alimento.

Uma alternativa viável para suprir as exigências proteicas dos ruminantes e reduzir o custo com alimentação é a utilização de ureia nas dietas. A ureia é um produto derivado do petróleo, com utilização consagrada na alimentação de bovinos. É uma fonte de nitrogênio não proteico (NNP), devido ao fato de não apresentar ligações peptídicas entre suas moléculas. Somente os animais ruminantes apresentam a capacidade de utilizar a ureia como fonte de nitrogênio. Esses animais conseguem converter a ureia em amônia e utilizá-la na

síntese de proteína microbiana dentro do rúmen, que ocorre devido à ação da enzima uréase, produzida por microrganismos específicos presentes no ambiente ruminal.

A rápida hidrólise da ureia no rúmen, na maioria das vezes, não permite sincronização com a taxa de degradação dos carboidratos, reduzindo, portanto, a eficiência de síntese ruminal de proteína microbiana. Quando isso acontece, podem ocorrer alguns problemas como baixa eficiência na utilização do nitrogênio, excesso de amônia no rúmen, que será absorvida e deverá ser reconvertida em ureia no fígado, gastando energia, além da possibilidade do surgimento de um quadro clínico de intoxicação por amônia. Todos esses fatores podem refletir, negativamente, sobre o desempenho produtivo dos animais.

Em função disso, pesquisadores têm buscado formas de tornar a liberação de ureia mais lenta e gradativa dentro do rúmen. Diversas tentativas foram testadas ao longo dos anos, mas, somente algumas apresentaram resultados satisfatórios, quando comparadas à ureia convencional.

Desta maneira, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a substituição parcial e total do farelo de soja por uma fonte de ureia de liberação lenta no rúmen, e verificar seus efeitos sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca, proteína e fibra em detergente neutro, além dos efeitos sobre a produção e composição do leite de vacas leiteiras mestiças, de médio nível de produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Fontes proteicas e de nitrogênio não proteico

Nos sistemas de produção de leite, quando se trata da nutrição de vacas em lactação, o objetivo é fornecer aos animais uma dieta balanceada, que potencialize sua produção e ainda seja capaz de reduzir o custo com a alimentação do rebanho. Para que esses objetivos sejam alcançados, devem-se utilizar, na formulação das dietas, alimentos que sejam capazes de suprir as exigências dos animais em energia, proteína, lipídeos, sais minerais e vitaminas para que, dessa maneira, suas necessidades nutricionais para manutenção, crescimento, produção e reprodução sejam atendidas.

Segundo Imaizumi (2005), a proteína destaca-se entre os nutrientes por ser o componente que mais onera o custo de alimentação, podendo, dependendo do seu teor, representar até 50% ou mais do custo do concentrado. Isto torna a viabilidade econômica da produção de leite dependente da eficiência de sua utilização. Dessa maneira, em muitas ocasiões, o pecuarista precisa buscar no mercado fontes proteicas alternativas para reduzir o custo da dieta, e, conseqüentemente, o custo de produção.

Existe grande variedade de alimentos que podem ser utilizados para balancear dietas para ruminantes. As fontes protéicas mais utilizadas no Brasil, para compor dietas de vacas em lactação, são os coprodutos da agroindústria tais como o farelo de soja, o farelo de algodão, o caroço de algodão, a soja em grão e a ureia (fonte de nitrogênio não proteico). Dentre essas, o farelo de soja é o mais frequentemente utilizado, devido à sua grande disponibilidade ao longo do território nacional e ao seu elevado valor nutricional.

As fontes de compostos nitrogenados, utilizadas na alimentação de bovinos, podem ser classificadas como fontes de nitrogênio não proteico (NNP), e as fontes de nitrogênio proteico, também denominada proteína verdadeira. A proteína bruta contida nos alimentos consumidos por ruminantes, calculada como $N \times 6,25$ (assumindo teor de N na proteína de 16%), contém N na forma proteica (aminoácidos unidos por meio de ligações peptídicas que formam uma molécula de proteína) e N na forma não proteica (NNP), representado por aminoácidos livres, peptídeos, ácidos nucleicos, amidas, amins e amônia. Com relação ao local de degradação no organismo dos ruminantes, a proteína bruta contida nos alimentos é composta por uma fração degradável no rúmen (PDR) e outra não degradável no rúmen (PNDR) (SANTOS & PEDROSO, 2011).

De acordo com Carareto (2007), adequar a proteína à dieta pode representar redução do gasto energético, com a excreção de nitrogênio em excesso, redução de problemas reprodutivos, de custos, além da diminuição dos impactos ambientais. Uma das propostas para a substituição de proteína vegetal por NNP é reduzir a competição entre animais por alimentos proteicos (OWENS & BERGEN, 1983).

É importante ressaltar a particularidade apresentada pelos ruminantes no trato digestório, que é a colonização do rúmen por diversas espécies de microrganismos, que estabelecem com o hospedeiro uma relação de simbiose, na qual ambos são beneficiados. Esses microrganismos, além de utilizarem a proteína dietética para sua multiplicação e metabolismo, também são capazes de utilizar diversos outros compostos nitrogenados simples para satisfazerem suas necessidades em nitrogênio (N). Essa capacidade de síntese foi observada por Hart et al. (1939), por meio de pesquisas realizadas, utilizando fontes de nitrogênio não proteico (NNP) para ruminantes.

Apesar de existir grande variedade de compostos de NNP (compostos de purinas e pirimidinas, ureia, biureto, ácido úrico, glicosídeos nitrogenados, alcalóides, sais de amônio e nitratos), a ureia é a mais utilizada devido a seu custo, disponibilidade e fácil manuseio por possuir algumas características específicas, tais como ser deficiente em todos os minerais, não apresentar valor energético próprio, além de ser extremamente solúvel e rapidamente convertida em amônia no rúmen (MAYNARD et al., 1984). A utilização da ureia na dieta de vacas leiteiras ocorre para adequar a ração em PDR e reduzir o custo da suplementação proteica (SANTOS & PEDROSO, 2011).

A ureia é produzida, industrialmente, via reação entre amônia e gás carbônico, em reator, sob elevada temperatura e pressão. Com base em sua composição química, a ureia é classificada como amida, sendo considerada, portanto, um composto nitrogenado não proteico (NNP) (SANTOS et al., 2001). Em condição ambiente, a ureia apresenta-se no estado sólido, possuindo coloração branca e sabor amargo, sendo, ainda, produto solúvel em água, álcool e benzina. Além disso, outra característica importante é sua elevada higroscopicidade.

Segundo Lana (2005), a ureia apresenta em torno de 45% de nitrogênio, sendo seu equivalente proteico em torno de 281,25%, obtido devido à multiplicação de seu teor de nitrogênio pelo fator de conversão 6,25. Loosli et al. (1949) observaram que a massa microbiana produzida por animais alimentados com dietas purificadas, contendo ureia como

fonte única de N, possuía todos os aminoácidos essenciais. Posteriormente, Bergen et al. (1967) demonstraram que a massa microbiana apresentava perfil de aminoácidos essenciais, independente da composição em aminoácidos da dieta, seja o nitrogênio suprido via proteína verdadeira ou NNP. Segundo Schwab (1994) e Huber & Santos (1996), a proteína microbiana apresenta elevado valor nutricional, pois apresenta perfil de aminoácidos semelhante ao encontrado no leite e nos músculos, atendendo às exigências dos bovinos.

Vacas com alta produção e animais de corte, a partir de determinada fase de crescimento e na fase de terminação, são capazes de utilizar ureia com grande eficiência, quando esta é adicionada na ração na dose correta (SANTOS & PEDROSO, 2011). No entanto, de acordo com Santos (2009), a maior desvantagem da ureia como fonte de NNP é sua hidrólise rápida, que acaba resultando em fluxo acentuado de amônia para o fluido ruminal e em uma ineficiente retenção de nitrogênio.

2.2. Metabolismo da ureia

Quando chega ao rúmen, rapidamente a ureia é convertida em amônia e dióxido de carbono através de hidrólise. Essa hidrólise ocorre sob ação da enzima urease, sendo tal enzima, principalmente de origem bacteriana, e associada à célula microbiana do fluido ruminal (JONES et al., 1964; MAHADEVEN et al., 1976). A amônia é um intermediário na síntese de proteína microbiana no rúmen, sendo, portanto, gerada devido à deaminação de aminoácidos ou como produto da hidrólise da ureia de origem alimentar, sanguínea ou salivar (HUBER & KUNG JUNIOR, 1981).

O pico de amônia no rúmen após alimentação depende das fontes de N presentes na ração. Quando ureia é fornecida, o pico de amônia ocorre, normalmente, 1 a 2 horas após a alimentação. Para fontes de proteína verdadeira, esse pico ocorre ao redor de 3 a 5 horas após a alimentação, dependendo da degradabilidade ruminal dessas fontes. No entanto, quando a velocidade de degradação ruminal da proteína excede a velocidade de utilização dos compostos nitrogenados para a síntese microbiana, o excesso de amônia produzido no rúmen atravessa a parede ruminal e pode ser perdido via urina, na forma de ureia (SANTOS & PEDROSO, 2011).

A concentração de amônia no rúmen é dependente do catabolismo de proteínas, peptídeos, aminoácidos e NNP de origem alimentar ou endógena, e do anabolismo microbiano, que sintetiza aminoácidos e proteína a partir da amônia, sendo a concentração

ótima de amônia no rúmen definida como a menor concentração necessária, para não deprimir a síntese de proteína microbiana e a degradabilidade ruminal da matéria orgânica, principalmente de carboidratos fibrosos (SANTOS, 2009).

Ainda, de acordo com Santos (2009), a amônia produzida no rúmen e não incorporada à proteína microbiana, é absorvida pela parede ruminal. Quando o pH ruminal está acima de sete, a amônia, em sua forma não protonada (NH_3), é rapidamente absorvível por difusão simples a taxas linearmente relacionadas ao pH (ABDOUN et al., 2007). De acordo com Visek (1984), a amônia pertence à classe de eletrólitos fracos, e, em solução, sua forma ionizada (NH_4^+) e não ionizada (NH_3) se encontram em equilíbrio, com suas respectivas concentrações sendo dependentes do pH e da temperatura.

O ciclo da ureia inicia-se na mitocôndria da célula hepática, por meio de duas reações. Na primeira reação, a enzima carbamoil fosfato sintetase condensa o dióxido de carbono com a amônia, formando carbamoil fosfato, com gasto de dois moles de ATP. Em seguida, o carbamoil fosfato liga-se à ornitina para formar citrulina, através da ação da enzima ornitina transcarbamoilase. No citosol celular a citrulina, aspartato e 1 mol de ATP formam arginosuccinato pela enzima arginosuccinato sintetase. O arginosuccinato é, então, quebrado pela arginosuccinato liase, formando arginina e fumarato. A hidratação da arginina forma ureia e ornitina por ação da arginase. O fumarato é utilizado no Ciclo de Krebs, gerando dois moles de ATP, o que resulta num déficit energético de 1 mol de ATP (NELSON & COX, 2011).

O fígado realiza a remoção líquida de praticamente toda amônia absorvida do rúmen e que chega ao sangue portal (REYNOLDS, 1995). No fígado, a maior parte da amônia é transformada em ureia, ou então é utilizada para síntese de glutamina a partir de glutamato (HUNTINGTON & ARCHIBEQUE, 1999). No entanto, a capacidade de ureogênese hepática pode ser excedida, levando ao acúmulo de amônia no plasma (SYMONDS et al., 1981). Caso a capacidade ureogênica do fígado seja ultrapassada, os elevados teores de amônia no plasma podem desencadear um processo de intoxicação por amônia no animal. Contudo, atualmente, o risco de intoxicação dos animais pela amônia está cada vez menos frequente, uma vez que o mesmo só ocorre em casos de utilização incorreta da ureia.

Após o ciclo da ureia, uma parte desta é direcionada aos rins e excretada através da urina. Outra parte retorna ao rúmen por difusão, via corrente sanguínea, e outra porção passa a fazer parte da composição da saliva para, posteriormente, retornar ao rúmen.

2.3. Ureia para vacas leiteiras

Com relação a seus efeitos sobre o consumo, observa-se um incremento da massa microbiana quando se adiciona ureia na dieta, o que pode aumentar a velocidade de degradação da fibra reduzindo, dessa maneira, o tamanho das partículas e proporcionando seu maior escape. Com isso, reduz-se o efeito de enchimento ruminal e eleva-se a possibilidade de aumento no consumo de alimento (LEÓN & CHICO, 1991).

Com relação ao possível efeito negativo da ureia sobre o consumo de matéria seca, Horn et al. (1967) revisaram 22 trabalhos em que se substituiu, parcialmente, a proteína verdadeira por ureia em dietas isoproteicas, e observaram que em 15 trabalhos houve queda na produção de leite, comparativamente ao controle, devido à redução no consumo de concentrados. De acordo com diversos autores (HUBER & COOK, 1972; HUBER, 1975; KERTZ et al., 1982), altas inclusões de ureia nos concentrados podem reduzir o consumo de alimentos, devido a uma redução da palatabilidade, uma vez que o sabor amargo é característico da mesma.

De acordo com Virtanen (1966), é possível produzir leite com animais, recebendo dietas isentas de proteína verdadeira.

Em revisão feita por Santos et al. (1998), avaliando os resultados de 23 trabalhos, nos quais a ureia substituiu parcial ou totalmente as fontes de proteína verdadeira da dieta, observaram que, em 17 trabalhos, a produção de leite não foi afetada, tendo se elevado em 2 trabalhos e reduzido em 4 ensaios. Quanto ao teor de proteína no leite, o mesmo não foi afetado em 18 trabalhos, tendo aumentado somente em cinco. Como a produção média foi de 34 kg leite/dia e 34,3 kg leite/dia para as dietas sem ureia e com ureia, respectivamente, os autores concluíram que a inclusão de fontes de NNP não prejudicou a produção dos animais com os níveis acima citados.

2.4. Ureia de liberação lenta

A eficiência da digestão dos alimentos no rúmen, bem como a capacidade de transformação dos nutrientes em proteína de alta qualidade, ocorre em função da

disponibilidade de energia e nitrogênio no rúmen para que a atividade microbiana seja ótima (RUSSEL et al.,1992). A sincronização da degradação da proteína com a de carboidrato no rúmen, permite maximizar o uso da PDR e minimizar as perdas de amônia através da parede ruminal (SANTOS & PEDROSO, 2011). Gonçalves (2006) relatou que, devido ao fato de a ureia apresentar rápida solubilização, cerca de 30 a 40% do N são perdidos, impossibilitando que haja uma ótima sincronização.

Muito se tem discutido quanto às vantagens de formular rações em que a taxa de degradação de carboidratos esteja sincronizada com a taxa de degradação de proteínas. De maneira geral, todos os sistemas proteicos buscam, de alguma forma, alcançar esse objetivo. A sincronização da degradação da proteína com a de carboidratos no rúmen, permite maximizar o uso da PDR e minimizar as perdas de amônia através da parede ruminal (SANTOS & PEDROSO, 2011).

Devido à busca pelo sincronismo entre a taxa de liberação de amônia no rúmen e a degradação dos carboidratos da dieta, a indústria tem buscado desenvolver compostos de liberação lenta de nitrogênio não proteico, a fim de reduzir os riscos com intoxicação (PIRES et al., 2004). Através de determinados processamentos industriais, pode-se reduzir a velocidade de degradação da ureia no rúmen (HARRISON et al., 2006). De acordo com Castañeda-Serrano (2011), ao longo dos anos, várias fontes de NNP foram avaliadas na tentativa de substituir a ureia, dentre elas estão o biureto, a creatina, o diureido e o isobutano, dentre outras. No entanto, a maioria não apresentou resultados consistentes.

Existe na literatura alguns trabalhos que utilizaram ureia de liberação lenta, em substituição às fontes tradicionais de proteína na dieta de ruminantes. Os estudos com gado leiteiro geralmente apresentaram resultados diversos. Com relação à produção de leite, Souza et al. (2010) avaliaram a substituição parcial do farelo de soja por ureia de liberação lenta em dietas de vacas da raça Holandesa, com produções de $41,6 \pm 6,7$ kg/dia, e não observaram diferenças nas produções diárias de leite. Resultados semelhantes foram observados no experimento de Santos (2009), onde foram testadas substituições parciais do farelo de soja por ureia de liberação lenta ou por ureia em dietas de vacas, com produção média de 31,5kg, e não foram encontradas diferenças significativas nas produções de leite.

Aumentos na produção de leite foram observados no experimento de Akay et al. (2004), com 122 vacas em um rebanho comercial, no qual o farelo de soja e a ureia foram

substituídos, na dieta controle, por ureia de liberação lenta, farelo de trigo e milho moído. Com a ureia de liberação lenta, aumentou-se a produção de 37,9 para 41,6kg. Vargas & Ishler (2008) avaliaram o efeito da substituição de 0,9kg do farelo de soja tratado com calor e 0,5kg do farelo de canola por 112 gramas de ureia de liberação lenta na MS, sendo que a dieta controle continha 50% de forragem e 16% de PB e a dieta com ureia de liberação lenta 53% de forragem e 15,5% de PB. Observaram uma tendência de aumento na produção de leite de 1,15kg com o uso de ureia de liberação lenta. Resultados contrastantes foram encontrados no trabalho de Carareto (2007), que avaliou a substituição da proteína do farelo de algodão por NNP, em dietas à base de silagem de milho. Foi observada queda na produção de leite de 20,2 para 19,0kg, quando a ureia de liberação lenta substituiu 60% da PB do farelo de algodão.

Quanto à composição do leite, no trabalho de Santos (2009), não houve alteração nos componentes do mesmo quando os animais receberam dietas contendo ureia de liberação lenta. Souza et al. (2010) observaram reduções nos teores de gordura e de sólidos do leite, porém, não afetando as produções de gordura e sólidos totais, quando a dieta foi suplementada com ureia protegida.

Com relação ao consumo, diversos trabalhos (CASTAÑEDA-SERRANO et al., 2013; ZIGUER et al., 2012; SINCLAIR et al., 2012; ABREU, 2010; CARARETO, 2007; GONÇALVES, 2006; GALO et al., 2003) utilizando ureia de liberação lenta na dieta de ruminantes, também não apresentaram diferenças relacionadas ao consumo de matéria seca (CMS), sendo que a maioria desses trabalhos foram desenvolvidos com vacas leiteiras.

Sinclair et al. (2012) substituíram o farelo de soja e o farelo de canola por ureia ou ureia de liberação lenta, em dietas de vacas leiteiras, e obtiveram média de CMS de 22,5 kg/dia, não havendo diferença significativa entre os tratamentos. Abreu (2010) utilizou vacas mestiças (Holandês x Zebu), e avaliou quatro ofertas de ureia de liberação lenta, sendo 40, 80, 160 e 320 g/animal/dia e seus efeitos sobre o desempenho desses animais, quando alimentados à base de cana de açúcar. Esses autores não observaram efeito dos níveis de ureia sobre o CMS, de fibra em detergente neutro (FDN) e de extrato etéreo. No entanto, houve aumento linear no consumo de proteína bruta, de acordo com o fornecimento de ureia de liberação lenta.

Por outro lado, Akay et al. (2004) testaram dietas formuladas com ureia de liberação controlada em 240 vacas leiteiras e observaram redução de 0,89 (kg/dia) no CMS. Também

Santos et al. (2011) avaliaram a substituição parcial de farelo de soja na dieta-controle por ureia de liberação lenta ou por ureia, ambos acrescidos de polpa cítrica, em um ensaio com vacas em lactação, e observaram que o uso de NNP reduziu o consumo diário de matéria seca em 0,8kg.

Santos et al. (2011) e Akay et al. (2004) observaram redução no consumo de alimento, quando fontes de ureia de liberação lenta foram adicionadas às dietas de vacas em alta lactação. No primeiro trabalho, a produção de leite não diferiu, e no segundo trabalho, aumentou. Sendo assim, observou-se uma melhor eficiência alimentar em ambos os trabalhos.

Conforme observado, os resultados de experimentos com uso da ureia de liberação lenta ainda não apresentam uma tendência consistente. Necessita-se, portanto, que sejam conduzidas mais pesquisas, para gerarem dados que possibilitem verificar a eficácia ou não do uso dessa tecnologia pelo produtor. Além disso, como a maioria dos trabalhos realizados até então, foi testando a ureia de liberação lenta nas dietas de vacas da raça Holandesa de alta produção, é de extrema importância que ensaios sejam conduzidos com vacas mestiças F1 (Holandês x Zebu), pelo fato desses animais comporem parte expressiva do rebanho leiteiro nacional.

2.5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDOUN, K.; STUMPF, F.; MARTENS, H. Ammonia and urea transport across the rumen epithelium: a review. **Animal Health Research**, v.7, p.1-17, 2007.

ABREU, D.C. **Ureia de liberação lenta em dietas para vacas leiteiras mestiças em pasto ou confinadas**. 2010. 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

AKAY, V.; TIKOFKY, J.; HOLTZ, C.; DAWSON, K.A. Optigen® 1200: Controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. (CD-ROM).

BERGEN, W.G.; PURSER, D.B.; CLINE, J.H. Enzymatic determination of the protein quality of individual rumen bacteria. **Journal of Nutrition**, Philadelphia, v.92, n.3, p.357-364, 1967.

CASTAÑEDA SERRANO, R.D. **Glicerina bruta e ureia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte**. 2011. 49p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

CARARETO, R. **Uso de ureia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagens de capim Elefante manejadas com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas**. 2007. 113p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2007.

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

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

HART, E.B.; BOHSTEDT, G.; DEOBALD, H.J.; WEGNER, M.I. The utilization of simple nitrogenous compounds such as urea and ammonium bicarbonate by growing calves. **Journal of Dairy Science**, v.22, p.785-798, 1939.

HORN, H.H. van; FOREMAN, C.F.; RODRIGUEZ, J.E. Effect of high urea supplementation on feed intake and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.50, n.5, p.709-714, 1967.

HUBER, J.T. Protein and non-protein nitrogen utilization in practical dairy rations. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.41, n.3, p.954-961, 1975.

HUBER, J.T.; COOK, R.M. Influence of site of administration of urea on voluntary intakes of concentrate by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.55, n.3, p.1470-1473, 1972.

HUBER, J.T.; KUNG JÚNIOR, L. Protein and nonprotein nitrogen utilization in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, p.1170-1195, 1981.

HUBER, J.T.; SANTOS, F.A.P. The role of bypass protein in diets for high producing cows. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1996, Phoenix. **Proceedings...** Phoenix: University Arizona, 1996. p.55-65.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 2., 1999, Indianapolis. **Proceedings...** Indianapolis: ASAS, 1999.

IMAIZUMI, H. **Suplementação proteica, uso de subprodutos agroindustriais e processamento do milho em dietas para vacas leiteiras em confinamento**. 2005. 182p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luis de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

JONES, G.A.; MACLEOD, R.A.; BLACKWOOD, A.C. Ureolytic rumen bacteria: I., characteristics of the microflora from urea-fed sheep. **Canadian Journal of Microbiology**, Ottawa, v.10, p.371-378, 1964.

KERTZ, A.F.; KOEPKE, M.K.; DAVIDSON, L.E.; BETZ, N.L.; NORRIS, J.R.; SKOCH, L.V.; CORDS, B.R.; HOPKINS, D.T. Factors influencing intake of high urea-containing rations by lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.65, p.587-604, 1982.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.

LEÓN, S.G.; CHICCO, C.F. Suplementación con urea y niveles crecientes de harina de algodón em bovinos alimentados com forraje de pobre calidad. **Revista de Zootecnia Tropical**, v.9, n.1, p.105-129, 1991.

LOOSLI, J.K; WILLIAMS, H.H.; THOMAS, W.E.; FENT, H.F.; MAYNARD, L.A. Synthesis of amino acids in the rumen. **Science**, New York, v.110, n.2849, p.144-145, 1949.

MAHADEVAN, S.; SAUER, F.; ERFLE, J.D. Studies on bovine rumen bacterial urease. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.42, p.745-753, 1976.

MAYNARD, L.A.; LOOSLY, J.K; HINTZ, H.F.; WARNER, R.G. **Animal Nutrition**. Trad. de F.O. Figueiredo. 3.ed. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1984. 736 p.

NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 5.ed. Porto Alegre, Artmed, 2011. 1304p.

OWENS, F.N.; BERGEN, W.G. Nitrogen metabolism of ruminant animals: historical perspective, current understanding and future implications. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.57, n.1, p.498-518, 1983.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; FERNANDES, J.J.R.; SUSIN, I.; SANTOS, F.A.P.; ARAÚJO, R.C.; GOULART, R.C.D. Substituição do farelo de soja por ureia ou amireia na dieta de bovinos de corte confinados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.937-942, 2004.

REYNOLDS, C.K. Quantitative aspects of liver metabolism in ruminants in ruminant physiology: digestion, metabolism, growth and reproduction. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM RUMINANTS PHYSIOLOGY, 8., 1995, Stuttgart. **Proceedings...** Stuttgart: Verlag, 1995. p.351-371.

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

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

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. Metabolismo de proteínas. p.265-297. In: **Nutrição de Ruminantes**. 2. ed. Jaboticabal. FUNEP. 2011. 616p.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B.; HUBER, J.T. Effects of rumen-undegradable protein on dairy cow performance. A 12-year literature review. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.3182-3213, 1998.

SANTOS, J.F.; DIAS JÚNIOR, G.S.; BITENCOURT, L.L.; LOPES, N.M.; SIÉCOLA JÚNIOR, S.; SILVA, J.R.M.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, M.N. Resposta de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.423-432, 2011.

SCHWAB, C.G. Optimizing aminoacid nutrition for optimum yields of milk and milk protein. In: SOUTHWEST NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 1994, Tucson. **Proceedings...** Tucson: University of Arizona, 1994. p.114-129.

SINCLAIR, L.A.; BLAKE, C.W.; GRIFFIN, P.; JONES, G.H. The partial replacement of soybean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. **Animal**, v.6, n.6, p.920-927, 2012.

SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; PIEKARSKI, P.R.B.; JESUS, C.P.; PEREIRA, M.N. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.

SYMONDS, H.W.; MATHER, D.L.; COLLIS, K.A. The maximum capacity of the liver of the adult dairy cow to metabolize ammonia. **The British Journal of Nutrition**, v.46, p.481-486, 1981.

VARGAS, G.; ISHLER, V. Effects of Optigen[®] on milk production, N balance and diet cost in high producing cows. In: NUTRITIONAL BIOTECHNOLOGY IN THE FEED AND

FOOD INDUSTRIES, 24. 2008, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2008. 1 CD-ROM.

VIRTANEN, A.I. Milk production of cows on protein-free feed. **Science**, New York, v.153, p.1603-1614, 1966.

WISEK, W.J. Ammonia: its effects on biological systems, metabolic hormones, and reproduction. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.67, n.3, p.481-498, 1984.

ZIGUER, E.A.; ROLL, V.F.B.; BERMUDEZ, R.F.; MONTAGNER, P.; PFEIFER, L.F.M.; DEL PINO, F.A.B.; CORRÊA, M.N.; DIONELLO, N.J.L. Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.449-456, 2012.

3. ARTIGO

3.1. UREIA DE LIBERAÇÃO LENTA EM DIETAS DE VACAS MISTIÇAS EM LACTAÇÃO

Resumo: Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o desempenho de vacas F1 (Holandês x Zebu) em lactação, em função de diferentes níveis de substituição do farelo de soja por nitrogênio não proteico equivalente proteína, oriundo de ureia de liberação lenta (ULL). Foram utilizadas oito vacas F1 (Holandês x Zebu) no terço inicial de lactação, com produção média de 12,7 kg (\pm 3,1 kg) de leite/dia e 552 kg (\pm 30 kg) de peso vivo. O delineamento experimental foi composto de dois quadrados latinos simultâneos 4x4, de acordo com os seguintes tratamentos: Controle (100% de farelo de soja e 0% de ULL), 34ULL (66% de farelo de soja e 34% de ULL), 66ULL (34% de farelo de soja e 66% de ULL) e 100ULL (0% de farelo de soja e 100% de ULL). O volumoso, fornecido juntamente ao concentrado, foi silagem de sorgo. Amostras das dietas e das sobras foram coletadas para análises bromatológicas. Foram mensurados os consumos de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB) e de fibra em detergente neutro (CFDN). Os consumos também foram expressos em função do peso corporal (CMSPC, CPBPC e CFDNPC) e do peso metabólico (CMSPM, CPBPM e CFDNPM). A eficiência alimentar (EA) e a conversão alimentar (CA) também foram calculadas. As digestibilidades aparentes da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB) e da fibra em detergente neutro (DAFDN) foram avaliadas, utilizando o óxido crômico como marcador externo. A produção de leite foi mensurada e sua composição analisada. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, através do programa estatístico SAEG, adotando-se o nível de 5% de probabilidade. Nenhuma variável de consumo apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre tratamentos, sendo que as médias de CMS, CPB e CFDN foram 18,35 kg/dia, 2,62 kg/dia e 5,85 kg/dia, respectivamente. Já as médias de CMSPC, CMSPM, CPBPC, CPBPM, CFDNPC e CFDNPM foram 3,39 %, 163,61 g/kg de $PC^{0,75}$, 0,48 %, 23,35 g/kg de $PC^{0,75}$, 1,08 % e 52,19 g/kg de $PC^{0,75}$, respectivamente. A eficiência alimentar apresentou média de 0,72 kg leite/kg de CMS e a conversão alimentar média foi 1,44 kg de CMS/kg leite e não foram observadas diferenças significativas ($P>0,05$) entre tratamentos para ambas variáveis. Os resultados de digestibilidade aparente também não apresentaram diferenças ($P>0,05$) entre tratamentos, sendo que, as médias observadas para a DAMS, DAPB e DAFDN foram 58,16 %, 58,64 % e 36,21 %, respectivamente. A produção e composição do leite foram semelhantes ($P>0,05$) entre tratamentos. A média de produção de leite corrigida para 4% de gordura foi 13,39 kg/animal/dia e as médias dos teores de gordura, proteína, extrato seco total e extrato seco desengordurado foram 3,78 %, 3,23 %, 12,79 % e 9,00 %, respectivamente. As variáveis de consumo, de digestibilidade, de produção e de composição do leite não são alteradas em função da substituição da proteína da soja pela ureia de liberação lenta. Assim, para animais mestiços de média produção de leite, essa substituição depende apenas de variáveis econômicas.

Palavras-chave: consumo, digestibilidade, produção de leite, farelo de soja.

SLOW-RELEASE UREA IN DIETS OF LACTATING CROSSBRED COWS

Abstract: The objective of this work was to evaluate the performance of F1 lactating cows (Holstein x Zebu) due to different levels of substitution of soybean meal by non-protein nitrogen equivalent protein derived from slow-release urea (SRU). Eight cows F1 (Holstein x Zebu) in the first third of lactation, with an average production of 12.7 kg (\pm 3.1 kg) of milk / day and 552 kg (\pm 30 kg) of body weight. The experimental design was composed of two 4x4 Latin square, according to the following treatments: control (100% soybean meal and 0% SRU), 34SRU (66% soybean meal and 34% SRU), 66SRU (34% soybean meal and 66% SRU) and 100SRU (0% soybean meal and 100% SRU). The forage supplied along to concentrate was sorghum silage. Samples of diets and remains were collected for chemical analysis. We measured dry matter intake (DMI), crude protein intake (CPI), neutral detergent fiber intake (NDFI). The intakes were also expressed according to the body weight (DMIBW, CPIBW and NDFIBW) and metabolic weight (DMIMW, CPIMW and NDFIMW). Feed efficiency (FE) and feed conversion (FC) were also calculated. The apparent digestibility of dry matter (ADMD), crude protein (ADCP) and neutral detergent fiber (ADNDF) were evaluated using chromic oxide as an external marker. Milk production was measured and its composition analyzed. Data were subjected to analysis of variance using the statistical program SAEG, adopting the 5% level of probability. No variable intake showed a significant difference ($P>0.05$) between treatments, and the averages of DMI, CPI and NDFI were 18.35 kg/day, 2.62 kg/day and 5.85 kg/day, respectively. The averages of DMIBW, DMIMW, CPIBW, CPIMW, NDFIBW and NDFIMW were 3.39 %, 163.61 g/kg BW^{0.75}, 0.48 %; 23.35 g/kg BW^{0.75}, 1.08 % and 52.19 g/kg BW^{0.75}, respectively. Feed efficiency presented mean of 0.72 kg milk/kg DMI and average feed conversion was 1.44 kg DMI/kg milk and no significant differences were observed ($P>0.05$) between treatments for both variables. The results of apparent digestibility also do not present differences ($P>0.05$) between treatments, and the averages observed for ADMD, ADCP and ADNDF were 58.16 % 58.64 % and 36.21 %, respectively. The production and milk composition were similar ($P>0.05$) between treatments. The average milk yield corrected to 4% fat was 13.39 kg/animal/day and the average of the levels of fat, protein, total dry extract and nonfat dry extract were 3.78 % 3.23 %, 12.79 %, and 9.00 %, respectively. The variables of intake, digestibility, production and milk composition do not change due to the substitution of soy protein for slow release urea. Thus for crossbred animals average milk production, this substitution depends only on economic variables.

Keywords: intake, digestibility, milk production, soybean meal.

INTRODUÇÃO

A pecuária brasileira tem passado por mudanças nos últimos anos, devido ao fato do país estar se consolidando no mercado mundial como uma grande potência na produção e exportação de alimentos de origem animal. Essas mudanças passam pela busca na melhoria da eficiência produtiva, que vem se tornando, atualmente, uma necessidade do produtor de leite que deseja permanecer na atividade. Isso se deve à urgência imperativa de reduzir custos de produção e aumentar a quantidade de leite produzida por unidade de área e de mão de obra. Com essa melhoria de uso dos recursos produtivos (humanos, financeiros e naturais), obtêm-se um produto com menor impacto sobre a biodiversidade, e viabiliza-se a produção de um bem essencial à sociedade.

A alimentação do rebanho é responsável pela maior parcela dos custos de produção de leite, sendo a proteína o nutriente que mais onera o custo da dieta. Dessa maneira, em determinadas ocasiões em que há elevação nos preços dos insumos, a suplementação dos animais com alimentos proteicos pode se tornar economicamente inviável, e, conseqüentemente, refletir de maneira negativa no desempenho produtivo dos animais. Isso tem levado os produtores de leite a buscarem alternativas economicamente viáveis de suplementos alimentares, que possam complementar as exigências nutricionais dos animais, sem, contudo, afetar seus níveis de produção.

No Brasil, uma das fontes proteicas mais utilizadas na formulação de dietas para vacas em lactação é o farelo de soja. No entanto, devido aos altos valores de mercado desse ingrediente nos últimos anos e à concorrência com outras espécies animais por essa fonte de alimento, tem crescido o interesse do pecuarista pela utilização de nitrogênio não proteico (NNP) em dietas de ruminantes, com a finalidade de reduzir os custos com alimentação (TEIXEIRA & SALVADOR, 2004). A ureia é a fonte mais comum de NNP utilizada na alimentação de ruminantes, devido a seu baixo custo e seu elevado equivalente proteico de 281%, ou seja, uma unidade de ureia substitui cinco unidades de farelo de soja em termos de conteúdo nitrogenado (PINOS-RODRIGUEZ et al., 2010).

Um dos grandes problemas com relação ao uso da ureia é sua rápida hidrólise no rúmen, devido à ação de ureases secretadas pelos microrganismos ruminais. Essa rápida hidrólise pode resultar em disponibilidade ruminal de N amoniacal, a uma taxa superior à capacidade de síntese de proteína microbiana, resultando em perda excessiva de N

(LAPIERRE & LOBLEY, 2001). Para que a produção de proteína microbiana seja otimizada, é necessário que haja sincronização entre a disponibilidade de energia e compostos nitrogenados no ambiente ruminal (RUSSEL et al., 1992; FIRKINS, 1996).

Sendo assim, nos últimos anos, foram lançados no mercado alguns produtos baseados no revestimento da ureia, com a finalidade de retardar sua taxa de liberação dentro do rúmen, para que se alcance um melhor sincronismo com a taxa de fermentação dos carboidratos e melhore a eficiência microbiana. A ureia, fisicamente encapsulada por ceras vegetais, tem, como objetivo, reduzir a velocidade de liberação de amônia no rúmen (SANTOS et al., 2011). Esse tipo de ureia tem sido testado em alguns experimentos com vacas leiteiras (SINCLAIR et al., 2012; SANTOS et al., 2011; SOUZA et al., 2010; AKAY et al., 2004; GALO et al., 2003). Entretanto, existe a necessidade de avaliar a eficiência desse produto em dietas de vacas mestiças de média produção leiteira. A avaliação desse tipo de produto, em sistemas de produção que utilizam animais mestiços é interessante, uma vez que representará o rebanho brasileiro, já que a maioria dos bovinos destinados à produção de leite no Brasil é oriunda de cruzamentos entre raças taurinas e zebuínas.

Assim, objetivou-se com esse trabalho, avaliar a substituição parcial e total do farelo de soja por ureia de liberação lenta (ULL) na dieta de vacas F1 (Holandês x Zebu) de média produção diária de leite e seus efeitos sobre a produção e composição do leite, assim como sobre o consumo e a digestibilidade das dietas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira da Fazenda Experimental Risoleta Neves, utilizada pelo convênio Universidade Federal de São João Del Rei (UFSJ)/Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), localizada no município de São João Del Rei, em Minas Gerais, e que apresenta, como coordenadas geográficas, 21° 08' 00" de latitude sul e 44° 15' 40" de longitude oeste, e altitude de 898 metros. Foram utilizadas oito vacas mestiças F1 (Holandês x Zebu), no terço inicial de lactação ao início do período experimental, com produção de 12,7 kg ($\pm 3,1$ kg) de leite/dia e 552 kg (± 30 kg) de peso vivo. Os animais foram alocados em baias individuais, providas de bebedouros automáticos e cochos individuais. As baias eram parcialmente cobertas com telhas de barro e revestidas com piso de cimento. As vacas permaneceram confinadas desde o

início até o término do experimento, sendo retiradas somente no momento das ordenhas, que foram realizadas duas vezes ao dia.

O delineamento experimental foi composto por dois quadrados latinos 4x4, simultâneos, com quatro tratamentos e quatro animais. Os períodos experimentais tiveram duração de 15 dias cada, sendo os 12 primeiros para adaptação dos animais à dieta e os três últimos para coleta de amostras.

Nos tratamentos foram testados níveis de substituição do farelo de soja por Optigen® II (Alltech Inc., Nicholasville, USA), que consiste em ureia encapsulada de lenta degradação ruminal, como fonte de proteína no concentrado. Os tratamentos foram, assim, identificados: Controle (100% de farelo de soja e 0% de ULL), 34ULL (66% de farelo de soja e 34% de ULL), 66ULL (34% de farelo de soja e 66% de ULL) e 100ULL (0% de farelo de soja e 100% de ULL).

A composição dos concentrados está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1: Composição dos concentrados fornecidos nas dietas experimentais, expresso em porcentagem dos ingredientes utilizados em sua formulação.

Ingredientes (%)	Concentrados			
	Controle	34ULL	66ULL	100ULL
Milho	55,75	66,85	77,27	88,37
Farelo de soja	40,00	26,40	13,60	-
Ureia	1,00	1,00	1,00	1,00
Sulfato de cálcio	0,25	0,75	1,23	1,73
Ureia de liberação lenta	-	2,00	3,90	5,90
Núcleo mineral ^a	3,00	3,00	3,00	3,00
Total (%)	100,00	100,00	100,00	100,00

^a Níveis de garantia por quilograma de produto: Cálcio (máx.) 205 g; Cálcio (mín.) 195 g; Fósforo (mín.) 100 g; Sódio (mín.) 68 g; Enxofre (mín.) 12 g; Magnésio (mín.) 15 g; Cobalto (mín.) 200 mg; Cobre (mín.) 1650 mg; Iodo (mín.) 195 mg; Manganês (mín.) 1960 mg; Selênio (mín.) 32 mg; Zinco (mín.) 6285 mg; Ferro (mín.) 560 mg; Flúor (mín.) 1000 mg.

Diariamente, foi fornecida, individualmente no cocho, uma dieta total composta de concentrado misturado à silagem de sorgo, com relação volumoso:concentrado de 75:25. As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, seguindo recomendação do NRC (2001), em

função do nível de produção, peso, ordem de parto e estágio de lactação. Foram fornecidos, diariamente, 40 kg de silagem de sorgo para cada animal. O fornecimento foi realizado duas vezes ao dia, às 7 horas e às 15 horas, logo após os animais terem sido ordenhados. A Tabela 2 apresenta a composição química da dieta total fornecida em cada tratamento.

Tabela 2: Composição bromatológica das dietas totais fornecidas em cada tratamento experimental.

Variável	Silagem de sorgo	Dieta total			
		Controle	34ULL	66ULL	100ULL
Matéria seca (%) ^a	34,57	44,26	45,25	44,60	45,22
Matéria orgânica (% MS) ^b	92,97	93,12	93,42	92,94	93,32
Proteína bruta (% MS) ^b	5,22	13,12	13,66	13,39	14,37
Extrato etéreo (% MS) ^b	2,47	2,40	2,70	2,64	2,81
Carboidratos totais (% MS) ^b	85,28	77,60	77,06	76,91	76,14
FDN (% MS) ^b	48,11	34,68	32,60	35,48	33,88
FDA (% MS) ^b	23,63	16,52	15,89	16,56	15,14
Lignina (% MS) ^b	4,51	3,91	3,79	4,42	3,95
Matéria mineral (% MS) ^b	7,03	6,88	6,58	7,06	6,68
NDT (% MS) ^{bc}	55,00	62,58	61,77	61,05	60,27

^a variável expressa em porcentagem da matéria natural;

^b variável expressa em porcentagem da matéria seca.

^{bc} NDT: nutrientes digestíveis totais estimado com base nos ingredientes individuais retirados do CQBAL 3.0 (2010).

Amostras de dieta total e de sobras de cocho foram coletadas e congeladas durante os três dias de coleta de cada período, formando uma amostra composta que foi, posteriormente, pré-secada para realização das análises. Para obtenção da matéria pré-seca, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas para, em seguida, serem trituradas em peneira de 1 mm em moinho do tipo Thomas-Willey. Posteriormente, essas amostras foram avaliadas quanto aos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT - CA G-003/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1, fibra em detergente neutro (FDN) segundo método INCT - CA F-001/1, matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1, extrato etéreo (EE) segundo método INCT - CA G-004/1 e lignina, segundo método INCT-CA F-005/1, conforme técnicas

descritas por Detmann et al., (2012). Para estimar o teor de matéria orgânica (MO), subtraiu-se a matéria mineral da matéria seca.

Os procedimentos de preparação e de secagem das amostras, além das análises bromatológicas, foram conduzidos no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de São João Del Rei (LNA/DEZOO/UFSJ) e/ou Laboratório de Nutrição Animal da EPAMIG, e, também, no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (LNA/DZO/UFVJM).

O consumo de matéria seca (CMS) foi determinado pela diferença entre a quantidade de alimento (kg de matéria seca) fornecida ao animal e a quantidade de sobra de alimento (kg de matéria seca) coletada do cocho, conforme a equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \text{quantidade fornecida (kg MS)} - \text{quantidade de sobra (kg MS)}$$

Além da estimativa do CMS em kg/dia, também foram estimados o CMS como percentagem do peso corporal (CMSPC) e da quantidade em gramas por quilograma de peso metabólico (CMSPM), conforme as equações, respectivamente:

$$\text{CMSPC (\% do PC)} = (\text{CMS} / \text{PC}) * 100$$

$$\text{CMSPM (g/kg de PC}^{0,75}) = \text{gramas de MS consumida} / \text{PC}^{0,75}$$

O peso vivo dos animais foi mensurado por meio de pesagens das vacas no final de cada período experimental, sendo a pesagem efetuada sempre após a ordenha da manhã. O peso metabólico (PM) foi obtido em função do peso corporal ($\text{PM} = \text{PC}^{0,75}$).

Os consumos de PB e FDN foram estimados de maneira semelhante ao do consumo de matéria seca.

A eficiência alimentar (EA) e a conversão alimentar (CA) foram calculadas, respectivamente, através das seguintes equações:

$$\text{EA} = \text{kg de leite} / \text{kg CMS}$$

$$\text{CA} = \text{CMS} / \text{produção de leite}$$

Para estimativa da digestibilidade das dietas, utilizou-se, como indicador externo, o óxido crômico em forma de cápsulas revestidas de papel filtro na quantidade de 10 g/animal/dia, fornecido em dose única, após a ordenha da manhã, sendo o mesmo introduzido no esôfago dos animais, diariamente, com o auxílio de um aplicador, segundo Silva & Leão (1979). Esse procedimento foi realizado durante todo o período experimental, com o objetivo de estimar a produção fecal diária.

Amostras de fezes foram coletadas duas vezes ao dia, após as ordenhas, durante os três dias de coleta de cada período, formando uma amostra composta para realização das análises. Para obtenção da matéria pré-seca, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas em estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas para, em seguida, serem trituradas em peneira de 1 mm em moinho do tipo Thomas-Willey. Posteriormente, as amostras foram submetidas à análise por Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA), de acordo com metodologia proposta por Williams et al. (1962). De posse dos resultados obtidos pela leitura no espectrofotômetro, foi estimada a percentagem de cromo presente na matéria seca fecal, e, em seguida, calculada a quantidade de matéria seca fecal excretada diariamente pelo animal, através da equação:

$$PF \text{ (g MS/dia)} = Of / COF$$

em que,

PF = produção fecal diária (g MS/dia);

Of = óxido crômico oferecido (g/dia);

COF = concentração de óxido crômico nas fezes (g/g MS)

Com base nos dados de excreção fecal e do consumo de matéria seca, foi estimada a digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), através da diferença entre a quantidade de alimento ingerida e a quantidade excretada pelas fezes, conforme a equação:

$$DAMS \text{ (\%)} = (CMS - PF / CMS) * 100$$

As amostras de fezes também foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS) segundo método INCT - CA G-003/1, proteína bruta (PB) segundo método INCT - CA N-001/1 e fibra em detergente neutro (FDN), segundo método INCT - CA F-001/1, seguindo metodologias descritas por Detmann et al. (2012).

Para mensurar a produção de leite, foram realizadas pesagens pela manhã e à tarde, nos dias de coleta de amostras. Já para a avaliação da composição do leite (gordura, proteína, extrato seco e extrato seco desengordurado), foi coletada uma amostra pela manhã e outra amostra à tarde, proporcionais às produções nesses períodos, a fim de se obter uma amostra composta. Em seguida, essas amostras foram armazenadas em frascos contendo o conservante Bromopol[®], específico para análises físico-químicas do leite, e, imediatamente acondicionadas em uma caixa de isopor contendo gelo reciclável. Posteriormente, as amostras foram enviadas ao Laboratório de Análises de Qualidade do Leite da EMBRAPA Gado de Leite, localizada em Juiz de Fora, Minas Gerais, onde foram realizadas as análises de sua composição. Os dados referentes ao teor de gordura do leite foram utilizados para padronizar a produção de leite para 4% de gordura (PLC4%), seguindo metodologia proposta por Sklan et al. (1992).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância por meio do programa estatístico SAEG, adotando-se o nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3, podem ser observadas as médias relacionadas ao CMS, CPB e CFDN, em função das dietas avaliadas. Não houve diferenças ($P > 0,05$) entre o consumo das dietas, sendo que as médias gerais de CMS, CPB e CFDN foram 18,35 kg/dia, 2,62 kg/dia e 5,85 kg/dia, respectivamente.

A ausência de efeito sobre o CMS pode ser explicada pelo fato das dietas serem isoproteicas e permite inferir que, até o nível de inclusão utilizado no presente trabalho, não há efeito negativo da ureia de liberação lenta na palatabilidade da dieta, sendo que, as quantidades diárias de ureia de liberação lenta fornecidas foram 0g, 140g, 260g e 390g, respectivamente, para os tratamentos Controle, 34ULL, 66ULL e 100ULL.

O crescimento microbiano está relacionado com o consumo, pois possibilita um melhor aproveitamento do alimento ingerido. Essa afirmação permite supor que, no presente trabalho, a ureia de liberação lenta supriu a demanda da microbiota ruminal por nitrogenado e permitiu, portanto, uma adequada multiplicação microbiana, suficiente para que não houvesse depressão no consumo.

Tabela 3: Médias de consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, eficiência e conversão alimentar em função de cada tratamento.

Variável	Tratamentos					
	Controle	34ULL	66ULL	100ULL	CV (%)	P
CMS (kg/dia)	18,20	18,44	18,76	17,99	6,898	0,555
CMSPC (% do PC)	3,34	3,42	3,44	3,37	8,664	0,208
CMSPM (g/kg de PC ^{0,75})	161,20	164,75	166,35	162,14	8,095	0,255
CPB (kg/dia)	2,50	2,65	2,62	2,70	11,207	0,678
CPBPC (% do PC)	0,46	0,50	0,48	0,51	12,694	0,903
CPBPM (g/kg de PC ^{0,75})	22,10	23,76	23,21	24,35	12,432	0,871
CFDN (kg/dia)	5,92	5,59	6,29	5,63	13,216	1,408
CFDNPC (% do PC)	1,08	1,04	1,15	1,06	13,501	0,934
CFDNPM (g/kg de PC ^{0,75})	52,31	49,96	55,64	50,85	13,338	1,028
EA (kg leite/kg CMS)	0,74	0,77	0,72	0,66	11,525	0,128
CA (kg CMS/kg leite)	1,38	1,40	1,44	1,54	13,606	0,432

¹CMS, CPB e CFDN: consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (kg/dia); CMSPC, CPBPC e CFDNPC: consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em função do peso corporal (% do PC); CMSPM, CPBPM e CFDNPM: consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em gramas por kg de peso metabólico (g/kg de PC^{0,75}); EA: eficiência alimentar (kg leite/kg CMS); CA: conversão alimentar (kg CMS/kg leite); CV: coeficiente de variação.

Alguns trabalhos (CASTAÑEDA-SERRANO et al., 2013; ZIGUER et al., 2012; SINCLAIR et al., 2012; ABREU, 2010; GALO et al., 2003) que utilizaram ureia de liberação lenta na dieta de ruminantes, também não apresentaram diferenças relacionadas ao CMS. A maioria desses trabalhos utilizou vacas leiteiras e testou diferentes níveis de inclusão de ULL na dieta, em substituição parcial ou total à ureia convencional ou a concentrados proteicos como, por exemplo, o farelo de soja.

Castañeda-Serrano et al. (2013) utilizaram ureia de liberação lenta em substituição à ureia convencional juntamente com silagem de sorgo na suplementação das dietas para novilhos de corte canulados no rúmen e também não verificaram diferenças para o CMS (11,12 kg/dia), CPB (1,38 kg/dia) e CFDN (4,04 kg/dia). Ao substituir o farelo de soja e farelo de canola por ureia ou ureia de liberação lenta em dietas de vacas leiteiras à base de

silagens de capim e de milho, Sinclair et al. (2012) obtiveram média de CMS de 22,5 kg/dia, sem haver diferença significativa.

Em estudo semelhante a este, Abreu (2010) utilizou vacas mestiças (Holandês x Zebu) e avaliou quatro ofertas de ureia de liberação lenta, sendo 40, 80, 160 e 320 g/animal/dia, em dietas à base de cana de açúcar, e, também, não observou efeito dos níveis de ureia sobre o CMS e de FDN. No entanto, houve um aumento linear no consumo de proteína bruta, de acordo com o fornecimento de ULL.

Alguns trabalhos apresentam resultados contrastantes. Ribeiro et al. (2011) observaram aumento no consumo de matéria seca do feno, assim como aumentos nos consumos de FDN total de proteína bruta ao utilizarem ureia convencional, e ureia de liberação lenta como fontes de NNP, através de infusão ruminal em bovinos de corte, alimentados com feno de *Brachiaria humidicola* cv. Lanero de baixa qualidade.

Reduções de 0,89 kg/dia e 0,80 kg/dia no CMS foram observadas, respectivamente, por Akay et al. (2004) e Santos et al. (2011), quando utilizaram ureia de liberação lenta na dieta de vacas de alta produção, alimentadas com silagem de milho como principal volumoso. Santos et al. (2011) atribuíram a queda no consumo à possível existência de um mecanismo sistêmico, que foi sugerida por Wilson et al. (1975) ao observar que a infusão intrarruminal de ureia foi tão depressora do consumo quanto à incorporação de ureia à dieta.

Dentre cinco trabalhos revisados quanto ao consumo e que não apresentaram diferenças entre os tratamentos, três (CASTAÑEDA-SERRANO et al., 2013; SINCLAIR et al., 2012; GALO et al., 2003) utilizaram silagem, ZIGUER et al. (2012) utilizaram feno, e ABREU (2010) utilizou pastagem como principal fonte de volumoso da dieta.

Os consumos de MS, PB e FDN também foram mensurados em função do peso corporal (PC) e do peso metabólico ($PC^{0,75}$). As médias para CMSPC, CMSPM, CPBPC, CPBPM, CFDNPC e CFDNPM foram 3,39 %, 163,61 g/kg de $PC^{0,75}$, 0,48 %, 23,35 g/kg de $PC^{0,75}$, 1,08 % e 52,19 g/kg de $PC^{0,75}$, respectivamente, e não foram verificadas diferenças ($P>0,05$). O valor médio de 3,39 %, observado neste trabalho para o CMSPC, foi superior à média de 2,62 % observada por Abreu (2010).

Em relação à eficiência e conversão alimentar, os resultados não diferiram ($P>0,05$) (Tabela 3). A eficiência alimentar apresentou média geral de 0,72 kg leite/kg CMS e a

conversão alimentar média foi de 1,44 kg CMS/kg leite. Conversão alimentar de 1,49 kg CMS/kg leite, próxima a aqui encontrada, foi observada por Sinclair (2012).

As médias de digestibilidade aparente da matéria seca (DAMS), da proteína bruta (DAPB) e da fibra em detergente neutro (DAFDN) das dietas foram semelhantes ($P>0,05$), conforme observado na Tabela 4. As médias gerais de DAMS, DAPB e DAFDN foram 58,16 %, 58,64 % e 36,21 %, respectivamente. A ausência de diferenças entre tratamentos para as variáveis relacionadas à digestibilidade auxilia na explicação da ausência de variação de consumo, observada durante o experimento (Tabela 3).

De acordo com Köster et al. (1996), o consumo de ração e a digestibilidade são conhecidos por estarem intimamente relacionados, e podem ser afetados pela disponibilidade ruminal de N. O suprimento de N no rúmen, implica em adequado crescimento da microbiota ruminal que, por sua vez, é responsável pela digestibilidade dos alimentos no rúmen. Quando se eleva a digestibilidade da dieta, conseqüentemente, aumenta-se a taxa de passagem do alimento, ocasionando um esvaziamento ruminal mais rápido, e, possibilitando, dessa maneira, aumento no consumo.

Tabela 4: Médias de digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, em função de cada tratamento.

Variável (%)	Tratamentos				CV (%)	P
	Controle	34ULL	66ULL	100ULL		
DAMS	57,78	59,77	57,35	57,74	4,213	0,235
DAPB	57,50	59,31	57,48	60,26	4,428	0,123
DAFDN	38,89	36,40	34,27	35,29	9,860	0,101

¹DAMS, DAPB e DAFDN: digestibilidade aparente da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (%). CV: coeficiente de variação.

A ausência de diferenças entre tratamentos para as variáveis de digestibilidade, principalmente a DAMS e DAPB, pode ser explicada pelo tipo de silagem utilizada no experimento, que foi a silagem de sorgo. De acordo com Antunes (2010), algumas variedades de sorgo contêm quantidades significativas de alguns compostos fenólicos, tais como os taninos, que podem comprometer o valor nutritivo das dietas para animais por diminuírem a digestibilidade das proteínas e do amido. Algumas proteínas estruturais presentes no sorgo, formam ligações cruzadas entre moléculas, que aumentam a rigidez da estrutura proteica dos

grãos (Duodo et al., 2003; Belton et al., 2006), podendo interferir, negativamente, na digestibilidade da matéria seca.

Castañeda-Serrano et al. (2013) também não verificaram diferenças entre tratamentos para a digestibilidade total da MS (65,0%) e da PB (63,5%), sendo os valores encontrados, superiores ao deste estudo. Por outro lado, Galo et al. (2003) observaram aumento na digestibilidade total da MS e da PB ao utilizarem ureia de liberação lenta na dieta de vacas em lactação. Ribeiro et al. (2011) também relataram aumento da digestibilidade da PB para todos os tratamentos com utilização de NNP, quando comparados ao tratamento controle.

Em relação à digestibilidade da FDN, os resultados encontrados no presente trabalho se assemelharam aos observados por diversos autores (GALO et al. 2003; VALINOTE et al. 2005; AZEVEDO et al. 2008; SANTOS et al. 2011), que também não observaram efeito dos tratamentos com utilização de ureia de liberação lenta sobre a digestibilidade da FDN.

Também não houve ($P>0,05$) efeito das dietas sobre a produção de leite corrigida para 4% de gordura e as porcentagens de gordura, proteína, extrato seco (EST) e extrato seco desengordurado (ESD) do leite (Tabela 5), apresentando média geral de 13,19 kg/animal/dia, 3,78%, 3,23%, 12,79% e 9,00%, respectivamente.

Tabela 5: Médias de produção e composição do leite, em função de cada tratamento.

Variável	Tratamentos					
	Controle	34ULL	66ULL	100ULL	CV (%)	P
PLC4% (kg/animal/dia)	13,39	13,88	13,44	12,05	19,621	0,744
Gordura (%)	3,76	3,71	3,84	3,83	19,326	0,055
Proteína (%)	3,24	3,23	3,28	3,16	8,598	0,266
Extrato seco total (%)	12,79	12,71	12,84	12,80	5,377	0,052
Extrato seco desengordurado (%)	9,03	9,00	9,00	8,98	2,661	0,081

PLC 4%: produção de leite corrigida para 4% de gordura. CV: coeficiente de variação.

As dietas em estudo podem não ter afetado a produção, em função do potencial produtivo dos animais (médio nível de produção). Com isso, a menor exigência dos animais permite inferir que a ureia de liberação lenta supriu as exigências de PDR no rúmen, e, conseqüentemente, permitiu adequada síntese de proteína microbiana.

Alguns autores (SINCLAIR et al., 2012; SANTOS et al., 2011; SOUZA et al., 2010) trabalharam com vacas de alta produção leiteira, acima de 30 kg/animal/dia, e não observaram quaisquer efeitos da utilização de ureia de liberação lenta sobre a produção de leite. Dentre esses autores, somente Souza et al. (2010) observou redução nas porcentagens de gordura e sólidos totais do leite, quando ureia protegida foi utilizada.

Por outro lado, Abreu (2010) trabalhou com animais mestiços de médio nível de produção e não observou influência dos níveis de ureia de liberação lenta sobre a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, os teores de gordura, proteína, extrato seco total e desengordurado, observando produção média de 10,8 kg/animal/dia.

Aumentos na produção de leite foram observados no experimento de Akay et al. (2004), com 122 vacas em um rebanho comercial, no qual o farelo de soja e a ureia foram substituídos, na dieta controle, por ureia de liberação lenta, farelo de trigo e milho moído. Neste caso, houve aumento na produção de 37,9 para 41,6 kg/animal/dia, em função da utilização de ureia de liberação lenta.

Apesar de que nesse estudo não se encontrou diferenças, observam-se, na literatura, resultados variáveis quanto ao uso da ureia de liberação lenta na dieta de ruminantes. Portanto, existe a necessidade de mais estudos com esse produto para fornecer dados que possibilitem a tomada de decisão quanto ao seu uso por parte do pecuarista.

CONCLUSÕES

As variáveis de consumo, de digestibilidade, de produção e de composição do leite não são alteradas em função da substituição da proteína da soja pela ureia de liberação lenta. Assim, para animais mestiços, de média produção de leite, essa substituição depende, apenas, de variáveis econômicas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D.C. **Ureia de liberação lenta em dietas para vacas leiteiras mestiças em pasto ou confinadas**. 2010. 37p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2010.

AKAY, V.; TIKOFISKY, J.; HOLTZ, C.; DAWSON, K.A. Optigen® 1200: Controlled release of non-protein nitrogen in the rumen. In: INTERNATIONAL FEED INDUSTRY SYMPOSIUM, 20., 2004, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Alltech, 2004. (CD-ROM).

ANTUNES, R.C. Utilização de sorgo para gado de leite. In: SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 5., 2010, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: EV-UFMG, DZOO, 2010, p.125.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.; BRÜNING, G.; KOZLOSKI, G.V. Incorporação de ureia encapsulada em suplementos proteicos fornecidos para novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.38, n.5, p.1381-1387, 2008.

BELTON, P.S.; DELGADILLO, I.; HALFORD, N.G.; SHEWRY, P.R. Kafirin structure and functionality. **Journal of Cereal Science**, v.44, p.272-286, 2006.

CASTAÑEDA-SERRANO, R.D.; FERRIANI-BRANCO, A.; TEIXEIRA, S.; GARCIA-DIAZ, T.; DIEGO-SOFIATI, A. Urea de liberación lenta en dietas para bovinos productores de carne: digestibilidad, síntesis microbiana y cinética ruminal. **Agrociencia**, v.47, p.13-24, 2013.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; BERCHIELLI, T.T.; CABRAL, L.S.; LADEIRA, M.M.; SOUZA, M.A.; QUEIROZ, A.C.; SALIBA, E.O.S.; PINA, D.S.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para Análise de Alimentos** - INCT - Ciência Animal. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema.p.214, 2012.

DUODU, K.G.; TAYLOR, J.R.N.; BELTON, P.S.; HAMAKER, B.R. Factors affecting sorghum protein digestibility. **Journal of Cereal Science**, v.38, p.117-131, 2003.

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

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

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

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G.E. Nitrogen recycling in the ruminant: a review. **Journal of Dairy Science**, v.84, supplement, p.E223-E236, 2001.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C. National Academic Press, 2001. 381p.

PINOS-RODRÍGUEZ, J.M.; PEÑA, L.Y.; GONZÁLEZ-MUÑOZ, S.S.; BÁRCENA, R.; SALEM, A. Effects of a slow-release coated urea product on growth performance and ruminal fermentation in beef steers. **Italian Journal of Animal Science**, v.9, p.16-19, 2010.

PIRES, A.V.; OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; SUSIN, I.; FERNANDES, J.J.R.; MORAIS, J.B.; MENDES, C.Q. Fontes nitrogenadas em rações contendo bagaço de cana-de-açúcar hidrolisado no desempenho de bovinos confinados em terminação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.163-168, 2008.

RIBEIRO, S.S.; VASCONCELOS, J.T.; MORAIS, M.G.; ÍTAVO, C.B.C.F.; FRANCO, G.L. Effects of ruminal infusion of a slow-release polymer-coated urea or conventional urea on apparent nutrient digestibility, in situ degradability, and rumen parameters in cattle fed low-quality hay. **Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.53-61, 2011.

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

SANTOS, J.F.; DIAS JÚNIOR, G.S.; BITENCOURT, L.L.; LOPES, N.M.; SIÉCOLA JÚNIOR, S.; SILVA, J.R.M.; PEREIRA, R.A.N.; PEREIRA, M.N. Resposta de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.2, p.423-432, 2011.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba. Livrocercos, 1979. 380p.

SINCLAIR, L.A.; BLAKE, C.W.; GRIFFIN, P.; JONES, G.H. The partial replacement of soybean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slow-release urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. **Animal: an International Journal of Animal Science**, v.6, n.6, p.920-927, 2012.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2463-2472, 1992.

SOUZA, V.L.; ALMEIDA, R.; SILVA, D.F.F.; PIEKARSKI, P.R.B.; JESUS, C.P.; PEREIRA, M.N. Substituição parcial de farelo de soja por ureia protegida na produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1415-1422, 2010.

TEIXEIRA, J.C.; SALVADOR, F.M. **Amireia: “Uma revolução na nutrição de ruminantes”**. Lavras: s.n., 2004. p.174. 2004.

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

VALADARES FILHO, S.C.; MACHADO, P.A.S.; CHIZZOTTI, M.L.; AMARAL, H.F.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CAPELLE, E.R. CQBAL 3.0. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Bovinos, 2010. Disponível em www.ufv.br/cqbal. Acesso em 13/05/2013.

WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; ILSMAA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.1, p.381-385, 1962.

WILSON, G.; MARTZ, F.A.; CAMPBELL, J.R.; BECKER, B.A. Evaluation of factors responsible for reduced voluntary intake urea diets for ruminants. **Journal of Animal Science**, v.41, p.1431-1437, 1975.

ZIGUER, E.A.; ROLL, V.F.B.; BERMUDEZ, R.F.; MONTAGNER, P.; PFEIFER, L.F.M.; DEL PINO, F.A.B.; CORRÊA, M.N.; DIONELLO, N.J.L. Desempenho e perfil metabólico de cordeiros confinados utilizando casca de soja associada a diferentes fontes de nitrogênio não-proteico. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.2, p.449-456, 2012.

4. CONCLUSÃO GERAL

A ureia de liberação lenta se apresenta como uma alternativa ao uso do farelo de soja, na formulação de dietas para vacas mestiças em lactação de média produção leiteira, pois não afetou o consumo e a digestibilidade das dietas, assim como a produção e composição do leite.