Substituição do farelo de soja por uréia convencional e protegida em vacas leiteiras: consumo, digestibilidade, produção e composição do leite.

GONÇALVES, Geógenes da Silva\*1; PEDREIRA, Marcio dos Santos 2; AZEVEDO, José Augusto Gomes 3**;** DEL REI, Antonio Jorge 4; SILVA, Herymá Giovane Oliveira 5; SILVA, Fabiano Ferreira 6.

1Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Itapetinga,Bahia, Brasil.

2Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Departamento de Tecnologia Rural e Animal - UESB, Itapetinga,Bahia, Brasil.

3Universidade Estadual de Santa Cruz, Departamento de Ciências agrárias e Ambientais, Ilheus, Bahia, Brasil

4 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Medico Veterinario Professor,.Titular DTRA- UESB, Itapetinga,Bahia, Brasil.

5 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Professor Pós-graduação em Zootecnia, Itapetinga,Bahia, Brasil.

6 Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Professor Pós-graduação em Zootecnia, Itapetinga,Bahia, Brasil.

\*Endereço para correspondência:geoveterinario@hotmail.com

**RESUMO:** Objetivou-se, avaliar o efeito de duas diferentes fontes de ureia em dietas de vacas lactantes sobre consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite. Utilizaram-se oito vacas mestiças Holandês x Zebu, sendo confinadas e distribuídas aleatoriamente, alocadas a uma sequência de quatro dietas experimentais, em delineamento distribuído em dois quadrados latino 4x4. FS - farelo de soja; ULL 0 = ureia convencional (UC) 100% / ureia de liberação lenta (ULL) 0%; ULL 44 = UC 56% / ULL 44%; ULL 88 = UC 12% / ULL 88%. Os períodos experimentais foram de 21 dias, com duração total de 84 dias. Não houve efeito significativo nas dietas experimentais, para os coeficientes de consumo de matéria seca, fibra em detergente neutro, matéria orgânica, proteína bruta e nutrientes digestíveis totais. O coeficiente de digestibilidade da matéria seca apresentou valor 69,43% e o da fibra em detergente neutro de 51,07%. A digestibilidade da proteína bruta obteve média de 65,43%. A média de produção de leite foi de 9,609 Kg. A substituição parcial de farelo de soja por ureia em 2.1% da matéria seca da dieta, mostra que as fontes de ureias utilizadas podem ser oferecidas, sem que haja prejuízos produtivos para as vacas lactantes.

**PALAVRAS–CHAVE:** consumode matéria seca, ureia, vacas de leite.

REPLACEMENT OF SOYBEAN MEAL BY CONVENTIONAL UREA AND COATED IN DAIRY COWS: INTAKE, DIGESTIBILITY, PRODUCTION AND COMPOSITION OF MILK.

DIFFERENT NITROGEN COMPOUNDS OF RUMINANTS DIET

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the effect of dairy cows’ diet containing two different sources of urea on dry matter intake, nutrient apparent digestibility, and milk production and composition. Eight crossbred cows (Holandês x Zebu) were confined and randomly assigned to four sequential diets distributed in two 4 x 4 Latin: SM = soybean meal; SRU 0 = conventional urea (CU) 100%/slow release urea (SRU) 0%; SRU 44 = CU 56%/SRU 44%; SRU 88 = CU 12%/SRU 88%. Animals were feed on diets containing sugar cane (70%) and concentrate (30%). The diets were offered to the animals during 21 days. The total duration of the experiments was of 84 days. Dry matter, neutral detergent fiber, organic matter, crude protein, and total digestible nutrients had no significant effect on mean intake coefficients . Dry matter and neutral detergent fiber digestibility coefficient presented an average value of 69.43% and 51.07%, respectively. Average crude protein digestibility was 65.43%. Average milk production was 9.609 kg.

**KEYWORDS:** urea, dairy cattle, dry matter intake.

**INTRODUÇÃO**

A produção de leite tem aumentado continuamente nos últimos 40 anos, devido à seleção genética e a nutrição das vacas (Gumen et al., 2011). Segundo a FAO 2011 (*Food and Agriculture Organization*), o Brasil é o quinto maior produtor mundial de leite bovino, com 32.091.000 milhões de litros (FAO, 2011).

Devido aos custos dos farelos proteicos, é crescente o número de pecuaristas que utilizam o nitrogênio não proteico, em especial, a ureia, junto às misturas minerais, nos chamados “sais proteinados”, ou com outros alimentos, como cana-de-açúcar (Kitamura et al., 2010).

A utilização da cana-de-açúcar como volumoso apresentou-se favorável à produção animal, visto que a cana amadurece durante a estação seca, eliminando a necessidade de armazenamento (Gonçalves, 2006). A cana contém níveis de 2 a 5% de proteína bruta, por isso, é recomendada a suplementação da dieta com fontes disponíveis de nitrogênio (Huntington et al., 2006).

O fornecimento adicional de compostos nitrogenados para animais consumindo forragens de baixa qualidade pode, permitir incremento no consumo voluntário da forragem e melhorar o balanço energético a partir dos carboidratos fibrosos da forragem, uma vez que estes favorecem o crescimento das bactérias fibrolíticas (Russel et al., 1992). A utilização do nitrogênio não proteico de liberação gradativa no rúmen pode ser uma estratégia para diminuir o uso de fontes de proteína verdadeira e de ureia pecuária, em dietas para ruminantes, reduzindo os riscos de intoxicação por ureia e substituir fontes de proteína verdadeira de alto custo e melhorar o sincronismo de nutrientes no rúmen (Souza et al., 2010).

A ureia protegida é fisicamente encapsulada por ceras vegetais (*Optigen®II, Alltech Inc., Nicholasville, USA*), visando reduzir a velocidade de liberação do N no rúmen. Já foram observados aumento produção de leite, quando substituiu parcialmente o farelo de soja (Inostroza et al., 2010).

Objetivou-se avaliar o consumo, a digestibilidade, a produção e a composição de leite, em função de dietas com a substituição parcial do farelo de soja por ureia convencional e ureia encapsulada para vacas lactantes.

**MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido na Fazenda Paulistinha, localizada no município de Macarani, Bahia, e na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), no *campus* de Itapetinga, Bahia. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu, de terceira ou quarta lactação, com produção anterior entre 3.000 e 4.000 kg ajustado para 305 dias. Apresentavam peso corporal de 445 kg ± 9 kg, e aproximadamente com 60 dias de lactação, no início do período experimental.

As vacas foram confinadas, sendo distribuídas aleatoriamente, alocadas a uma sequência de quatro dietas experimentais, em delineamento distribuído em dois quadrados latino 4x4, realizados simultaneamente. FS - farelo de soja; ULL 0 = ureia convencional (UC) 100% / ureia de liberação lenta (ULL) 0%; ULL 44 = UC 56% / ULL 44%; ULL 88 = UC 12% / ULL 88%. Os períodos experimentais foram de 21 dias, sendo o período compreendido entre o 1° e o 14° dia considerado de adaptação dos animais às dietas fornecidas e o período entre o 15° ao 21° dia, o de coleta de amostras, com duração total de 84 dias. Os animais foram confinados em baias individuais cobertas com área de três metros quadrado com piso de areia, providas de comedouros e bebedouros.

As dietas foram calculadas para suprir as exigências de mantença, tendo em vista uma produção de 12 kg de leite/dia, com 3,5% de gordura, de acordo com o *Nacional Research Council* (NRC, 2001).

Os animais receberam dietas contendo 70% de volumoso e 30% de concentrado (Tabela 1). O volumoso utilizado foi a cana-de-açúcar (*Saccharum*). Para compor os concentrados, foram utilizados: milho, trigo, soja, ureia e mistura mineral. As fontes de ureia utilizadas foram a ureia convencional e a ureia de liberação lenta − *Optigen®II (Alltech Inc., Nicholasville, USA)*, tendo como controle dieta com farelo de soja. A mistura entre volumoso e o concentrado foi realizada no momento do fornecimento da alimentação.

A cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*), variedade RB 72-454, foi colhida diariamente e triturada com folhas, em máquina forrageira, no momento do fornecimento. Semanalmente, amostras eram coletadas para determinação da MS e ajuste da relação volumoso:concentrado da dieta. A concentração média de açúcares solúveis (ºBRIX) do material analisado foi de 18,0°, analisado pelo refratômetro.

**Tabela 1**. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Ingredientes % MS** | **DIETAS EXPERIMENTAIS** | | | |
| **FS** | **ULL 0** | **ULL 44** | **ULL 88** |
| **Cana-de-açúcar** | **70,0** | **70,0** | **70,0** | **70,0** |
| **Milho grão moído** | **6,8** | **20,7** | **20,6** | **20,6** |
| **Farelo de Soja** | **22,0** | **6,0** | **5,9** | **5,9** |
| **Mistura mineral** | **0,7** | **0,7** | **0,7** | **0,7** |
| **Ureia** | **0** | **2,1** | **1,38** | **0,46** |
| **Ureia protegida** | **0** | **0** | **0,92** | **1,84** |
| **Calcário** | **0,5** | **0,5** | **0,5** | **0,5** |
| **% Nutriente** |  | | | |
| **MO** | **99,8** | **99,8** | **99,8** | **99,8** |
| **PB** | **15,8** | **17,5** | **16,5** | **15,6** |
| **NDT** | **72,5** | **71,5** | **71,9** | **71,1** |
| **FDN** | **48,9** | **52,0** | **50,2** | **49,3** |
| **EE** | **2,8** | **2,7** | **3,1** | **2,8** |
| **CNF** | **32,1** | **25,7** | **28,9** | **29,4** |

Mistura mineral:Cálcio - 165,00 g/kg;Fósforo - 78,00 g/kg; Enxofre - 26,00 g/kg; Magnésio - 20,00 g/kg; Sódio - 114,00 g/kg; Cobalto - 90,00 mg/kg; Cobre - 1.238,00 mg/kg; Cromo - 20,00 mg/kg; Ferro - 2.000,00 mg/kg; Iodo - 80,00 mg/kg; Manganês - 2.057,00 mg/kg; Selênio - 27,50 mg/kg; Zinco - 4.896,00 mg/kg; Flúor - 780,00 mg/kg .PB: proteína bruta; NDT: nitrogênio digestível total; FDN: fibra em detergente líquido; EE: extrato etéreo; CNF: carboidratos não fibrosos. FS = farelo de soja. ULL = ureia de liberação lenta.

As dietas foram oferecidas pela manhã, às 7:00, e à tarde, às 16:00, em quantidade suficiente para resultar em, no mínimo, 10% do oferecido como sobra diária. O consumo diário de matéria natural foi determinado subtraindo-se do total de alimento oferecido, nas duas alimentações, o peso das sobras, do 15° ao 21° dia de cada período.

Foram coletadas amostras diárias de cada ingrediente da dieta e das sobras, por animal e amostras compostas foram formadas, com base em quantidades de matéria natural. Essas amostras foram desidratadas em estufa de ventilação forçada, por 72h, a 55ºC, e trituradas em moinho do tipo *Thomas-Willey* com peneira de 1 mm. Uma subamostra foi desidratada em estufa de 105ºC, por 24 horas, para determinação da matéria seca definitiva. Posteriormente, o consumo de matéria seca foi calculado, multiplicando-se o valor de matéria seca da dieta pelo consumo diário de matéria natural.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), nitrogênio total, fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM) e nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) dos alimentos, das sobras e das fezes foram realizadas segundo os procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Para as análises de extrato etéreo, pesaram-se 2,0 g das amostras de cana, sobras, fezes e concentrados, as quais foram embrulhadas em guardanapos de papel-seda (14,0 cm × 14,0 cm), em forma de cartuchos. As extremidades foram grampeadas e as amostras foram levadas à estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 12 horas, onde foram mantidas em dessecador até atingir temperatura ambiente e, posteriormente, pesadas (Silva & Queiroz, 2002).

Cada cartucho foi colocado nas conexões extratoras fracionadas soxlet e mantidos sob aquecimento por 5 horas, para extração da gordura com éter de petróleo, adicionando-se, aproximadamente, 30 mL de éter por cartucho, em balões redondos de fundo chato com capacidade para 500 mL. Após a extração, os balões foram novamente levados à estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 12 horas. O teor de gordura foi obtido pela diferença entre os pesos dos balões, antes e após a extração, e depois foi corrigido para MS (Silva & Queiroz, 2002).

A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação: 100 – (%PB + %EE +%cinzas) e a porcentagem de CNF foi calculada como 100 - (%FDNcp + %PB + %EE + %cinzas) (Sniffen et al.,1992). Para o cálculo de NDT, utilizou-se a equação proposta pelo NRC (2001): NDT = PBD + 2,25 x EED + FDNcpD + CNFD. Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDNcpD = fibra em detergente neutro (corrigida para cinzas e proteína) digestível e CNFD = carboidratos não-fibrosos digestíveis.

A coleta de fezes foi realizada durante dois dias alternados, em horários diferentes (7:00 e 17:00 horas), entre o 14º e 21º dia do experimento. As fezes de cada vaca foram congeladas ao longo das coletas e formaram uma amostra composta ao final de cada período. Os compostos, por vaca, foram desidratados, e o teor de FDN, cinzas e nitrogênio foram analisados.

Para se estimar a excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), como indicador interno. Amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado), sobras e fezes foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008), em duplicata (20 mg MS/cm²), em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-zebu. Após este período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), para a quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

A produção de leite foi avaliada do 14° ao 21° dia de cada período experimental. As vacas foram ordenhadas duas vezes ao dia, às 6:00 e às 16:00 horas. As amostras serão compostas do leite das ordenhas da manhã e da tarde, sendo a proporção determinada pela produção nas respectivas ordenhas. Em cada amostra, foram determinados os teores de gordura, proteína e ureia no leite. Dessa amostra composta, a alíquota de 10 mL foi misturada a 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrada em filtro de papel, e o sobrenadante, armazenado a –20ºC, para posteriores análises de alantoína e ureia no leite desproteinizado (Valadares et al., 1999).

Os resultados foram interpretados estatisticamente e submetidos à análise de contrastes com 5% de significância de probabilidade, para determinar se as respostas obtidas comportavam-se com padrões lineares ou quadráticos. Todos os procedimentos estatísticos foram conduzidos no programa SAS (2002).

**RESULTADOS E DISCUSSÃO**

**Tabela 2** - Médias de consumo de nutrientes em relação ao peso metabólico **(kg/kg0,75)** significância dos contrates em função das dietas experimentais, observados em vacas lactantes alimentadas com diferentes fontes de nitrogênio.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dietas experimentais** | **MS**  **(kg/kg0,75)** | **FDN (kg/kg0,75)** | | **MO (kg/kg0,75)** | | **CNF**  **(kg/kg0,75)** | | **PB**  **(kg/kg0,75)** | | **EE**  **(kg/kg0,75)** | | **NDT**  **(kg/kg0,75)** | |
| **FS** | **0,14** | **0,068** | **0,14** | | **0,09** | | **21,75** | | **0,004** | | **0,10** | |
| **ULL 0** | **0,13** | **0,063** | **0,13** | | **0,06** | | **22,72** | | **0,003** | | **0,10** | |
| **ULL 44** | **0,14** | **0,065** | **0,14** | | **0,08** | | **20,36** | | **0,004** | | **0,11** | |
| **ULL 88** | **0,14** | **0,067** | **0,14** | | **0,08** | | **22,71** | | **0,004** | | **0,10** | |
| **Média** | **0,14** | **0,066** | **0,14** | | **0,08** | | **21,89** | | **0,004** | | **0,10** | |
| **EPM** | **0,0042** | **0,0022** | **0,0042** | | **0,0040** | | **0,9511** | | **0,0002** | | **0,0024** | |
| **L\*** | **0,2569** | **0,3029** | **0,2569** | | **0,0817** | | **0,9970** | | **0,1616** | | **0,5188** | |
| **Q\*** | **0,9167** | **0,9584** | **0,9167** | | **0,3334** | | **0,2361** | | **0,7353** | | **0,2804** | |
| **Contrastes** |  |  |  | |  | |  | |  | |  | |
| **vs. (2 + 3 + 4)** | **0,3049** | **0,2422** | **0,3480** | | **0,0327\*** | | **0,9169** | | **0,5900** | | **0,7566** | |
| **2 vs. (3 + 4)** | **0,2178** | **0,3010** | **0,2197** | | **0,0191\*** | | **0,5108** | | **0,2366** | | **0,8476** | |
| **1 vs. 2** | **0,1271** | **0,1265** | **0,1456** | | **0,0034\*** | | **0,6416** | | **0,2633** | | **0,7225** | |
| **1 vs. 3** | **0,8475** | **0,7419** | **0,9059** | | **0,2841** | | **0,6471** | | **0,6367** | | **0,6135** | |
| **1 vs. 4** | **0,4386** | **0,3187** | **0,4811** | | **0,2507** | | **0,5049** | | **0,5117** | | **0,3742** | |
| **2 vs. 3** | **0,1772** | **0,2210** | **0,1782** | | **0,0356\*** | | **0,9939** | | **0,1194** | | **0,4069** | |
| **2 vs. 4** | **0,4299** | **0,5713** | **0,4333** | | **0,0420\*** | | **0,2620** | | **0,6333** | | **0,6186** | |
| **3 vs. 4** | **0,5579** | **0,4983** | **0,5562** | | **0,9351** | | **0,2651** | | **0,2652** | | **0,1719** | |

FS = farelo de soja; ULL 0 = ureia convencional (UC) 100% / ureia de liberação lenta (ULL) 0%; ULL 44 = UC 56% / ULL 44%; ULL 88 = UC 12% / ULL 88%; L\* =linear Q\*= quadrática; EPM: erro-padrão da média; Contrastes: 1 - FS; 2 - ULL 0; 3 - ULL 44; 4 - ULL 88. \* = Significativo a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para os consumos calculados em peso metabólico de matéria seca, de fibra em detergente neutro, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e de nutrientes digestíveis totais. As médias encontradas no consumo foi 0,14 Kg/PM; 0,066 Kg/PM 0,14 Kg/PM; g/PM 21,89; 0,004 g/PM; 0,10 Kg/PM, respectivamente. A inclusão de 2.1% de ureia no concentrado em substituição ao farelo de soja promoveu uma combinação satisfatória de carboidratos fermentáveis e dos compostos nitrogenados, promovendo um sincronismo ruminal e um equilíbrio dos diferentes compostos nitrogenados sem interferir no consumo de matéria seca. Aquino et al. (2007), ao trabalhar substituição parcial do farelo de soja pela ureia, não observaram efeito das dietas sobre o consumo de matéria seca em vacas leiteiras, indicando que não influenciou o consumo de alimento dos animais.

Alguns resultados encontrados na literatura indicam que a utilização de ureia na dieta pode diminuir o consumo de matéria seca das vacas. Lana et al. (1997) comprovaram que as dietas que continham ureia convencional apresentaram consumo muito menor que as dietas sem ureia. Oliveira et al. (2001) e Silva et al. (2001) observaram diferença significativa no consumo de MS ao aumentarem de 0% para 2,1% os níveis de ureia na dieta. Silva et al. (1999) forneceram rações, nas quais o farelo de soja foi gradativamente substituído por ureia (0, 50 e 100%) no concentrado, e observaram redução no consumo, à medida que a ureia substituiu a soja. Entretanto, a inclusão de 1,9% da dieta total de ureia em substituição ao farelo de soja reduziu a eficiência alimentar (BRITO e BRODERICK, 2007), sugerindo que inclusões de NNP acima de recomendações tidas como clássicas, ao redor de 1% da dieta (REID, 1953), podem não ser vantajosas.

Em relação às dietas experimentais com a inclusão da ureia protegida, o consumo de matéria seca não diferiu das demais dietas experimentais, mesmo participando da dieta total na proporção de 2.1%. O encapsulamento do NNP no Optigen®II poderia ser um fator desfavorável à argumentação de que fatores sensoriais estariam envolvidos na resposta ao consumo. Highstreet et al. (2010) não observaram diferença significativa para o consumo de matéria seca entre a ureia convencional e a ureia de liberação lenta, em dietas suplementadas para vacas lactantes, com altos níveis de proteína solúvel. Silveira et al. (2012), quando utilizaram ureia de liberação lenta em vacas de leite, não observaram diferença significativa para o consumo de matéria seca.

Em relação à substituição parcial das dietas experimentais, a partir da inclusão à mistura da ureia, o consumo de FDN não diferiu significativamente. A porcentagem de ureia de 1% da dieta total em substituição parcial da soja não comprometeu o consumo. Magalhães et al. (2003) também não notaram diferença no consumo de FDN, quando forneceram dietas com níveis crescentes de ureia convencional (0; 0,65; 1,30 e 1,95% da matéria seca total). A ureia convencional pode ser considerada controladora do consumo de suplemento, o que foi utilizado por Baroni et al. (2010). Para Alvarez Almora et al. (2012), a ureia é rapidamente hidrolisada ao chegar no rúmen, resultando em um aumento na concentração de amônia na primeira hora após a alimentação. Segundo Highstreet et al. (2010), o equilíbrio do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro em 2.1% do concentrado da dieta foi atribuído ao equilíbrio na concentração de amônia ruminal dos compostos nitrogenados e dos carboidratos fermentáveis.

O menor consumo de carboidrato não fibroso deu-se ao utilizar 100% de ureia convencional, equivalente a 0,06 Kg/PM, havendo diferença significativa quanto aos outros tratamentos. A substituição parcial dos tipos de ureia pela soja afetou o consumo de carboidrato não fibroso, o que indica um efeito positivo, quando se adiciona a ureia protegida à ração. O maior consumo de carboidrato não fibroso foi o tratamento controle, podendo ser atribuído devido ao aumento na porcentagem de proteína não degradável no rúmen. Para Franco et al. (2004), os principais fatores que afetam a degradabilidade da proteína são o pH, N-NH3 ruminal, a taxa de passagem e a degradação da matéria orgânica da forragem. Mudanças bruscas no pH ruminal podem cessar a atividade microbiana, assim como níveis de N-NH3 ruminal baixos podem limitar a fermentação. Logo, supõem-se que a utilização dos compostos nitrogenados pode causar um efeito na degradação dos carboidratos. Segundo Valvasori et al. (1998), dietas à base de cana-de-açúcar apresentam alta concentração de protozoários. Desse modo, a estabilização de pH no rúmen também se deve à rápida assimilação dos carboidratos solúveis por esses microrganismos, contribuindo, assim, para garantir a integridade funcional do rúmen. Como a fração carboidrato não fibroso constitui um substrato quase completamente degradável no rúmen, sua redução do consumo pode apresentar impactos negativos sobre a síntese de proteína microbiana ruminal, principal fonte de aminoácidos digestíveis no intestino delgado em animais ruminantes. Mendonça et al. (2004), ao avaliar o consumo de cana-de-açúcar e ureia para vacas leiteiras, observaram um maior consumo de carboidratos não fibrosos, em que se verificou maior consumo para a dieta com cana-de-açúcar e relação volumoso:concentrado de 50:50, comparados a tratamentos com relação V:C de 60:40, o que pode ser justificado pela maior participação de alimento concentrado da dieta.

A substituição parcial de soja pelos tipos de ureia não afetou o consumo de proteína bruta entre as dietas. Entende-se, portanto, que o que influencia na quantidade de proteína bruta ingerida não são as fontes, e sim a composição proteica da dieta. Silveira et al. (2012), quando utilizaram ureia protegida em vacas de leite, não observaram diferença significativa para o consumo de proteína bruta. A inclusão de ureia protegida em substituição de soja pelos compostos nitrogenados não afetou o consumo de NDT, resultado corroborado por Valinote et al. (2005) e por Martins et al. (2011), que não encontrou diferenças no consumo de NDT, em vacas lactantes, utilizando concentrado, ureia e cana-de-açúcar.

**Tabela 3** - Médias de digestibilidade da matéria seca e de nutrientes, significância dos contrates em função das dietas experimentais, observados em vacas lactantes alimentadas com diferentes fontes de nitrogênio.

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dietas experimentais** | **MS(%)** | **FDN (%)** | **MO (%)** | **CNF(%)** | **PB (%)** | **EE(%)** |
| **FS** | **67,49** | **48,96** | **68,1160** | **95,11** | **68,11** | **91,88** |
| **ULL 0** | **69,47** | **50,66** | **70,0196** | **90,38** | **62,69** | **84,24** |
| **ULL 44** | **68,62** | **50,17** | **72,3680** | **89,77** | **69,75** | **94,39** |
| **ULL 88** | **72,12** | **54,5** | **69,1161** | **87,47** | **62,78** | **92,47** |
| **Média** | **69,43** | **51,07** | **69,90** | **90,68** | **65,83** | **90,74** |
| **EPM** | **1,33** | **1,93** | **1,30** | **1,26** | **2,89** | **3,02** |
| **L\*** | **0,1656** | **0,201** | **0,2214** | **0,8199** | **0,3420** | **0,3017** |
| **Q\*** | **0,1888** | **0,3487** | **0,2145** | **0,2676** | **0,5906** | **0,7031** |
| **Contrastes** |  |  |  |  |  |  |
| **1 vs. (2 + 3 + 4)** | **0,2374** | **0,399** | **0,2586** | **0,0077\*** | **0,6246** | **0,8228** |
| **2 vs. (3 + 4)** | **0,6955** | **0,6348** | **0,7439** | **0,4104** | **0,5871** | **0,2095** |
| **1 vs. 2** | **0,4543** | **0,6758** | **0,4582** | **0,0652** | **0,4773** | **0,3612** |
| **1 vs. 3** | **0,6674** | **0,7657** | **0,1051** | **0,0398\*** | **0,8286** | **0,7614** |
| **1 vs. 4** | **0,0891** | **0,1808** | **0,6955** | **0,0053\*** | **0,4848** | **0,9432** |
| **2 vs. 3** | **0,7477** | **0,9039** | **0,3615** | **0,8031** | **0,3570** | **0,2290** |
| **2 vs. 4** | **0,3218** | **0,349** | **0,7236** | **0,2432** | **0,9903** | **0,3263** |
| **3 vs. 4** | **0,1937** | **0,2921** | **0,2100** | **0,3529** | **0,3632** | **0,8161** |

FS = farelo de soja; ULL 0 = ureia convencional (UC) 100% / ureia de liberação lenta (ULL) 0%; ULL 44 = UC 56% / ULL 44%; ULL 88 = UC 12% / ULL 88%; L\* =linear Q\*= quadrática; EPM: erro-padrão da média; Contrastes: 1 - FS; 2 - ULL 0; 3 - ULL 44; 4 - ULL 88; \* = Significativo a 5% de probabilidade.

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca não teve diferença entre as dietas experimentais (tabela 3) com média de 69,43%. Resultado superior aos valores observados por Teixeira et al. (2010), que encontraram 54,5% de digestibilidade da MS, em dietas à base de cana e concentrado, para vacas em lactação. Valinote et al. (2005) avaliaram o efeito de substituição de 82% da ureia tradicional por ULL, em dietas de bubalinos, sendo as digestibilidades da matéria seca de 70,22 e 72,25, respectivamente. Galo et al. (2003) relataram que a digestibilidade total de MS e PB em vacas da raça Holandesa em lactação aumentou, quando foi utilizada como fonte de NNP a ureia protegida com polímero, em dose de 0,77% da matéria seca. Resultados semelhantes foram obtidos por Xin et al. (2010), alimentando vacas lactantes com 1,7% de ureia protegida, que observaram que a ingestão de MS melhora a digestibilidade de nutrientes nas dietas com a ureia protegida em relação àqueles com ureia comum.

A digestibilidade da fibra em detergente neutro não foi influenciada pelas dietas experimentais, com média de 51,07% de FDN na MS. Exibindo valores superiores ao encontrado por Oliveira et al. (2011), quando utilizaram cana-de-açúcar para vacas lactantes e observaram digestibilidade de FDN de 42,60%. Sinclair et. at. (2011), ao substituir o farelo de soja pela a ureia convencional e ureia protegida, em vacas lactantes, verificaram valores próximos de digestibilidade de 54% e 53%, utilizando ureia convencional e ureia protegida, respectivamente.

Alguns autores atribuem a redução na digestibilidade da FDN principalmente à menor taxa de digestão da fração fibrosa, potencialmente digestível, que aumenta o tempo de retenção da digestão do alimento no retículo-rúmen e reduz a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal (Pereira et al., 2000; Magalhães, 2006). Segundo Rocha Junior et al. (2003), a lignina tem sido reconhecida como o principal componente químico da cana, que afeta a digestibilidade da parede celular, cujo efeito direto tem sido explicado por diferentes hipóteses, tais como: i) efeito tóxico aos microrganismos fibrolíticos ii) limitação da ação das enzimas fibrolíticas, resultantes da deposição dos polímeros de lignina com a maturidade da planta; e iii) impedimento físico causado pela ligação polissacarídeo lignina, o que limitaria o acesso das enzimas.

Highstreet et al. (2010) verficaram digestibildade aparente da FDN semelhantes com a inclusão de ureia de liberação lenta ou ureia em 2 grupos de vacas em lactação. Santos et al. (2011), trabalhando com 0,61% de Optigen-II, também não obteve diferença na digestibilidade da fibra em detergente neutro, quando utilizou ureia encapsulada, comparativamente à ureia convencional para vacas leiteiras. Com o uso da ureia protegida, esperava-se um suprimento de nitrogênio mais constante no rúmen, tendo como consequência a melhoria da digestibilidade da porção fibrosa da dieta, fato que não foi observado.

A média do coeficiente de digestibilidade aparente de carboidratos não fibrosos foi de 90,68%. Apesar de existirem diferenças no consumo de CNF, houve diferenças para a digestibilidade das dietas experimentais. O tratamento controle promoveu maior digestibilidade das frações de CNF, sendo de 95,11%. A inclusão de ureia protegida afetou em comparação ao grupo controle a menor digestibilidade de CNF entre as demais dietas experimentais. As frações de CNF são reconhecidas por apresentar coeficiente de digestibilidade verdadeiro de 95 a 98%, mesmo em condições tropicais (Van Soest, 1994; Detmann et al., 2006).

A média do coeficiente de digestibilidade aparente da proteína bruta foi de 65,83%. A inclusão dos compostos nitrogenados não proporcionou alteração significativa na digestibilidade da proteína bruta. Gonçalves (2006) e Silva et al. (2009), utilizando a ureia protegida e avaliando a digestibilidade aparente dos nutrientes de vacas lactantes, observaram que o coeficiente de digestibilidade da PB aumentou de acordo com o nível de proteína bruta na dieta, o que está relacionado ao maior teor de ureia na dieta. Fato que não foi observado neste trabalho.

O coeficiente de digestibilidade aparente média do extrato etéreo (EE) foi de 90,74%, não havendo diferenças entre as dietas experimentais. Esses resultados demonstram que a utilização dos compostos nitrogenados na proporção de 1% da matéria seca total não promoveu efeito na digestibilidade do EE. Oliveira et al. (2001), trabalhando com vacas de leite, observaram variação na digestibilidade extrato etéreo, para dietas com teores crescentes de ureia convencional (0; 0,7; 1,4 e 2.1% da MS total da dieta). Em valores superiores de compostos nitrogenados na dieta ocorre variação de digestibilidade de extrato etéreo.

**Tabela 4** - Médias de produção e composição dos leites, significância dos contrates em função das dietas experimentais, observadas em vacas lactantes alimentadas com diferentes fontes de nitrogênio.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Dietas experimentais** | **Produção/leite (kg)** | **PB/leite (%)** | **Gordura leite (%)** | **Relação gord/prot** |
| **FS** | **10,26** | **2,89** | **3,21** | **1,14** |
| **ULL 0** | **9,21** | **2,70** | **4,03** | **1,39** |
| **ULL 44** | **9,35** | **2,92** | **3,38** | **1,21** |
| **ULL 88** | **9,6** | **3,03** | **3,29** | **1,12** |
| **Média** | **9,6** | **2,88** | **3,57** | **1,22** |
| **EPM** | **0,18** | **0,10** | **0,25** | **0,08** |
| **L\*** | **0,3664** | **0,5244** | **0,0429\*** | **0,3851** |
| **Q\*** | **0,889** | **0,4635** | **0,1481** | **0,3605** |
| **1 vs. (2 + 3 + 4)** | **0,0287\*** | **0,9588** | **0,5456** | **0,5401** |
| **2 vs. (3 + 4)** | **0,5137** | **0,3104** | **0,3171** | **0,2350** |
| **1 vs. 2** | **0,0315\*** | **0,5279** | **0,2732** | **0,2283** |
| **1 vs. 3** | **0,0598** | **0,9381** | **0,8235** | **0,7229** |
| **1 vs. 4** | **0,1619** | **0,6684** | **0,9187** | **0,9093** |
| **2 vs. 3** | **0,761** | **0,4790** | **0,3919** | **0,3743** |
| **2 vs. 4** | **0,4089** | **0,2928** | **0,3601** | **0,2345** |
| **3 vs. 4** | **0,599** | **0,7255** | **0,9062** | **0,6514** |

FS = farelo de soja; ULL 0 = ureia convencional (UC) 100% / ureia de liberação lenta (ULL) 0%; ULL 44 = UC 56% / ULL 44%; ULL 88 = UC 12% / ULL 88%; L\* =linear Q\*= quadrática; EPM: erro-padrão da média; Contrastes: 1 - FS; 2 - ULL 0; 3 - ULL 44; 4 - ULL 88. \* = Significativo a 5% de probabilidade.

A produção de leite foi menor (P<0,05), quando utilizou-se 100% da ureia convencional, e com diferença significativa, quando comparada ao tratamento controle. Este resultado foi influenciado pelo menor consumo de carboidratos não fibrosos, causando impacto nas proporções de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen e, assim, influenciando na produção de leite.

Nas dietas experimentais em que se usou a mistura com ureia encapsulada, houve diferença significativa na produção de leite, quando comparada ao grupo controle. Logo, os resultados evidenciam que a utilização de ureia de liberação lenta, em substituição parcial ao farelo de soja, pode reduzir o desempenho produtivo de vacas leiteiras, alimentadas com dieta à base de cana-de-açúcar.

Os resultados deste trabalho foram contraditórios ao encontrado por Akay et al. (2004), que avaliaram o desempenho com 220 vacas leiteiras recebendo uma dieta controle e outra com ureia protegida. As vacas recebendo a dieta reformulada apresentaram incremento de 9%, aproximadamente, na produção de leite, e segundo os autores citados, esse incremento ocorreu devido à melhor utilização da ureia protegida como fonte de nitrogênio, o que aumentou a eficiência do rúmen em relação à ureia e à soja. Souza et al. (2010) avaliaram os efeitos da ureia protegida na produção e composição do leite em vacas lactantes utilizando na dieta 11,4% farelo de soja e outro utilizando 0,4% de ureia encapsulada + 9,0% de farelo de soja e não se observou diferenças nas produções diárias de leite. A substituição parcial do farelo de soja pela ureia protegida não reduziu o desempenho produtivo das vacas em lactação.

Não houve diferença significativa na produção de leite para os tratamentos em que se usou (0;44;88%) de ureia protegida. Segundo Azevedo et al. (2010), a utilização de ureia protegida e ureia convencional em vacas de leite não teve diferença significativa, sendo considerada determinante, para isso, a baixa eficiência de sua proteção, verificada por meio da liberação de amônia no rúmen, que foi semelhante ao longo do tempo.

A substituição da ureia convencional e encapsulada por soja não influenciaram na porcentagem de proteína bruta do leite entre as dietas, resultados semelhantes aos obtidos por Santos (2009) e Galo et al., (2003), quando avaliaram o efeito da ureia protegida para vacas em lactação. Parte superior do formulário

Santos et al. (1998) relataram que não houve diferença na composição do leite de vacas alimentadas com dietas com diferentes níveis de ureia, farelo de soja. Em contrapartida, Susmel et al. (1995) encontraram um aumento na proteína do leite devido à adição de ureia em ração fornecida às vacas leiteiras. Nas condições do presente estudo, a substituição parcial do farelo de soja por ureia não afetou a proteína do leite, o que pode ser explicado pelo fato da cana promover uma fermentação equilibrada da matéria orgânica, permitindo que os microrganismos capturem o nitrogênio e o transforme em proteína microbiana, independente da fonte proteica.

A média de gordura para o teor de gordura no leite foi observado para a dieta experimental com 100% de ureia convencional, com o valor de 4,03%. O maior valor de síntese de gordura do leite em vacas alimentadas com ureia convencional pode ser atribuído ao impacto nas proporções de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen, principalmente, o acido acético (precursor da síntese de gordura no leite). Os possíveis mecanismos que resultaram no menor valor do teor de gordura do leite de vacas alimentadas com ureia protegida não foram elucidados, uma vez que a dieta base ofertada aos animais foi semelhante entre os tratamentos, e supria as exigências de fibra fisicamente efetiva. Souza et al. (2010) observaram em vacas lactantes que a suplementação de ureia protegida diminuiu as porcentagens de gordura, porém, com valores inferiores de 2,99% com farelo de soja e 2,71% com ureia de liberação lenta.

Resultados divergentes foram encontrados por Akay et al. (2004), que observaram vacas recebendo dietas formuladas com ureia protegida, as quais apresentaram um aumento no teor de gordura do leite, sem alterar sua produção, o que conferiu maior eficiência de conversão para as vacas recebendo ureia protegida. Segundo Highstreet et al. (2010), o uso de ureia encapsulada pode promover um pequeno aumento na gordura no leite em vacas leiteiras, em relação à ureia não protegida.

O valor médio da relação entre gordura e proteína no leite foi de 1,22 e não houve diferença significativa entre os tratamentos. A correlação entre os níveis de gordura do leite e proteína na taxa de 1,5 indicam que a faixa ideal da relação seja de 1 - 1,25 (G/P), enquanto que Duffield et al. (1997) definiram que 1,33 seria uma margem alta de risco para o animal. A relação gordura e proteína no valor maior que 1,5 é considerado um fator de risco para problemas metabólicos como a cetose (Eiche, 2004). Existem dois mecanismos responsáveis ​​pelo aumento da gordura do leite: proteína. O primeiro mecanismo é o aumento da gordura do leite, devido à mobilização das reservas corporais do animal causada por um equilíbrio energético negativo. O segundo mecanismo é uma diminuição na proteína do leite como o resultado de uma falta de energia na ração e/ou diminuição da ingestão de matéria seca. Quando ocorre inversão da relação gordura e proteína do leite numa taxa menor que 1, o rebanho é considerado em risco de uma acidose ruminal subaguda (Eiche, 2004).

**CONCLUSÂO**

A substituição parcial de farelo de soja por ureia convencional e ureia de liberação lenta, em 2.1% da matéria seca da dieta, mostra que a ureia convencional e a ureia de liberação controlada são produtos que podem ser oferecidos, sem que haja prejuízos produtivos para as vacas lactantes.

**REFERÊNCIAS**

AKAY, V.; TIKOFSKY, J.; HOLTZ, C. et al. Optigen®1200: Controlled realease of non-protein nitrogen in the rumen. **Procedings of the 20th Alltech Symposium**, p. 179-185, 2004.

ALVAREZ ALMORA, E.G.; HUNTINGTON, G.B., BURNS, J.C. et al. Effects of supplemental urea sources and feeding frequency on ruminal fermentation, fiber digestion, and nitrogen balance in beef steers. **Animal Feed Science and Technology**. v.171, n.2, p.136-145, 2012.

AQUINO, A.A., BOTARO. B.G., IKEDA, F.S. et al. Efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e a composição físico-química do leite **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.881-887, 2007.

AZEVEDO, E.B.; OSPINA-PATINO, H. SILVEIRA, A.L.F. et al. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.40, p.622- 627, 2010.

BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B. et al. Níveis de suplemento à base de fubá de milho para novilhos Nelore terminados a pasto na seca: desempenho, características de carcaça e avaliação do pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.175-182, 2010.

BRITO, A.F.; BRODERICK, G.A. Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. **Journal Dairy of Science***.*, v.90, p.1816-1827, 2007.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1479-1486, 2006.

DUFFIELD TF, KELTON DF, LESLIE KE, et al.,Use of test day milk fat and milk protein to predict subclinical ketosis in Ontario dairy cattle. **Canadian Veterinary Journal,** 1997; 38: 713-718.

EICHE, R. Evaluation of the metabolic and nutritional situation in dairy herds: Diagnostic use of milk components. **23rd World Buiatrics Congress**, Quebec City, Canada, 2004.

FRANCO,A.V.M.; FRANCO,G.L.; ANDRADE,P. et al. Parâmetros ruminais e desaparecimento da MS, PB e FDN da forragem em bovinos suplementados em pastagem na estação seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.33 n.5, Viçosa Sept. / Oct. 2004.

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.

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

GUMEN, A, KESKIN, A, YILMAZBAS-MECITOGLU, G. Dry Period Management and Optimization of Post-Partum Reproductive Management in Dairy Cattle. **Reproduction in Domestic Animals** 46 (Suppl. 3), 11–17, 2011.

HIGHSTREET, A. ROBINSON, P.H.; ROBISON, J. et al.Response of Holstein cows to replacing urea with a slowly rumen released urea in a diet high in soluble crude protein. **Livestock Production Science**, v.129,p. 179–185, 2010.

HUNTINGTON, G.B. et al. Effects of a slow-release urea source on absorption of mmonia and endogenous production of urea by cattle. **Animal feed Science and Technology**, v.130, n.3, p.225-241, 2006.

INOSTROZA, J.F.; SHAVER, R.D.; CABRERA, V.E. et al. Effect of diets containing a controlled-release urea product on milk yield, milk composition, and milk component yields in commercial Wisconsin dairy herds and economic implications. **The Professional Animal Scientist**, v.26, p.175-180, 2010.

LANA, R.P.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. et al. Influence of monensin on Holstein steers fed high-concentrate diets containing soybean meal or urea. **Journal of Animal Science**, v.75, p.2571-2579, 1997.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.591-599, 2006.

MAGALHÃES, K.A. **Níveis de ureia ou casca de algodão na alimentação de novilhas de origem leiteira em confinamento.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2003. 90p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.

MARTINS, S.C.S.G.; ROCHA JÚNIOR, V.R.; CALDEIRA, L.A. et al.; Consumo, digestibilidade, produção de leite e análise econômica de dietas com diferentes volumosos **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.3, p.691-708, 2011

MENDONÇA,S.S., CAMPOS, J.M.S., VALADARES FILHO, S.C. Consumo, Digestibilidade Aparente, Produção e Composição do Leite e Variáveis Ruminais em Vacas Leiteiras Alimentadas com Dietas à Base de Cana-de-Açúcar **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.33, n.2, p.481-492, 2004

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, p.1217-1240, 2002.

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

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A ALIMENTAÇÃO E A AGRICULTURA – FAO. Rebanho bovino leiteiro no Brasil. Disponível em: <http://**www.fasotat.fao.org**/2012> Acesso em: 03 março 2013.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não-proteicos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.30, n.4,1358- 1366, 2001.

OLIVEIRA, A.S., DETMANN, E., CAMPOS, J. M. S. "Meta-análise do impacto da fibra em detergente neutro sobre o consumo, a digestibilidade eo desempenho de vacas leiteiras em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40.7, 1587-1595. 2011

PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.1887-1893, 2000.

KITAMURA S.S., A.C. ANTONELLI., C.A. MARUTA*.* Avaliação de alguns tratamentos na intoxicação por amônia em bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.6, p.1303-1311, 2010

ROCHA JÚNIOR, V.R., VALADARES FILHO, S. C., BORGES, Á. M. Estimativa do Valor Energético dos Alimentos e Validação das Equações Propostas pelo NRC (2001) **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.32, n.2, p.480-490, 2003.

REID, J.T. Urea as a protein replacement for ruminants: a review. **Journal of Dairy Science.**, v.36, p.955-996, 1953.

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, J.F. **Respostas de vacas leiteiras à substituição parcial de farelo de soja por ureia encapsulada.** 2009. 66f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SANTOS, J.F.; DIAS JUNIOR, G.S.; BITENCOURT, L.L. et al. Resposta de vacas leiteiras a substituição o parcial de farelo de soja por ureia encapsulada. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, p.423-432, 2011.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Ureia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.

SILVA, C.V., LANA, R.P., CAMPOS, J.M.S. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

SILVA, D. J., A. C. QUEIROZ. **Análise de alimentos** (métodos químicos e biológicos). Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 235p. 2002.

SILVA, L.M.; FEIJÓ, G.L.D.; THIAGO, L.R.L. et al. Desempenho e avaliação do potencial produtivo de forragens para ensilagem, por intermédio de diferentes fontes de suplementação nitrogenada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.642-653, 1999.

SILVEIRA, V.A.; LOPES, N.M.; OLIVEIRA, R. C. et al. Substituição parcial de farelo de soja por ureia de liberação lenta em rebanhos leiteiros comerciais **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.383-395, 2012.

SINCLAIR, L. A., BLAKE, C. W., GRIFFIN, P. and JONES, G. H. The partial replacement of soyabean meal and rapeseed meal with feed grade urea or a slowrelease urea and its effect on the performance, metabolism and digestibility in dairy cows. **Animal**, 6, pp 920927, 2012.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

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

STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's guide.** Cary: SAS Institute, 2002. 525p.

SUSMEL, P., SPANGHERO, M., STEFANON, B. Nitrogen balance and partitioning of some nitrogen catabolites in milk and urine of lactating cows. **Livestock Production. Science,** 44, 207–209, 1995.

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

VALVASORI, E.; LAVEZZO, W.; LUCCI, C.A. et al. Alterações na fermentação ruminal de bovinos fistulados alimentados com cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.86-88.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

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

TEIXEIRA, R.M.A.; LANA, R.P.; FERNANDES, L.O.; OLIVEIRA, A.S.; QUEIROZ, A.C.; PIMENTEL, J.J.O. Desempenho produtivo de vacas da raça Gir leiteira em confinamento alimentadas com níveis de concentrado e proteína bruta nas dietas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2527-2534, 2010.

XIN, H.S.; SCHAEFER, D.M.; LIU, Q.P. et al. 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 and Australian Journal of Animal Science**, v.23, p.491-500, 2010.