

CÉSAR ROBERTO VIANA TEIXEIRA

**UREIA E SAL MINERAL EM SUPLEMENTOS PARA VACAS MISTIÇAS
LEITEIRAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2014

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

T

T266u
2014
Teixeira, César Roberto Viana, 1988-
Ureia e sal mineral em suplementos para vacas mestiças
leiteiras / César Roberto Viana Teixeira. – Viçosa, MG, 2014.
xiii, 25f. : il. ; 29 cm.

Orientador: Rogério de Paula Lana.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de Leite - Alimentações e rações. 2. Leite -
Produção. 3. Ureia. 4. Suplemento para bovinos.
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de Zootecnia.
Programa de Pós-graduação em Zootecnia. II. Título.

CDD 22. ed. 636.2142

CÉSAR ROBERTO VIANA TEIXEIRA

**UREIA E SAL MINERAL EM SUPLEMENTOS PARA VACAS MISTIÇAS
LEITEIRAS**

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

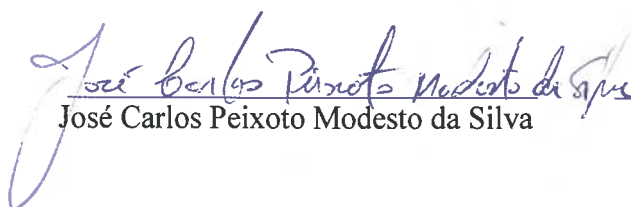
APROVADA: 26 de fevereiro de 2014



Belmiro Zamperlin



Cristina Mattos Veloso



José Carlos Peixoto Modesto da Silva



Luciana Navajas Rennó



Rogério de Paula Lana
(Orientador)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me proporcionado mais essa conquista.

Aos meus pais, por todo apoio, amor e incentivo. Por serem meus exemplos de vida.

Aos meus irmãos, Marcos e Juliana, por todo carinho e momentos de alegria.

À Karina, por todo o companheirismo, amor e incentivo.

A todos os demais familiares e amigos, por acreditarem e torcerem sempre por mim.

Aos meus companheiros do DZO, por toda a ajuda e convivência nesses anos, em especial aos meus amigos Luiz, João Paulo Oliveira, João Paulo Pacheco, Daniel, Leandro, Alex, Victor, William, Lucas e Ricardo.

À Universidade Federal de Viçosa, por todas as oportunidades oferecidas e excelência no ensino.

Ao meu orientador, Professor Rogério de Paula Lana, por toda disponibilidade, ensino e orientações.

Aos demais Professores do Departamento de Zootecnia por todo aprendizado, em especial, às Professoras Luciana Rennó e Cristina Mattos Veloso, pela disponibilidade em ajudar e pela participação na banca, e ao Professor Fabyano Fonseca e Silva pela ajuda nas análises estatísticas.

Aos meus irmãos de orientação, Gabriela, Plínio e Geicimara, pela amizade.

A Belmiro Zamperlini, pelo suporte durante o experimento e participação na banca.

A José Carlos Peixoto Modesto da Silva, pela participação na banca.

Aos funcionários do DZO e da Fazenda de Cachoeirinha, em especial aos meus amigos Zé Bira, Adélcio e Ivanor, por todo o ensinamento, ajuda e suporte durante a execução do experimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela ajuda financeira no projeto de pesquisa.

Agradeço a todos que participaram de alguma maneira dessa vitória.

BIOGRAFIA

César Roberto Viana Teixeira, filho de Ari Roberto Teixeira de Carvalho e Maria das Dores Viana Teixeira, nasceu em Viçosa, MG, em 31 de agosto de 1988.

Em 2007, ingressou no curso de Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, colando grau em novembro de 2012.

Em dezembro de 2012, iniciou o curso de mestrado na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, submetendo-se a defesa de dissertação no dia 26 de fevereiro de 2014.

ÍNDICE

RESUMO.....	v
ABSTRACT.....	vii
INTRODUÇÃO.....	1
MATERIAL E MÉTODOS.....	3
RESULTADOS.....	8
DISCUSSÃO.....	16
CONCLUSÕES.....	20
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	21

RESUMO

TEIXEIRA, César Roberto Viana, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, fevereiro de 2014. **Ureia e sal mineral em suplementos para vacas mestiças leiteiras.** Orientador: Rogério de Paula Lana

Esse estudo teve como objetivo avaliar o uso de suplementos, com diferentes proporções de ureia e sal mineral, para vacas mestiças leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar, sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca (CMS e DMS, respectivamente) e dos seus constituintes, produção e composição do leite, eficiência alimentar, excreção de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. Foram utilizadas dez vacas mestiças, com peso corporal médio de 480 kg (\pm 30), após o pico de lactação, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 5x5, duplicado, com quatro tratamentos de suplementos com diferentes porcentagens de ureia e sal mineral, sendo estas: 10:10; 10:20; 20:10 e 20:20, completados para 100% com fubá de milho, além do quinto tratamento composto somente de sal mineral. Os períodos experimentais tiveram duração de 14 dias cada, sendo os sete primeiros dias para adaptação e os demais para coleta de dados e amostras. Os dados foram analisados utilizando-se o procedimento MIXED do programa SAS, adotando-se um nível de significância de 0,05. O uso de suplemento proporcionou aumento ($P < 0,05$) do CMS total, de cana, suplemento e de todos os constituintes da MS. Em porcentagem da MS consumida, a suplementação aumentou os teores de MO, PB e CNF e diminuiu de FDNcp. O aumento do teor de ureia no suplemento causou diminuição do CMS de suplemento, MS total, MO e CNF, porém aumentou os teores de MO, PB, FDNcp, diminuindo somente o teor de CNF. Com o aumento da proporção de sal mineral na composição do suplemento, houve redução ($P < 0,05$) dos teores de MO e PB na dieta consumida. O uso de suplemento aumentou ($P < 0,05$) a digestibilidade da MS, MO, PB e CNF e o consumo diário de MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF digestíveis e, conseqüentemente de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digestível (ED) consumida. O aumento do nível de ureia no suplemento diminuiu ($P < 0,05$) o consumo de MS, MO, EE e CNF digestíveis. O aumento do nível de sal mineral não alterou os parâmetros de digestibilidade e consumo de nutrientes digestíveis. O uso de suplementos resultou em manutenção do peso corporal dos animais, ao contrário da dieta controle, com a qual houve perda diária ($P < 0,05$) de 0,95 kg/dia. Os tratamentos com presença de suplemento proporcionaram maior ($P < 0,05$) produção de leite. A composição do leite não sofreu alteração ($P > 0,05$) em função da dieta. O uso de suplemento resultou em menores

valores ($P < 0,05$) de contagem de células somáticas (CCS) e contagem bacteriana total (CBT) no leite. Os suplementos, quando comparados ao controle ou sal mineral (0:100), apresentaram ($P < 0,05$) menor relação gPBmic/Kg NDT e maior nitrogênio ureico no soro sanguíneo (NUS), nitrogênio ureico na urina (NUU) e nitrogênio ureico no leite (NUL). O aumento do nível de sal mineral não alterou os parâmetros de excreção diária de derivados de purinas, produção de compostos nitrogenados microbianos e concentração de nitrogênio ureico, exceto o nitrogênio ureico na urina, que reduziu. Os suplementos podem ser usados para corrigir as deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, resultando em maior consumo, digestibilidade e produção de leite. Os suplementos com 20% de ureia (20:10 e 20:20) em sua composição resultaram em menor consumo com mesmo desempenho dos animais, podendo-se concluir que esses tratamentos apresentaram melhor eficiência de utilização.

ABSTRACT

TEIXEIRA, César Roberto Viana, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, february 2014. **Urea and mineral salt in supplements for crossbred dairy cows.** Advisor: Rogério de Paula Lana

This study aimed to evaluate the use of supplements with different proportions of urea and mineral salt, for dairy crossbred cows fed with sugarcane on intake and digestibility of dry matter (DMI and DMD respectively) and its constituents, milk production and composition, feed efficiency, excretion of nitrogenous compounds and microbial protein synthesis. Ten crossbred cows with average body weight of 480 kg (\pm 30) were used after lactation peak, distributed in a 5x5 Latin square design, duplicate, with four treatments of supplements with different percentages of urea and mineral salt, being these: 10:10; 10:20, 20:10 and 20:20, completed to 100% with corn meal, beyond the fifth treatment consisting only of mineral salt. The experiment lasted 14 days each, with the first seven days for adaptation and the other to collect data and samples. Data were analyzed using the MIXED procedure of SAS, adopting a significance level of 0.05. The use of supplements provided increased ($P < 0.05$) in total DMI, sugarcane, supplement and all constituents of DM. In percent of DM intake, supplementation increased the level of organic matter (OM), crude protein (CP) and non-fibrous carbohydrates (NFC) and decreased of neutral detergent fiber digestibility (NDFD). The increase of urea level in supplements caused lower DMI of supplement, total, OM and NFC, but increased the levels of OM, CP, NDFD, decreasing only content NFC. With the increase in the proportion of mineral salt in the composition of supplements decreased ($P < 0.05$) levels of OM and CP in the diet. The use of supplements increased ($P < 0.05$) the digestibility of DM, OM, CP and NFC and daily intake of DM, OM, CP, EE, NDFD and NFC digestible and, consequently, total digestible nutrients (TDN) and digestible energy consumed. The increased level of urea in supplements decreased ($P < 0.05$) consumption of DM, OM, EE and NFC digestible. The increased level of mineral salt did not change the parameters of digestibility and intake of digestible nutrients. The use of supplements resulted in maintenance of animals body weight, unlike the control diet, which was daily loss ($P < 0.05$) from 0.95 kg/day. The treatments with the presence of supplements showed higher ($P < 0.05$) milk production. Milk composition did not change ($P > 0.05$) for the diet. The use of supplements resulted in fewer values ($P < 0.05$) of somatic cell count (SCC) and total bacterial count (TBC) in milk. Supplements, when compared to control or mineral salt (0:100) had ($P < 0.05$) lower gCP/kgTDN ratio

and increased urea nitrogen excretion in urine, blood plasma and milk. The increased level of mineral salt practically did not change the parameters of daily excretion of purine derivatives, microbial N compounds and concentrations of urea nitrogen, except to urinary nitrogen urea that reduced. Supplements can be used to correct nutritional deficiencies of sugarcane, resulting in increased intake, digestibility and milk production. Supplements with 20% urea (20:10 e 20:20) in its composition resulted in lower consumption with the same animal performance and can be concluded that these treatments showed better utilization efficiency.

INTRODUÇÃO

A produção de leite no Brasil é conduzida, predominantemente, por produtores da agricultura familiar em sistema de produção em pasto, com baixa adoção de tecnologia, baixa produtividade, sem ou com uso limitado de alimentos concentrados e uso predominante de animais mestiços Holandês x Zebu, por apresentarem maior adaptação ao clima tropical.

Apesar do sistema de produção de leite ser composto, em sua maioria, por pequenos produtores, com produção total inferior a 200 litros por dia, o Brasil ocupa as primeiras posições no ranking mundial de produção (USDA, 2013).

Um diferencial da pecuária leiteira nacional é a sustentabilidade do sistema de criação em pasto, o que resulta em baixo custo por quilo de leite produzido e a torna extremamente competitiva no mercado (Holmes, 1996). No entanto, a produção de gramíneas tropicais entra em declínio no período seco do ano, em função da sazonalidade de seu crescimento, levando à necessidade de fornecimento de alimentação suplementar às vacas leiteiras (Paiva et al., 1991).

Entre as alternativas de suplementação volumosa, a utilização de cana-de-açúcar (*Saccharum spp.*) na produção leiteira é uma prática frequente, principalmente por ser um volumoso de fácil cultivo, com alto potencial de produção, boa aceitação pelos animais, baixo custo por unidade de massa seca produzida e maior disponibilidade na estação seca do ano (Mendonça et al., 2004). Porém, apresenta limitações nutricionais, principalmente devido ao baixo teor de proteína e lenta degradação da fibra, sendo estes fatores limitantes para o crescimento microbiano no rúmen, reduzindo a utilização da energia disponível na forma de ácidos graxos voláteis e prejudicando a atividade fermentativa. Como consequência, ocorre redução do consumo de matéria seca, resultando em carências múltiplas, envolvendo proteína, energia, minerais e vitaminas.

A produção animal é, em grande parte, função do consumo e valor nutritivo do alimento disponível. Portanto, a correção dessas deficiências torna-se necessária para minimizar prejuízos na produção leiteira. Uma possível solução é a utilização de suplementos de natureza múltipla, envolvendo a associação de fontes de nitrogênio, minerais, energia e vitaminas na alimentação de bovinos leiteiros.

Segundo Thiago e Costa (2004), a suplementação deve fornecer nutrientes em quantidades adequadas para suprir as demandas dos animais e compensar a deficiência da

fornagem, tendo como princípio básico potencializar o efeito associativo entre nutrientes e evitar o efeito substitutivo da forragem pelo suplemento, o que resulta em aumento do consumo de energia total em relação ao consumo permitido exclusivamente pela forragem (Peyraud & Delaby, 2001), possibilitando, assim, incrementos no desempenho animal.

Existem muitas pesquisas sobre suplementação de bovinos de corte, setor no qual o suplemento concentrado já é uma realidade entre os pecuaristas e indústrias. Entretanto, para gado de leite, o assunto não se encontra completamente elucidado, sendo a recomendação mais comum a de concentrado contendo 20 a 24% de proteína bruta na razão de um kg para cada três kg de leite produzido (Pimentel et al., 2008). Todavia, a resposta à suplementação depende da quantidade e da composição do suplemento concentrado utilizado, bem como da interação destes com a alimentação volumosa fornecida e do potencial genético dos animais (Bargo et al., 2003).

No cenário econômico atual, levando-se em conta o sistema de produção brasileiro, é rigorosamente necessário otimizar a produção de leite e a utilização dos fatores primários diretamente envolvidos, sob pena da sobrecarga de prejuízos, aliados à perda de sustentabilidade da atividade.

Portanto, de uma forma lógica, recomendações de suplementação devem considerar, além da resposta animal, o fator econômico do benefício de utilização do suplemento e não somente o atendimento de determinada demanda nutricional (Lana et al., 2005).

A produção de leite de vacas suplementadas é curvilínea em função do aumento do suprimento de concentrado, em que o aumento marginal da produção de leite por kg de concentrado, diminui com o aumento da quantidade de concentrado (Bargo et al., 2003; Sairanen et al., 2006; Lana et al., 2007a,b). De acordo com Fulkerson et al. (2006), a quantidade inicial de dois a quatro kg proporciona maior resposta na produção de leite. Além disso, em geral, os ingredientes que compõem o concentrado têm alto custo, elevando as despesas com alimentação (Lana, et al. 2005; Pimentel et al., 2006; Vilela et al., 2006). Portanto, o fornecimento racional de concentrado é fundamental para viabilizar economicamente a suplementação.

Na formulação de suplementos, uma estratégia que pode ser utilizada é o uso de controladores de consumo, tais como o sal mineral e a ureia, adicionados a uma fonte palatável de energia e vitaminas, como o fubá de milho. Isso permite a limitação do

consumo instantâneo, controlado pelo próprio animal, possibilitando o fracionamento do consumo de suplemento por maiores períodos, o que resulta em ingestão de nutrientes mais constante durante o dia, mesmo com fornecimento limitado de suplemento.

Além disso, o fornecimento de ureia permite otimizar o aproveitamento de forrageiras, contribuindo para crescimento e síntese de proteína microbiana e para incremento do consumo voluntário de matéria seca, melhorando a extração energética a partir de carboidratos fibrosos da forragem, resultando em maior aporte de nutrientes para o intestino e ácidos graxos voláteis para o metabolismo energético (Detmann et al., 2004). Em outras palavras, a ureia utilizada na suplementação, mantém a concentração de amônia ruminal em níveis elevados, aumentando, assim, o consumo por intermédio de melhorias na fermentação ruminal (Hunter & Vercoe, 1984). Portanto, a ureia pode representar uma alternativa para atender as exigências de vacas leiteiras em proteína e, ao mesmo tempo, reduzir o custo das dietas para ruminantes (Lopez, 1984).

Neste sentido, ciente de que o rebanho bovino leiteiro brasileiro apresenta grande influência de sangue zebuíno, sendo composto em sua grande maioria por animais mestiços, verifica-se a necessidade de investigar a resposta produtiva de animais mestiços ao uso de suplementos, em condições tropicais.

Portanto, esse estudo tem como objetivo avaliar o efeito de diferentes níveis de ureia e sal mineral no suplemento para corrigir as deficiências nutricionais da cana-de-açúcar na alimentação de vacas mestiças Holandês-Gir em lactação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Bela Vista pertencente à Universidade Federal de Viçosa (UFV), localizada no distrito de Cachoeirinha, em Viçosa-MG, no período de setembro a novembro de 2012.

A cidade de Viçosa está localizada na região da Zona da Mata, no Estado de Minas Gerais, a 649 m de altitude, geograficamente definida pelas coordenadas 20° 45' 20" de latitude sul e 42° 52' 40" de longitude oeste. O clima é de tipo Cwa, segundo a classificação proposta por Köppen, tendo duas estações definidas: seca, de abril a setembro, e úguas, de outubro a março. O verão é quente e úmido e o inverno frio e seco. A precipitação pluviométrica média é de 1.341,2 mm anuais.

Foram utilizadas dez vacas mestiças Holandês x Zebu com peso corporal médio inicial de 480 kg (\pm 30), entre a terceira e a quinta lactações, após pico de produção de leite e com produção de leite média de oito kg/dia, distribuídas em um delineamento em quadrado latino 5x5, duplicado, com quatro tratamentos de suplementos, com diferentes porcentagens de ureia e sal mineral, sendo estas: 10:10; 10:20; 20:10 e 20:20, completados para 100% com fubá de milho, além do quinto tratamento composto somente de sal mineral.

As vacas foram alojadas em baias individuais, divididas com cerca elétrica e piso de cimento, com área de 24 m² por baia, com cocho coberto por telha de cerâmica para fornecimento de alimento volumoso, bebedouro e um cocho adicional para o fornecimento de suplemento.

O experimento teve duração de 70 dias, divididos em cinco períodos experimentais, com duração de quatorze dias cada, sendo os sete primeiros para adaptação à dieta e os sete finais para coleta de dados e amostras.

Tabela 1 – Composição química da cana-de-açúcar, dos suplementos e do concentrado

Item	Cana	10:10	10:20	20:10	20:20	Concentrado ¹
MS ²	21,75	89,03	90,02	90,06	91,04	85,23
MO ³	95,78	90,33	81,54	90,41	81,62	94,49
PB ³	4,05	35,04	34,19	62,37	61,56	24,19
EE ³	2,72	2,49	2,18	2,18	1,87	2,49
FDNcp ³	60,51	11,33	9,91	9,91	8,50	10,43
CNF ³	28,50	59,65	53,45	52,32	46,11	57,38

¹60% fubá de milho, 40% farelo de soja; ²em % da matéria natural; ³em % da matéria seca; MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não-fibrosos; T5: Suplemento mineral comercial: cálcio (15,6%); fósforo (5,1%); enxofre (2,0%); magnésio (3,3%); sódio (9,3%); potássio (2,82%); cobalto (0,003%); cobre (0,040%); cromo (0,001%); ferro (0,2%); iodo (0,004%); manganês (0,135%); selênio (0,002%); flúor (0,051%); zinco (0,170%); vitamina A (135.000 U.I); vitamina D3 (68.000 U.I); vitamina E (450 U.I.). Solubilidade do fósforo de 95%.

Além dos tratamentos, foram fornecidos 1,6 kg de suplemento concentrado à base de milho e farelo de soja por dia, contendo aproximadamente 24% de proteína bruta na matéria seca, para todos os animais, divididos em duas porções e fornecidos durante as ordenhas da manhã e da tarde. A composição química dos alimentos encontra-se na Tabela 1.

Os animais receberam cana-de-açúcar (variedade RB 867515), colhida manualmente e desintegrada por uma máquina estacionária, em partículas com tamanho médio de 3 a 5 mm, em duas porções diárias, às oito e às quinze horas, além do suplemento ou sal mineral, de acordo com os tratamentos estabelecidos, de forma ad libitum.

Para a quantificação do consumo voluntário, foram considerados os alimentos fornecidos entre o 7^o e o 14^o dia de cada período experimental, realizando pesagens e amostragens individuais diárias da oferta e da sobra de suplementos e da cana-de-açúcar, ajustando diariamente a oferta para permitir sobras de, aproximadamente, 10%, com base na matéria natural. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos e congeladas (-20 °C), para, posteriormente, serem processadas.

No 7^o e 14^o dias de cada período experimental, os animais foram pesados, após a ordenha da manhã, para a quantificação da variação do peso corporal de cada animal, em cada período.

Para estimação dos coeficientes de digestibilidade, foram realizadas coletas de fezes diretamente do reto dos animais, em três dias consecutivos (12^o, 13^o e 14^o), segundo a distribuição: 12^o dia - 8 h, 13^o dia - 12 h e 14^o dia - 16 h. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas (-20 °C) para posterior pré-secagem, moagem e análises químicas.

Para análises laboratoriais, as amostras dos alimentos fornecidos, sobras de alimentos e fezes, foram descongeladas e secas, parcialmente, em estufa de ventilação forçada (60 °C/72 horas), e processadas em moinho tipo Willey, primeiramente com peneira de malha de dois mm, sendo armazenada uma porção para a análise de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e o restante foi reprocessado em peneira de malha de 1 mm para as demais análises. Foram feitas amostras compostas de alimentos, sobras e fezes, de forma representativa por animal e por período, com base no peso da amostra seca ao ar, as quais foram armazenadas em recipientes plásticos.

Nas amostras de alimentos, sobras e fezes, foram avaliados os teores de matéria seca (MS), segundo método INCT-CA G-003/1; matéria mineral (MM) segundo método INCT-CA M-001/1; proteína bruta (PB), segundo método INCT-CA N-001/1; fibra em detergente neutro (FDN), segundo método INCT-CA F-001/1 e correções para proteína e cinzas (FDNcp), respectivamente, segundo método INCT-CA N-004/1 e INCT-CA M-002/1, e extrato etéreo (EE), segundo método INCT-CA G-004/01, conforme descritos por Detmann et al. (2012).

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados conforme proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), devido à presença de ureia nas dietas:

$$\text{CNF} = 100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB da ureia} + \% \text{ de ureia}) + \% \text{EE} + \% \text{MM} + \% \text{FDNcp}]$$

onde: CNF = carboidratos não fibrosos (g/kg); PB = proteína bruta (g/kg); FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (g/kg); EE = extrato etéreo (g/kg); MM = matéria mineral (g/kg).

Para estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de alimentos e fezes, secas e moídas em peneira de malha de 2 mm, foram acondicionadas em sacos F57 (Ankom[®]), em triplicata, obedecendo a relação de 20 mg de MS/cm² de superfície. Os sacos foram incubados no rúmen de uma novilha mestiça recebendo dieta mista, por 288 horas (Detmann et al., 2012). Após o período de incubação, os sacos foram lavados em água corrente até a mesma apresentar-se totalmente límpida. Posteriormente, os sacos com amostras foram submetidos à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), durante uma hora, para, então, avaliar-se a FDNi.

A concentração de energia digestível (ED) da dieta foi calculada a partir da multiplicação da fração digestível de cada componente calórico pelo seu respectivo valor energético (NRC, 2001), conforme a equação abaixo.

$$\text{ED} = 5,6 \times \text{PBd} + 9,4 \times \text{EEd} + 4,2 \times \text{FDNcpd} + 4,2 \times \text{CNFd}$$

onde: ED = concentração de energia digestível (Mcal/kg); PBd = concentração de proteína bruta digestível (kg/kg); EEd = concentração de extrato etéreo digestível (kg/kg); CNFd = concentração de carboidratos não-fibrosos digestíveis (kg/kg); FDNcpd = concentração de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína digestível (kg/kg).

Do sétimo dia ao 14^o dia de cada período experimental, foi registrada a produção de leite. As vacas foram ordenhadas, mecanicamente, duas vezes por dia, às 6 h e 14 h.

Amostras de leite foram coletadas durante a segunda ordenha do penúltimo dia e primeira ordenha do último dia de cada período, na proporção de 1/3 e 2/3, respectivamente, e feitas amostras compostas por animal, acondicionadas em frascos plásticos com conservante Bronopol® para posterior análise dos teores de proteína, gordura, lactose, extrato seco total, contagem de células somáticas e contagem bacteriana total, no Laboratório de Análise da Qualidade do Leite - Escola de Veterinária da UFMG, em Belo Horizonte, Minas Gerais, segundo metodologia descrita pelo International Dairy Federation (IDF, 1996).

A produção de leite corrigida (PLC) para teor de gordura de 3,5% foi estimada segundo Sklan et al. (1992), pela seguinte equação:

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura do leite}) \times \text{produção de leite em kg/dia.}$$

Amostras spot de urina foram coletadas quatro horas após a alimentação matinal, no 11º dia de cada período experimental, durante micção estimulada por massagem na vulva. A urina foi filtrada em tripla camada de gaze e alíquotas de 10 mL foram retiradas e diluídas, imediatamente, em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036 N, para evitar destruição bacteriana dos derivados de purinas e a precipitação do ácido úrico, e armazenadas a -15 °C para posteriores análises de ureia, alantoína, ácido úrico e creatinina.

A quantificação da creatinina, ácido úrico e ureia, foi feita utilizando o analisador bioquímico automático.

O volume urinário total foi estimado dividindo-se a excreção urinária diária de creatinina pela concentração de creatinina na urina. A excreção urinária diária de creatinina foi estimada a partir da proposição de 24,05 mg de creatinina por kg de peso corporal (Chizzotti et al., 2008).

As análises de alantoína na urina e no leite foram feitas pelo método colorimétrico, segundo descrito por Chen & Gomes (1992).

A excreção total de derivados de purina (PT) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretados na urina e da quantidade de alantoína secretada no leite. As purinas absorvidas (PA) foram calculadas a partir da excreção de PT por meio da equação:

$$PA = (PT - 0,385 \times PV^{0,75}) / 0,85$$

Onde: 0,85 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purinas e 0,385 x PV^{0,75} a contribuição endógena para excreção de purinas (Verbic et al., 1990).

A síntese de compostos nitrogenados microbianos no rúmen (N_{mic}) foi calculada em função das PA, por meio da equação:

$$N_{mic} = (70 \times PA) / (0,83 \times 0,116 \times 1000)$$

Em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas; 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas e 0,116, a relação N-purina:N total nas bactérias (Chen & Gomes, 1992)

Foi calculada a concentração de nitrogênio ureico no leite (NUL) a partir da seguinte equação, proposta por Chizzotti (2004):

$$NUL = 1,1121 \times NUS$$

Onde NUS representa a concentração de nitrogênio ureico no soro sanguíneo.

Amostras de sangue foram coletadas no 14º dia do período experimental, por punção da veia coccígea, utilizando tubos de ensaio com gel separador. As amostras foram imediatamente centrifugadas a 4.000 rpm por 20 minutos, obtendo-se o soro sanguíneo, que foi armazenado em tubos Eppendorf e congelados a -20°C, para posterior análise de ureia.

A concentração de N-uréico no soro (NUS) foi obtida pela concentração de ureia sérica, multiplicada por 0,466, correspondente ao teor de nitrogênio na ureia.

Os dados foram submetidos a análise estatística utilizando-se o procedimento MIXED do programa Statistical Analysis System (SAS), adotando-se um nível de significância de 0,05.

RESULTADOS

As dietas contendo suplementos (10:10; 10:20; 20:10 e 20:20), quando comparadas à dieta controle (0:100), proporcionaram aumento ($P < 0,05$) no consumo diário de MS de cana, de suplemento, MS total, e de todos os constituintes da MS (Tabela 2). Em porcentagem da MS consumida, a suplementação aumentou os teores de MO, PB e CNF, diminuiu de FDNcp e não afetou ($P > 0,05$) o teor de EE da dieta (Tabela 3).

O aumento do teor de ureia no suplemento causou diminuição do consumo de MS de suplemento, MS total, MO e CNF (Tabela 2), além do teor de MS por peso vivo. Porém, aumentou os teores de MO, PB, FDNcp, diminuindo somente o teor de CNF (Tabela 3).

Com o aumento da proporção de sal mineral na composição do suplemento, houve redução ($P < 0,05$) dos teores de MO, PB e CNF na dieta (Tabela 3).

Estes resultados mostram que a ureia foi mais efetiva que o sal mineral no controle do consumo de suplemento, além de servir como fonte de nitrogênio para a síntese microbiana ruminal.

Os suplementos (10:10; 10:20; 20:10 e 20:20), quando comparados ao controle ou sal mineral (0:100), aumentaram ($P < 0,05$) a digestibilidade da MS, MO, PB e CNF e o consumo diário de MS, MO, PB, EE, FDNcp e CNF digestíveis (Tabela 4) e, conseqüentemente, também, o consumo de NDT e ED. Da mesma forma, houve benefício dos suplementos nos diferentes parâmetros de digestibilidade e consumo de nutrientes digestíveis, que podem refletir em melhoria do desempenho.

O aumento do nível de ureia no suplemento diminuiu ($P < 0,05$) o CMS, MO, EE e CNF digestíveis. Embora o aumento do teor de ureia no suplemento tenha diminuído o consumo de nutrientes digestíveis, não houve redução da %NDT e ED, não prejudicando a disponibilidade de nutrientes para os animais.

O aumento do nível de sal mineral não alterou os parâmetros de digestibilidade e consumo de nutrientes digestíveis (Tabela 4).

Tabela 2 – Consumo de alimentos e dos constituintes das dietas em função de diferentes proporções de ureia e sal mineral no suplemento

Item	Ureia: Sal mineral					EPM	P			
	10:10	10:20	20:10	20:20	0:100		SU	UR	SM	UR*SM
	kg/dia									
MS cana	5,36	5,64	5,65	5,85	4,85	0,14	0,001	0,097	0,111	0,785
MS suplemento	2,30	2,29	1,29	1,21	0,23	0,13	0,001	0,001	0,646	0,758
MS concentrado	1,32	1,32	1,32	1,32	1,32	-	-	-	-	-
MS total	8,98	9,24	8,25	8,36	6,40	0,24	0,001	0,001	0,290	0,674
MS ureia	0,23	0,23	0,26	0,24	0,00	0,02	0,001	0,046	0,400	0,489
MS sal mineral	0,23	0,46	0,13	0,24	0,23	0,02	0,266	0,001	0,001	0,069
MO	8,43	8,48	7,79	7,81	5,88	0,23	0,001	0,001	0,846	0,954
PB	1,34	1,33	1,35	1,30	0,53	0,05	0,001	0,752	0,357	0,512
EE	0,23	0,23	0,22	0,22	0,17	0,01	0,001	0,051	0,947	0,614
FDNcp	3,70	3,83	3,76	3,84	3,20	0,11	0,001	0,669	0,227	0,779
CNF	3,60	3,53	2,95	2,90	2,02	0,13	0,001	0,001	0,444	0,885
MS (%PV)	1,99	2,05	1,84	1,83	1,41	0,05	0,001	0,001	0,522	0,289
FDNcp (%PV)	0,82	0,85	0,84	0,84	0,71	0,02	0,001	0,886	0,382	0,307

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não-fibrosos; EPM: erro padrão da média; SU: dietas suplementadas x não suplementada; UR: dietas com 10% de ureia x dietas com 20%; SM: dietas com 10% de sal mineral x dietas com 20%; UR*SM: dietas com 10% de ureia e sal mineral x dietas com 20% de ureia e sal mineral.

Tabela 3 - Teores dos constituintes na matéria seca total da dieta, em função de diferentes proporções de ureia e sal mineral no suplemento

Item	Ureia: Sal mineral					EPM	P			
	10:10	10:20	20:10	20:20	0:100		SU	UR	SM	UR*SM
	% na MS total da dieta									
MO	93,85	91,76	94,31	93,33	91,48	0,23	0,001	0,002	0,001	0,179
PB	15,03	14,45	16,54	15,58	8,32	0,48	0,001	0,001	0,012	0,500
EE	2,59	2,48	2,64	2,61	2,66	0,08	0,316	0,211	0,318	0,542
FDNcp	41,19	41,61	45,65	46,14	49,71	0,94	0,001	0,001	0,331	0,937
CNF	40,02	37,99	35,55	34,43	31,47	0,85	0,001	0,001	0,008	0,415

MS: matéria seca; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; EE: extrato etéreo; FDNcp: fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; CNF: carboidratos não-fibrosos; EPM: erro padrão da média; SU: dietas suplementadas x não suplementada; UR: dietas com 10% de ureia x dietas com 20%; SM: dietas com 10% de sal mineral x dietas com 20%; UR*SM: dietas com 10% de ureia e sal mineral x dietas com 20% de ureia e sal mineral.

Tabela 4 – Digestibilidade da matéria seca (DMS) e de seus constituintes, teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de energia digestível (ED) e consumo dos constituintes digestíveis, em função de diferentes proporções ureia e sal mineral no suplemento

Item	Ureia: Sal mineral					EPM	P			
	10:10	10:20	20:10	20:20	0:100		SU	UR	SM	UR*SM
	%									
DMS	56,45	55,68	56,45	55,11	49,16	1,40	0,001	0,844	0,464	0,842
DMO	59,18	58,66	58,56	57,34	51,36	1,36	0,001	0,472	0,517	0,793
DPB	62,87	63,40	67,12	65,72	35,25	2,32	0,001	0,148	0,846	0,665
DEE	83,90	82,25	80,73	81,32	81,76	1,59	0,876	0,223	0,751	0,501
DFDNcp	38,72	39,12	40,99	39,85	37,00	1,18	0,168	0,381	0,827	0,651
DCNF	81,83	81,18	81,70	81,26	75,06	1,21	0,001	0,983	0,679	0,936
NDT (%)	63,28	61,20	64,05	61,65	50,48	1,53	0,001	0,682	0,142	0,916
ED (Mcal/kg)	2,79	2,70	2,84	2,73	2,16	0,07	0,001	0,507	0,132	0,875
	Kg/dia									
CMSd	5,07	5,13	4,63	4,63	3,15	0,19	0,001	0,001	0,824	0,839
CMOd	4,99	4,96	4,53	4,50	3,02	0,18	0,001	0,001	0,768	0,995
CPBd	0,86	0,85	0,90	0,86	0,18	0,05	0,001	0,412	0,423	0,571
CEEd	0,20	0,19	0,18	0,18	0,14	0,01	0,001	0,046	0,854	0,559
CFDNcpd	1,42	1,48	1,51	1,53	1,17	0,05	0,001	0,266	0,564	0,767
CCNFd	2,96	2,88	2,43	2,38	1,56	0,13	0,001	0,001	0,332	0,846

DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB: digestibilidade da proteína bruta; DEE: digestibilidade do extrato etéreo; DFDNcp: digestibilidade da fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DCNF: digestibilidade de carboidratos não fibrosos; CMSd: consumo de matéria seca digestível; CMOd: consumo de matéria orgânica digestível; CPBd: consumo de proteína bruta digestível; CEEd: consumo de extrato etéreo digestível; CFDNcpd: consumo de fibra insolúvel em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, digestível; CCNFd: consumo de carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína, digestíveis; EPM: erro padrão da média; SU: dietas suplementadas x não suplementada; UR: dietas com 10% de ureia x dietas com 20%; SM: dietas com 10% de sal mineral x dietas com 20%; UR*SM: dietas com 10% de ureia e sal mineral x dietas com 20% de ureia e sal mineral.

Os animais que receberam suplementos (10:10; 10:20; 20:10 e 20:20), quando comparados aos do controle (0:100), praticamente mantiveram o peso corporal, ao contrário daqueles da dieta controle (0:100), com a qual houve perda diária ($P < 0,05$) de 0,95 kg por vaca (Tabela 5).

Os tratamentos com a presença de suplemento proporcionaram maiores valores ($P < 0,05$), tanto de produção de leite em kg/dia, quanto de produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, em relação ao tratamento controle (Tabela 5). Já a composição do leite não sofreu alteração ($P > 0,05$), em função das dietas experimentais. O uso de suplemento resultou em menores valores ($P < 0,05$) de CCS e CBT. Era de se esperar melhora no desempenho das vacas com o uso dos suplementos, conforme verificada anteriormente, pelo reflexo da melhoria dos parâmetros de consumo, digestibilidade e consumo de nutrientes digestíveis. As diferentes composições de suplementos (10:10, 10:20, 20:10 e 20:20) proporcionaram eficiências de utilização (kg de acréscimo de leite/kg de concentrado consumido) de 1,07; 1,08; 1,80 e 1,80, respectivamente.

Os suplementos (10:10; 10:20; 20:10 e 20:20), quando comparados ao controle ou sal mineral (0:100), apresentaram ($P < 0,05$) menor relação gPBmic/kgNDT e maior nitrogênio ureico no soro sanguíneo (NUS), nitrogênio ureico na urina (NUU), e nitrogênio ureico no leite (NUL) (Tabela 6).

Com o aumento da proporção de ureia no suplemento, houve aumento ($P < 0,05$), também, de NUS, NUU e NUL. Já o aumento do nível de sal mineral praticamente não alterou os parâmetros de excreções diárias de derivados de purinas, produção de compostos nitrogenados microbianos e concentração de nitrogênio ureico (Tabela 6), reduzindo apenas o NUU.

Não foram verificados efeitos de interação ($P > 0,05$) entre a proporção de ureia e de sal mineral no suplemento em nenhum dos parâmetros analisados.

Tabela 5 – Variação de peso corporal, produção e composição do leite e eficiência de utilização do suplemento, em função das diferentes proporções de ureia e sal mineral no suplemento

Item	Ureia x Sal mineral					EPM	P			
	10:10	10:20	20:10	20:20	0:100		SU	UR	SM	UR*SM
	kg/dia									
Varição de peso	0,12	-0,07	0,01	0,01	-0,95	0,30	0,008	0,881	0,829	0,664
Leite	7,16	7,13	6,93	6,72	4,72	0,43	0,001	0,459	0,770	0,830
Leite 3,5% G	7,39	7,43	7,36	7,05	5,22	0,56	0,003	0,721	0,816	0,760
	%									
Gordura	4,45	3,98	4,16	3,99	4,10	0,17	0,835	0,443	0,088	0,412
Proteína	3,59	3,56	3,54	3,59	3,48	0,05	0,121	0,846	0,962	0,457
Lactose	4,36	4,38	4,39	4,30	4,35	0,04	0,934	0,588	0,447	0,274
Sólidos totais	13,27	12,78	12,96	12,76	12,79	0,15	0,539	0,444	0,111	0,492
ESD	8,82	8,80	8,80	8,77	8,68	0,06	0,192	0,776	0,741	0,947
	/mL x 1000									
CCS	1006,4	744,0	574,6	761,2	1631,6	214,9	0,002	0,369	0,868	0,331
CBT	490,5	488,1	388,7	504,9	1107,7	160,5	0,002	0,793	0,726	0,715
Efic.	1,07	1,08	1,80	1,80	-	-	-	-	-	-

Leite 3,5% G: produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; ESD: extrato seco desengordurado; CCS: contagem de células somáticas; CBT: contagem bacteriana total; Efic. = eficiência de uso de concentrado, em kg de acréscimo de leite/kg de matéria seca de concentrado; EPM: erro padrão da média; SU: dietas suplementadas x não suplementada; UR: dietas com 10% de ureia x dietas com 20%; SM: dietas com 10% de sal mineral x dietas com 20%; UR*SM: dietas com 10% de ureia e sal mineral x dietas com 20% de ureia e sal mineral,

Tabela 6 – Excreções diárias de derivados de purinas, produção de compostos nitrogenados microbianos, eficiência microbiana e concentração de nitrogênio ureico, em função das diferentes proporções de ureia e sal mineral no suplemento

Item	Ureia: Sal mineral					EPM	P			
	10:10	10:20	20:10	20:20	0:100		SU	UR	SM	UR*SM
PT (mmol/dia)	113,90	110,38	107,94	105,68	99,42	3,90	0,148	0,389	0,646	0,917
Nmic (g/dia)	64,71	61,81	59,64	57,20	52,07	3,26	0,138	0,357	0,617	0,964
PBmic/NDT (g/kg)	76,76	71,90	79,71	75,41	103,37	4,89	0,027	0,755	0,667	0,978
			mg/dL							
NUS	16,94	14,21	20,09	18,06	8,49	1,298	0,001	0,018	0,098	0,801
NUU	554,8	385,8	764,5	621,2	90,2	60,60	0,001	0,002	0,023	0,842
NUL	18,84	15,80	22,35	20,08	9,44	1,298	0,001	0,018	0,098	0,801

PT: derivados de purina; Nmic: nitrogênio microbiano; PBmic/NDT: relação entre proteína bruta microbiana e consumo de NDT; NUU: nitrogênio uréico na urina; NUP: nitrogênio uréico no plasma sanguíneo; NUL: nitrogênio ureico no leite; EPM: erro padrão da média; SU: dietas suplementadas x não suplementadas; UR: dietas com 10% de ureia x dietas com 20%; SM: dietas com 10% de sal mineral x dietas com 20%; UR*SM: dietas com 10% de ureia e sal mineral x dietas com 20% de ureia e sal mineral.

DISCUSSÃO

O aumento do consumo de MS diário, verificado quando os animais foram alimentados com suplementos, é resultado de um efeito aditivo entre o suplemento e a cana-de-açúcar, sendo que o fornecimento do suplemento causou aumento do consumo de MS de cana e, conseqüentemente, da MS total e dos constituintes da MS. Uma possível explicação para isso pode estar relacionada ao aumento do aporte de nutrientes ao rúmen, principalmente de PB, o qual gera maior quantidade de compostos nitrogenados disponíveis, permitindo maior desenvolvimento e atividade dos microrganismos ruminais. Segundo Paulino et al. (2006), o fornecimento adicional de nitrogênio para animais consumindo forragens de baixa qualidade favorece o crescimento de bactérias fibrolíticas, aumenta a taxa de digestão, permitindo incrementar o consumo voluntário de forragem e ampliar a extração energética a partir de carboidratos fibrosos da forragem. Além disso, o teor de fibra diminuiu com a inclusão de concentrado nas dietas, o que pode ter causado redução da retenção ruminal e, conseqüentemente, aumento da taxa de passagem. Em acordo com o presente trabalho, Pimentel et al. (2006) e Pérez-De la Ossa et al. (2013) verificaram aumento do consumo de MS com a inclusão de concentrado na dieta de vacas mestiças em lactação, com efeito aditivo. Já Ghedini (2013), num estudo com níveis crescentes de concentrado, fornecidos para vacas mestiças, constatou o efeito substitutivo, em que, com a inclusão de concentrado a partir de 4,5 kg/dia, houve redução de consumo de pasto, o que contribuiu para a resposta de produção curvilínea de vacas leiteiras a crescentes níveis de concentrado.

O aumento do teor de ureia no suplemento foi mais efetivo no controle de consumo, quando comparado ao sal mineral, pois causou diminuição do consumo de MS de suplemento de, em média, 2,30 kg para 1,25 kg, diminuindo, conseqüentemente, o consumo de MS total, MO, e CNF. Em contrapartida, o aumento do nível de ureia não influenciou o CMS de cana e, ainda, aumentou os teores de MO, PB e FDNcp, diminuindo somente o teor de CNF, possivelmente pela menor proporção de fubá de milho no suplemento. Esses resultados confirmam que a ureia pode atuar como regulador de consumo e reduzir os custos da dieta.

O aumento da proporção de sal mineral na composição do suplemento, apesar de não ter causado efeito significativo sobre o consumo de MS, causou redução dos teores de

MO, PB e CNF. Esse efeito ocorreu, provavelmente, pela diluição desses componentes, quando foi adicionado maior proporção de sal mineral.

Como esperado, o fornecimento de suplementos aumentou a digestibilidade da MS, MO, PB e CNF, devido à maior digestibilidade do suplemento em relação à cana-de-açúcar e, também, como dito anteriormente, pela possível melhora no desenvolvimento de microrganismos ruminais. Em dietas com maior fornecimento de suplementos concentrados, devido ao aumento da oferta de amido no rúmen, as bactérias amilolíticas são beneficiadas em relação às celulolíticas, pois o amido é fermentado mais rapidamente que a fibra (Dixon & Stockdale, 1999), e há uma competição dessas bactérias pelos compostos nitrogenados presentes no rúmen, sendo possível a ocorrência de redução da digestibilidade da fibra. Porém, neste trabalho, houve ausência de efeito sobre a digestibilidade da fibra com a suplementação, provavelmente pelo fato de haver disponibilidade adequada de compostos nitrogenados para a microbiota, apesar do aumento do suprimento de amido.

Houve maior consumo de MS digestível, de todos os seus componentes e, conseqüentemente da %NDT na dieta e da ED consumida pelos animais, quando receberam suplementos em suas dietas, confirmando o efeito positivo dos suplementos, tanto no consumo, quanto na digestibilidade da MS, o que pode explicar o melhor desempenho dos animais, quando foram suplementados.

A redução do consumo de MS, MO, EE e CNF digestíveis, causada pelo acréscimo de inclusão de ureia de 10% para 20% no suplemento, pode ser reflexo do menor consumo de MS total, causada pelo efeito de regulação da ureia sobre o consumo de suplemento. Portanto, como o desempenho dos animais não diferiu entre os tratamentos com a presença de suplementos, pode-se dizer que os suplementos com 20% de ureia em sua composição foram mais eficientes em sua utilização, pois permitiram uma produção semelhante à dos suplementos com 10%, diminuindo o consumo de MS do suplemento, fato confirmado pela eficiência de utilização do suplemento (kg de acréscimo de leite/kg de MS de suplemento), para a qual foram encontrados valores de 1,07; 1,08; 1,80 e 1,80 para as diferentes relações de ureia:sal mineral (10:10, 10:20, 20:10 e 20:20, respectivamente) no suplemento.

Como esperado, houve menor efeito de variação de peso corporal dos animais recebendo suplementos na dieta, devido ao maior aporte de nutrientes e energia, conforme

também observado por Deresz et al. (2003) e Pimentel (2008). Os animais, quando alimentados com a dieta controle (0:100), perderam, aproximadamente, um kg diário de peso corporal, podendo-se inferir que suas exigências nutricionais de manutenção e produção não foram atendidas, o que resultou em mobilização de reserva corporal. O mesmo resultado foi observado por Pimentel (2008), em animais alimentados com apenas sal mineral e alimentação volumosa. Frequentemente, esse efeito é observado em nível de campo, no período seco do ano, em animais submetidos a sistemas de produção rudimentares e com baixa produtividade.

Como esperado, houve aumento da produção de leite, em resposta à utilização de suplementos na dieta. Possivelmente, o maior consumo de MS e maior digestibilidade, citados anteriormente, disponibilizaram maior quantidade de nutrientes para sustentar uma maior produção de leite. Além disso, o uso de suplemento resultou em maior consumo de energia pelas vacas, o que, segundo Bauman & Griinari (2003), aumenta a concentração molar de propionato no rúmen, levando a uma maior quantidade de substrato para produção de glicose no fígado. Parte desta glicose disponível é utilizada para síntese de lactose, promovendo o incremento do potencial osmótico na glândula mamária e, assim, favorecendo o transporte de água para o interior do lúmen alveolar, principal fator responsável pelo aumento da produção de leite. Pesquisas de Capuco et al. (2001) indicam que a subnutrição eleva o nível de plasmina no leite, acelerando a apoptose das células epiteliais mamárias e reduzindo a capacidade produtiva dos animais, o que pode, também, ter acontecido no tratamento controle.

Em relação à composição do leite, a gordura é o componente de maior variação em função da dieta, refletindo, geralmente, mudanças nos processos de fermentação ruminal (Santos, 2011). Valadares Filho et al. (2000), testaram diferentes níveis de concentrado para vacas em lactação, e observaram uma redução no teor de gordura do leite quando as vacas foram alimentadas com dieta contendo mais de 65% de concentrado, devido aos altos níveis de CNF, que aumentou o propionato ruminal, reduziu a relação acetato:propionato e o pH ruminal. Silva et al. (2001) observaram que a produção de gordura decresceu linearmente com aumento de ureia no suplemento. No entanto, nesse estudo, não foram encontradas variações significantes nos teores de gordura do leite, mesmo no maior nível de ureia utilizado.

O mesmo comportamento ocorreu no teor de proteína no leite. Para ocorrer o acréscimo do teor desse componente no leite é necessário, principalmente, maior aporte dietético de CNF, para aumentar a síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente, a oferta de aminoácidos para a síntese de proteína no leite (Santos, 2011).

De acordo com Santos et al. (2008), vacas em estágio de lactação avançado são menos responsivas em relação a mudanças na composição do leite, em função da dieta ofertada. Outro fator relacionado à composição do leite de animais cruzados é o grau de sangue, sendo que vacas de origem zebuína proporcionam aumento dos teores de gordura e proteína à medida que se reduz a fração de genes da raça Holandesa, devido à redução da produção de leite (Madalena et al., 2008; Santos, 2011). Nesse estudo, a porcentagem de gordura foi, em média, 4,14%, o que pode confirmar a afirmação dos autores, sendo 3,66% a proporção média de gordura no leite de vacas Holandesas (Aikman et al., 2007).

Vários fatores podem influenciar a variação da CCS e CBT, sendo citados: a ordem de parto, idade, período de lactação, mês e estação do ano, estresse, manejo, estado nutricional e, principalmente, a saúde da glândula mamária (Cunha et al., 2008). Os maiores valores de CCS e CBT no leite dos animais que receberam a dieta controle podem estar associados à menor função do sistema imunológico resultante do pior estado nutricional dos animais.

Segundo Yu et al. (2002), as excreções de purinas podem ser afetadas pelas fontes de proteína dietética e energia, pelos consumos de MS, energia e proteína, pelo peso vivo, pelos aditivos alimentares e pela espécie animal. Em acordo, Fonseca et al. (2006) notaram que ocorreu aumento da quantidade de alantóina excretada na urina com o aumento do teor de PB da dieta. Porém, nesse estudo, embora tenha ocorrido maior ingestão de proteína e energia pelas vacas recebendo dietas com suplementos, os resultados obtidos são semelhantes aos observados por Pereira et al. (2005), que não encontraram efeito significativo de níveis crescentes de PB sobre a excreção de purinas, em vacas nos terços inicial e médio de lactação.

O uso de suplemento não diferiu estatisticamente do tratamento controle (0:100) para a variável Nmic. Com isso, houve decréscimo da relação gPBmic/kgNDT, já que a produção de proteína microbiana não foi alterada e os animais alimentados com suplementos tiveram maior consumo de NDT. De semelhante modo, Paixão et al. (2006), trabalhando com animais em confinamento recebendo níveis crescentes de ureia, não

detectaram efeito significativo sobre a eficiência de síntese de proteína microbiana, com nível de 113 g de PBmic por kg de NDT, valor parecido ao encontrado por Rennó (2003), de 110 g de PB mic/kg de NDT. Contrariando esse resultado, Paiva (2009), avaliando níveis crescentes de PB, verificou aumento da síntese da PB microbiana, em resposta ao aumento do nível de PB das dietas fornecidas para vacas lactantes. Segundo Machado (2012), um caráter essencial no rendimento de produção microbiana é o sincronismo entre a degradação ruminal de carboidratos e proteína. Para isso, uma ponderação deve ser feita em relação às taxas de degradação de cada fração contida nos carboidratos e proteínas ingeridos e, assim, tentar sincronizar o tempo de disponibilidade ruminal desses substratos aos microrganismos, maximizando o uso da proteína degradada no rúmen e minimizando as perdas de amônia através da parede ruminal.

O uso de suplementos nas dietas refletiu em maiores concentrações de NUU, NUS e NUL. Van Soest (1994) verificou que, quando a concentração de PB na dieta e a ingestão de nitrogênio aumentam, há maior excreção de nitrogênio na urina. Do mesmo modo, de acordo com Valadares et al. (1999), a concentração de ureia no sangue e na urina está positivamente relacionada com a ingestão de nitrogênio. Segundo Butler et al. (1996) e Oliveira et al. (2001), concentrações de NUS superiores a 19 mg/dL representam o limite para a perda de nitrogênio dietético, já que concentração superior a esse limite seria indicativa de ineficiência do uso da proteína dietética por vacas leiteiras (Broderick & Clayton, 1997). Entre os tratamentos avaliados neste estudo, apenas o tratamento 20:10 apresentou valor superior a esse limite, sendo esse tratamento o de maior nível de PB. Por sua vez, Chizzotti et al. (2007) informou que os valores limite de nitrogênio ureico no soro seriam de 13 a 15 mg/dL.

CONCLUSÕES

Os suplementos podem ser usados para corrigir as deficiências nutricionais da cana-de-açúcar, resultando em maior consumo, digestibilidade e produção de leite.

Os tratamentos com 20% de ureia (20:10 e 20:20) na composição do suplemento resultaram em menor consumo de MS com mesmo desempenho dos animais, podendo-se concluir que esses tratamentos apresentaram melhor eficiência de utilização.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AIKMAN, P. C.; REYNOLDS, C. K.; BEEVER, D. E. Diet digestibility, rate of passage, and eating and rumination behavior of jersey and Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.91, p.1103-1114, 2007.

BAUMAN, D.E.; GRINARI, J.M. Nutritional regulation of milk fat synthesis. **Annual Review Nutritional**, v.23, p.203-227, 2003.

BARGO, F.; MULLER, L.D.; KOLVER, E.S. et al. Invited review: Production and digestion of supplemented dairy cows on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1-42, 2003.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2964-2971, 1997.

CAPUCO, A.V.; WOOD, D.L.; BALDWIN, R. et al. Mammary cell number, proliferation, and apoptosis during a bovine lactation: relation to milk production and effect of bST. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.10, p.2177-2187, 2001.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details.** INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Aberdeen, UK: Rowett Research Institute, 1992 (Occasional publication). 21p.

CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2004.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de ureia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.138-146, 2007.

CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et. al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urina sampling in Holstein cattle. **Livestock of Dairy Science**. v.113, n.2-3, p.218-225, 2008.

CUNHA, R.P.L.; MOLINA, L.R.; CARVALHO, A.V. et al. Mastite subclínica e relação da contagem de células somáticas com número de lactações, produção e composição química do leite em vacas da raça Holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, p.19-24, 2008.

DERESZ, F.; MATOS, L.L.; MOZZER, O.L. et al. Produção de leite de vacas mestiças Holandês/Zebu em pastagem de capim-elefante, com e sem suplementação de concentrado durante a época das chuvas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, n.3, p.334-340, 2003.

DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; CABRAL, L.S. et al. Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.1866-1875, 2004.

DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Viçosa, 2012. 214 p.

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

DIXON, R.M.; STOCKDALE, C.R. Associative effects between forages and grains: consequences for feed utilization. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.757-774, 1999.

FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1169-1177, 2006.

FULKERSON, W.J.; NANDRA, K.S.; CLARK, C.F. et al. Effect of cereal-based concentrates on productivity of Holstein-Friesian cows grazing short-rotation ryegrass (*Lolium multiflorum*) or Kikuyu (*Pennisetum clandestinum*) pastures. **Livestock Science**, v.103, p.85-94, 2006.

GHEDINI, C.P. **Níveis de concentrado para vacas mestiças leiteiras em pastejo, no período das águas**. 2013. 33p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2013.

HOLMES, C.W. Produção de leite a baixo custo em pastagem: uma análise do sistema Neozelandês. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GADO LEITEIRO, 2. 1995. Piracicaba: FEALQ, p.69-95, 1996.

HUNTER, R.A.; VERCOE, J.E. The role of urea in the nutrition of ruminants fed low quality roughage diets. **Outlook in Agriculture**, v.13, n.3, p.154-159, 1984.

IDF – INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION. **Whole milk. Determination of milkfat, protein and lactose content Guide for the operation of mid-infra-red instruments**. Bruxelas: 1996. 12p. (IDF Standard 141 B).

LANA, R.P.; ABREU, D.C.; CASTRO, P.F.C. et al. Kinetics of milk production as a function of energy and protein supplementation. **Journal of Animal Science**, v.85, Suppl. 1, p.566, 2007b.

LANA, R.P.; ABREU, D.C.; CASTRO, P.F.C. et al. Milk production as a function of energy and protein sources supplementation follows the saturation kinetics typical of enzyme systems. In: 2nd INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION, 2007a, Vichy. **Proceedings...** Vichy, França: European Association for Animal Production, 2007a.

LANA, R.P.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, L.M. et al. Application of lineweaver-Burk data transformation to explain animal and plant performance as a function of nutrient supply. **Livestock Production Science**, v.98, n.3, p.219-224, 2005.

LÓPEZ, J. Ureia em rações para produção de leite. In: UREIA PARA RUMINANTES, 194, Piracicaba, 1984. **Anais...** Piracicaba, p.171-194, 1984.

MACHADO, H.V.N. **Suplementação lipídica para vacas em lactação: perfil de ácidos graxos e teor de ácido linoléico conjugado na gordura do leite**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012. 105p. Dissertação (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2012.

MADALENA, F.E. Estratégias de uso de recursos genéticos visando melhorar a qualidade do leite e derivados. In: SBMA (ed.) **VII Simpósio Brasileiro de Produção Animal**. São Carlos, 2008.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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 beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

NRC - NACIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th Ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2001. 381p.

OLIVEIRA, B.Y.S.; ALVES, J.B.; BERGAMASCHINE, A.F. et al. Desempenho de bovinos terminados em confinamento, com diferentes volumosos. REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA,38.2001. Piracicaba. 2001. **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2001. p.1234-1235.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. Cana-de-açúcar associada à ureia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, p.90-99, 1991.

PAIVA, V.R. **Níveis de proteína bruta em dietas para vacas leiteiras da raça holandesa em confinamento**. 2009. 42p. Dissertação (Mestrado Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2009.

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

PAULINO, M.F.; ZAMPERLINI, B.; FIGUEIREDO, D.M. et al. Bovinocultura de precisão em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 5, 2006 Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2006c, p.361-412.

PEREIRA, M.L.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade aparente total, produção e composição do leite em vacas no terço inicial da lactação alimentadas com níveis crescentes de proteína bruta no concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.1029-1039, 2005.

PÉREZ-DE LA OSSA, J.E.; LANA, R.P.L.; SANTISTEVAN-GUTIERREZ, G. et al. Formas de utilização de cana-de-açúcar e níveis de suplementação concentrada para vacas mestiças leiteiras de baixa produção. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.3, p.138-150, 2013.

PEYRAUD, J.L.; DELABY, L. Ideal concentrate feeds for grazing dairy cows. Responses to supplementation in interaction with grazing management and grass quality. In: GARNSWORTHY, P.C.; WISEMAN, J. **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham University Press, Nottingham, p.203-220, 2001.

PIMENTEL, J.J.O.; LANA, R.P.; ZAMPERLINI, B. et al. Milk production as a function of nutrient supply follows a Michaelis-Menten relationship. **Journal of Animal Science**, v.84, Suppl. 1, p.74, 2006.

PIMENTEL, J.J.O. **Teores de proteína bruta no concentrado e níveis de suplementação para vacas em lactação**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2008. 93p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2008.

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

SAIRANEN, A.; KHALILI, H.; VIRKAJARVI, P. Concentrate supplementation responses of the pasture-fed dairy cow. **Livestock Production Science**, v.104, n.3, p.292-302, 2006.

SANTOS, S.A. **Curvas de lactação e consumo de vacas F1 Holandês x Zebu em pastejo e em confinamento**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2011. 213p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2011.

SANTOS, V.P.; NUSSIO, L.G.; SCHOGOR, A.L.B. et al. Avaliação do tamanho médio das partículas da cana-de-açúcar na alimentação de vacas leiteiras sobre o desempenho e a composição do leite. **45ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Lavras, MG, 2008.

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

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

THIAGO, L.R.L.S.; COSTA, F.P. **Terminação de bovinos na entressafra**. Campo Grande: Gado de Corte, 2004. 10p.

USDA - United States Department of Agriculture, 2013. **Dairy: World Markets and Trade**. Foreign agriculture service, December, 2013.

VALADARES FILHO, S.C., BRODERICK, G.A., VALADARES, R.F.D. et al.. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on nutrient utilization and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.83, p.106-114, 2000.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.11, p.2686-2696, 1999.

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

VILELA, D.; LIMA, J.A.; RESENDE, J.C. et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de coastcross. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.555-561, 2006.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal Agriculture Science**, v.114, p.243-248. 1990

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v. 95, p.33-48, 2002.