

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos cursos de Pós-graduação
José Alípio Faleiro Neto

Produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar suplementada com fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal

**BELO HORIZONTE MG
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2010**

José Alípio Faleiro Neto

Produção e composição do leite de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar suplementada com fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia sob orientação do Professor Doutor Ronaldo Braga Reis

Belo Horizonte MG
Escola de Veterinária-UFMG
2010

Faleiro Neto, José Alípio, 1980-

Produção e composição do leite de vacas alimentadas com cana de açúcar suplementada por fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal/ José Alípio Faleiro Neto- 2010

Orientador: Ronaldo Braga Reis

Co-orientador: Breno Mourão de Sousa

Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui bibliografia

1. Vaca- Alimentação e rações- Teses. 2. Cana de açúcar como ração- Teses. 3. Dieta em veterinária – Teses. 4. Leite – Produção – Teses. 5. Leite – Composição – Teses. I. Reis, Ronaldo Braga. I. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.214085

BANCA EXAMINADORA

Ronaldo Braga Reis
(Orientador) EV- UFMG

Breno de Sousa Mourão
(Co-orientador) FEAD

Ivan Barbosa Machado Sampaio
EV- UFMG

Fernando Cesar Ferraz Lopes
Embrapa- CNPGL

Dissertação defendida e aprovada em:
Belo Horizonte, 30 de junho de 2010

Dedico esse trabalho a Deus, a meus pais (amor e confiança), minhas irmãs (apoio e carinho), aos mestres e amigos e a todos que direta ou indiretamente participaram para a realização desse trabalho.

“Combati o bom combate, terminei a carreira e guardei a fé”.

II Timóteo (capítulo 4, versículo 7)

Agradecimentos

Deus e Nosso Senhor Jesus Cristo por mais esta oportunidade e conquista

Meus pais Maria Ilidia e João pelo carinho, respeito e confiança

Ao Professor Ronaldo Braga Reis pela oportunidade de cursar o mestrado sob vossa orientação, ensinamentos e oportunidades, amizade e respeito

Aos Professores Ivan Machado Barbosa Sampaio, Helton Mattana Saturnino, Breno Mourão de Sousa, Norberto, Eloísa Saliba, Décio, Iran Borges, Venício pela amizade, confiança, ensinamentos, respeito e apoio, ao Doutor Fernando Cesar Ferraz Lopes (Embrapa- CNPGL)

Ao Professor Marcos Neves Pereira (UFLA), pela amizade, respeito e ensinamentos

Ao Professor Dorcimar e Vossa esposa Senhora Tide pelo acolhimento, amizade respeito e conselhos

Ao GPleite em especial aos amigos André Barros, Léo Leite, Gabriel Garcia, Tiago Facury e Thiago (peixe)

Irmãs Roberta e Jordana, e minha noiva Elizangela pelo carinho e paciência

Ao grande amigo Vinicius Pimentel pela confiança e respeito, Senhora Fabíola e família pelo acolhimento, amizade, conselhos e orações

A equipe do laboratório de nutrição animal , Kely, Marcos, Toninho

A equipe de transportes da EV-UFMG pela amizade e apoio

Ao grupo de oração N.Sa da Divina Providencia e ao Padre José Wilson

SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
1 INTRODUÇÃO	9
2 OBJETIVOS	9
3 REVISÃO DE LITERATURA	9
3.1 CANA DE AÇÚCAR NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES	9
3.2 Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar	11
3.3 Metabolismo do nitrogênio em ruminantes	14
3.4 Uréia na alimentação de ruminantes	15
3.5 Uréia de liberação lenta na alimentação de ruminantes	16
4 MATERIAL E MÉTODOS	17
4.1 Local	17
4.2 Corte, colheita da cana de açúcar e arraçamento dos animais	17
4.3 Animais, instalações e delineamento estatístico	17
4.4 Dietas experimentais	18
4.5 Pesagem e coletas de amostras de leite	18
4.6 Coletas de sangue	20
4.7 Coletas de alimentos e análises laboratoriais	20
4.8 Análises estatística	21
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
5.1 Consumo de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e fibra detergente neutro	21
5.2 Produção de leite	23
5.3 Percentagem e produção de gordura	26
5.4 Percentagem e produção de proteína	27
5.5 Percentagem e produção de lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado	27
5.6 Nitrogênio uréico no plasma	28
6 Custos das dietas experimentais em relação a produção de leite	29
7 CONCLUSÕES	29
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

Lista de Tabelas

Tabela 1- Produção (t/ha) de matéria natural (MN) e de matéria seca (MS), e concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de proteína bruta (PB) de alimentos volumosos utilizados para a alimentação de bovinos	11
Tabela 2- Compilação de resultados experimentais para o consumo de matéria seca (CMS), relação volumoso:concentrado (V:C), produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG) e composição do leite de vacas em lactação para gordura (Gor), proteína (Prot), lactose (Lac) e extrato seco total (EST) e alimentadas com rações à base de cana de açúcar como volumoso	12
Tabela 3. Composição das dietas em termos de ingredientes (kg da MS) e da concentração de nutrientes na MS (%)	19
Tabela 4- . Composição bromatológica da cana de açúcar, com base em matéria seca	20
Tabela 5- . Distribuição das dietas experimentais	20
Tabela 6- Análise de variância.	21
Tabela 7- Consumo de matéria seca (CMS), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB) e de fibra em detergente neutro (CFDN) de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar e suplementadas por fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal.	22
Tabela 8- Produção e composição do leite para gordura, proteína, lactose, sólidos e extrato seco desengordurado de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar e suplementadas por fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal	25
Tabela 9- Nitrogênio uréico no plasma (NUP mg/dL) em diferentes tempos de coleta	28
Tabela 10- Custos das dietas experimentais	29

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da utilização da cana de açúcar associada a níveis crescentes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal (uréia e OptgenII®), na produção e composição do leite. Foram utilizadas sete vacas Holandês multíparas com 45 ± 12 dias em lactação e 25 kg de leite. As vacas foram distribuídas em sete tratamentos em delineamento do tipo blocos incompletos balanceados. Todas as vacas permaneceram confinadas em sistema tipo Tie stall recebendo dietas à base de cana de açúcar com diferentes níveis de uréia ou OptgenII® na base da matéria natural: 0,3 % de ureia, 0,6% de ureia, 0,9% de ureia, 0,3% OptgenII®, 0,6% de OptgenII®, 0,9% de OptgenII® e controle, sem ureia (T7). O consumo de matéria seca não foi afetado pelos tratamentos experimentais ($P>0,05$) e variou de 18,05 a 18,70 kg MS/d. A produção de leite e de leite corrigido para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) variou de 22,23 a 25,58 kg/dia e 19,90 e 21,60 kg/dia, respectivamente sem haver diferença ($P>0,05$). O teor e produção de gordura do leite e leite variaram entre 2,92 a 3,40 % e 0,72 a 0,78 kg/dia, respectivamente, mas não houve diferença ($P>0,05$) entre os tratamentos. A concentração e a produção de proteína do leite variou de 2,70 a 3,11% e de 0,63 a 0,77 kg/dia, com CV de 1,08% e 16,2%, respectivamente. Para o teor de proteína do leite houve diferença ($P<0,05$) para o nível de inclusão de 0,9% de ureia, que proporcionou maior teor de proteína do leite (3,11%). O teor e produção de lactose do leite variou de 4,47 a 4,39 e 1,00 a 1,10 kg/dia com CV de 2,21% e 11,8% respectivamente, os valores médios para percentagem e produção de sólidos totais, percentagem e produção de extrato seco desengordurado variaram de 11,29% a 11,09% e 2,90 a 2,7 kg/dia para sólidos totais e 8,03% a 8,31% e 1,90 a 2,10 kg/dia para extrato seco desengordurado. Esses componentes do leite não foram diferentes para os diferentes tratamentos ($P>0,05$). Para vacas com produções diárias de leite de 25,0 kg por dia pode-se utilizar diferentes fontes de nitrogênio não protéico na dieta, de liberação controlada ou não, pois os mesmos não alteram a produção e composição do leite quando substituiu fontes de proteína verdadeira. Houve diferença ($P<0,05$) para o CFDN/kg/dia, que variou de 5,00 a 7,80 kg/dia e apresentou CV de 12,00%. Não Houve diferença ($P>0,05$) do CFDN em % do peso vivo. O CMS expresso em % do peso vivo variou de 2,95 a 3,45 do peso vivo não havendo diferença ($P>0,05$). Os custos com as dietas variaram de 33,6% a 36,6 % em relação ao preço do leite vendido. Os tratamentos com menores custos foram 0,3 U e 0,6 U.

Palavras-chave: *Sacharum officinarum*, consumo de matéria seca, uréia, nitrogênio uréico no plasma

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of increasing levels of urea or Optigen II[®] in the diet on milk yield and composition. Seven multiparous Holstein cows with 45 ± 12 days in milk and 25 kg of milk per day were used. The cows were distributed in seven treatments in a balanced incomplete block design. All the cows were in a tie stall barn receiving diets based on fresh chopped sugarcane with increasing levels of urea or OptigenII[®]: 0.3% of urea, 0.6% of urea, 0.9% of urea, 0.3% of OptigenII[®], 0.6% of OptigenII[®], 0.9% of OptigenII[®] and a control group without urea. The level of urea or OptigenII[®] in the diets was based on the amount of sugarcane in as fed basis. The dry matter intake (DMI) was not affected by the experimental diets ($P > 0.05$) and ranged from 18.05 to 18.70 kg per day. DMI expressed as percentage body weight ranged from 2.95 to 3.45%. The NDF intake kg per day was higher for the control diet compared to the 0.9% of OptigenII[®] diet ($P < 0.05$), however no difference was detected for NDF intake as percentage of body weight. The milk yield and fat corrected milk 3.5 % yield ranged from 22.23 to 25.58 kg per day and from 19.9 to 21.6 kg per day, respectively, without difference between diets. The milk fat percentage and production ranged from 2.92% to 3.4% and from 0.72 to 0.78 kg per day, respectively. Milk protein percentage and production ranged from 2.7 to 3.11% and from 0.73 to 0.77 kg per day, with coefficient of variation of 1.08% and 16.2%, respectively. The inclusion of 0.9% of urea in the diet resulted in the highest level of milk protein. Different sources of non-protein nitrogen can be used in the diets of dairy cows producing up to 25 kg of milk per day without changing milk yield and composition.

Keywords: *Sacharum officinarum*, dry mater intake, urea, nitrogen ureic in blood.

1. INTRODUÇÃO

No mundo, os modernos sistemas de produção de leite têm se preocupado não só com aspectos relacionados aos índices de produção e produtividade, mas também com o retorno econômico.

A idéia de aproveitar a cana de açúcar na alimentação de bovinos é muito antiga. A facilidade de seu cultivo, a execução da colheita justamente na época seca do ano e a grande produção de forragem por área (120 t/ha de matéria natural - MN), fazem-na um alimento de grande interesse para pesquisadores e produtores. A cana de açúcar vem merecendo a atenção de extensionistas e produtores, em virtude de menores custos de produção, quando comparada à silagem de milho. Trabalhos de pesquisa mostraram que existem limitações em termos de consumo desta forrageira em virtude da baixa digestibilidade da fibra em detergente neutro ou FDN (20%) levando ao acúmulo de fibra indigerível no rúmen.

Embora a cana de açúcar seja uma cultura de fácil implantação, de custo relativamente baixo para sua produção este volumoso mostra-se pobre em proteína. Desta forma, o uso da ureia com este volumoso visa corrigir esta deficiência, em que a expressão cana + uréia refere-se à mistura cana de açúcar + uréia pecuária + uma fonte de enxofre. A cana de açúcar destaca-se como uma planta de elevado potencial para transformar energia solar em energia química, representada principalmente pela sacarose, principal carboidrato não fibroso (CNF) da mesma. O elevado teor deste nutriente na planta madura (>18° Brix) justamente na época do ano em que as pastagens são escassas e deficientes em proteína e energia, faz da cana uma importante fonte de volumoso para bovinos neste período.

Muitos trabalhos mostram a importância da inclusão da cana de açúcar na dieta de vacas de alta produção, avaliando índices produtivos e econômicos que apresentam resultados promissores e interessantes quanto à sua utilização na alimentação de vacas leiteiras de maior produção.

Além do avanço genético para melhorar o potencial produtivo da cana de açúcar, também deve-se considerar o avanço genético do rebanho mundial como também o avanço científico na nutrição animal, o que hoje proporciona melhores desempenhos de vacas leiteiras alimentadas com a cana de açúcar em relação ao passado.

2. OBJETIVOS

Avaliar os efeitos da utilização de cana de açúcar associada a níveis crescentes de fontes de nitrogênio não protéico sobre produção e composição do leite de vacas Holandês x Zebu.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cana de açúcar na alimentação de ruminantes

O Brasil é o maior produtor mundial de açúcar e álcool, possuindo a maior área colhida de cana de açúcar do mundo (5,5 milhões de hectares), com uma produção anual de, aproximadamente, 420 milhões de toneladas. Estimativas futuras indicam um crescimento de aproximadamente 5% ao ano em área colhida e em produção nos próximos dez anos. Para o ano de 2010 estima-se uma produção de aproximadamente 500 milhões de toneladas, em 6,5 milhões de hectares (Agrianual, 2005). Assim, a cana de açúcar é sem nenhuma dúvida um dos destaques do agronegócio brasileiro.

Na alimentação animal não é diferente. Cada vez mais a cana de açúcar consolida-se como importante alimento para ruminantes, principalmente durante a estação seca do ano. De acordo com Landell et al. (2002), aproximadamente 500 mil hectares de cana de açúcar são destinados para a alimentação animal, principalmente para rebanhos leiteiros.

Bons canaviais podem produzir 80 a 120 toneladas de MV/ha/ano, ou 20 a 30 toneladas de MS, na média de vários cortes e manterem-se produtivos por vários anos. No entanto, de maneira geral,

a tendência é de queda na produção com a sequência de cortes, sendo comum encontrar canaviais que a cada cinco anos precisam ser reformados Oliveira (1999).

Dados de produção de cana de açúcar provenientes de ensaios experimentais que tiveram como objetivo a seleção desse recurso forrageiro para a alimentação animal, observaram potencial de produção de MS de 150 a 210 toneladas de MV/ha/ano, ou 40 a 60 toneladas de MS/ha/ano (Andrade et al., 2003); (Townsend et al., 2003); (França et al., 2004).

Em relação a utilização de volumosos alternativos e coprodutos na pecuária leiteira visa-se a obtenção de melhores desempenhos produtivos e econômicos. Volumosos têm participação importante na composição da dieta, e podem apresentar até 80% da matéria seca de rações de diversas categorias que compõem o rebanho leiteiro. Além disso, a qualidade do volumoso pode influenciar a quantidade e qualidade do suplemento concentrado.

Dentre as alternativas de forragem para o período de inverno no Brasil Central, a cana de açúcar ocupa lugar de destaque. No entanto, limitações nutricionais têm sido apontadas para a cana de açúcar, principalmente o teor baixo em compostos nitrogenados e em determinados minerais, assim como a digestibilidade baixa dos componentes da parede celular (Sousa et al., 2003; Magalhães et al., 2004; Mendonça et al., 2004). Contudo, trabalhos recentes têm mostrado que a correção dessas limitações nutricionais pode possibilitar produções de leite bastante satisfatórias, a custos competitivos.

A cana de açúcar vem se destacando como volumoso alternativo na alimentação de bovinos, devido ao pequeno risco de sua utilização, do baixo custo de produção de matéria seca por unidade de área, da manutenção do seu valor nutritivo na época de escassez de outras culturas perenes (pastos) e, do melhor desempenho econômico em relação a outras forrageiras, o que depende da categoria e potencial produtivo dos animais (Nussio, 2003).

Trabalhos comprovaram a possibilidade de utilização da cana de açúcar como volumoso para vacas leiteiras com maior potencial de produção. Nestes estudos, os autores consideraram os índices produtivos e econômicos apresentando resultados interessantes e promissores quanto à utilização da cana de açúcar como volumoso (Magalhães et al., 2004; Mendonça et al., 2004; Corrêa et al., 2003).

Segundo Valadares Filho et al. (2002) a principal limitação da utilização da cana de açúcar é a redução do consumo, ocasionada esta, pela baixa digestibilidade da fibra, uma vez que seu teor médio em FDN é menor que o da silagem de milho (47 vs 60), o que depende da variedade e período de colheita.

Simulações feitas em programas de formulação de rações como o NRC (2001) sugerem que o efeito positivo da cana de açúcar na redução do custo do litro de leite produzido, em relação ao uso de silagem de milho ou sorgo ocorre normalmente quando a qualidade dessas silagens é média ou baixa ou quando a produção de silagem por área é baixa, fatores estes que encarecem o custo da energia dessas fontes de forragem.

A redução no custo de alimentação não necessariamente ocorre quando as silagens de milho e de sorgo são de alta qualidade e produtividade. A menor quantidade de concentrado na ração de vacas alimentadas com silagem de milho ou de sorgo de alta qualidade, quando comparada com a maior quantidade de concentrado nas dietas com cana para uma mesma produção de leite, pode não permitir redução no custo de alimentação com o uso de cana de açúcar. Essa desvantagem da cana de açúcar pode aumentar à medida que aumentam a produção e as exigências nutricionais dos animais (Sousa et al., 2003).

Contudo, conforme mostram dados de (Ponchio, 2005), muitas são as situações em que o custo da ração e o custo total de produção do leite podem ser sensivelmente reduzidos com a inclusão da cana de açúcar, o que pode determinar o sucesso da atividade. Na tabela 1 são apresentados dados das características produtivas e qualitativas de alimentos volumosos utilizados tradicionalmente para a

alimentação de ruminantes durante a estação seca do ano, que foram extraídos de simulação efetuada por (CEPEA, 2005).

Tabela 1. Produção (t/ha) de matéria natural (MN) e de matéria seca (MS), e concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT) e de proteína bruta (PB) de alimentos volumosos utilizados para a alimentação de bovinos

Volumosos	Característica	t/MN/ha	t/MS/ha	% NDT	% PB
<i>Silagem de milho</i>	35% de grãos	40,0	13,0	67,1	8,8
<i>Silagem de sorgo</i>	Duplo propósito	46,9	15,0	62,6	9,1
<i>Silagem de capim</i> ¹	50 dias	125,0	25,0	49,2	6,0
<i>Cana de açúcar picada</i>	Brix > 18	85,0	25,5 ²	58,0	2,5

NDT = Nutrientes digestíveis totais; PB = proteína bruta (N x 6,25%); t/MN/ha = tonelada de matéria natural por hectare; t/MV/ha = tonelada de matéria verde por hectare; Brix = teor de sólidos solúveis totais

¹ – 4 cortes ao ano, com longevidade de 10 anos; ² – Produção de MS para os quatro ciclos (30 ton/MS para cana planta e 24 ton/MS para cana soca)

Fonte: CEPEA (2005).

O Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) assim como diversas outras instituições, como as que fazem parte da rede interinstitucional do desenvolvimento do setor sucroalcooleiro, trabalharam durante décadas na seleção de novos materiais de cana de açúcar. Com o advento das técnicas relacionadas com a biologia celular possivelmente haja avanço ainda maior no melhoramento genético da cana. Desde o final da década de 50, o IAC tem trabalhado na seleção de novos cultivares, enfatizando além das características produtivas, a precocidade, o teor de carboidratos solúveis, a resistência a doenças e a facilidade de colheita mecânica.

3.2 Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar

Diversos trabalhos de pesquisa com vacas alimentadas com cana de açúcar foram compilados na tabela 2. Com base na tabela 3, pode-se observar a evolução no desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar ao longo dos últimos 37 anos. Isto se deveu principalmente aos avanços no conhecimento do uso deste recurso forrageiro, como também do avanço genético de rebanhos leiteiros e ao avanço na nutrição animal.

Tabela 2. Compilação de resultados experimentais para o consumo de matéria seca (CMS), relação volumoso:concentrado (V:C), produção de leite (PL), produção de leite corrigida para 4% de gordura (PLCG) e composição do leite de vacas em lactação para gordura (Gor), proteína (Prot), lactose (Lac) e extrato seco total (EST) e alimentadas com rações à base de cana de açúcar como volumoso

Referências	CMS, kg/dia	V:C %	PL, kg/dia	PLCG, kg/dia	Gor, %	Prot, %	Lac, %	EST, %
<i>Naufel et al., 1968</i>	6,04	-	-	3,74	-	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al., 1977</i>	9,80	-	12,3	12,0	3,8	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al., 1977</i>	8,90	-	12,1	11,6	3,7	-	-	-
<i>Nogueira Filho et al., 1977</i>	8,10	-	11,8	11,0	3,6	-	-	-
<i>Biondi et al., 1978</i>	9,90	-	10,00	9,60	3,78	-	-	12,96
	10,40	-	9,40	8,60	3,25	-	-	12,17
	10,00	-	8,10	7,50	2,89	-	-	12,58
	10,20	-	8,80	7,90	2,96	-	-	12,36
<i>Benitendi et al., 1987</i>	8,22	-	7,99	3,79	-	-	-	-
	7,93	-	8,13	4,19	-	-	-	-
<i>Paiva et al., 1991</i>	10,07	-	10,51	9,24	3,11	2,62	-	11,63
<i>Correa, et al., 2003</i>	21,50	40:60	31,90	-	3,64	3,22	-	-
<i>Lima et al., 2004</i>	18,31	-	18,83	-	-	-	-	-
	14,66	-	16,11	-	-	-	-	-
	11,55	-	13,72	-	-	-	-	-
<i>Magalhães et al., 2004</i>	19,07	60:40	23,28	24,98	4,04	3,52	-	13,36
	18,53	60:40	22,10	24,36	4,19	3,55	-	13,60
	17,26	60:40	20,36	21,41	3,85	3,63	-	13,08
<i>Mendonça et al., 2004</i>	14,90	60:40	19,00	19,70	3,80	3,20	-	12,90
	15,40	60:40	18,60	19,40	3,80	3,20	-	12,90
	14,80	60:40	20,10	21,30	3,90	3,20	-	12,90
<i>Costa et al., 2005</i>	15,77	60:40	16,90	16,76	3,45	3,63	4,12	12,14
	17,53	50:50	18,82	17,52	3,25	3,70	4,22	12,22
	19,81	40:60	19,78	19,79	3,47	3,73	4,16	12,29
<i>Souza et al., 2009</i>	15,53	60:40	18,60	18,90	3,56	3,03	-	12,20
	17,11	60:40	19,70	21,10	3,92	3,06	-	12,70
	16,63	60:40	20,60	21,60	3,80	3,04	-	12,50
<i>Filgueiras Neto et al., 2009</i>	22,18	40:60	28,17	26,66	3,69	3,16	4,67	12,71

A cana de açúcar apresenta em torno de 95% de carboidratos totais, sendo ao redor de 60% da MS representada pelos componentes da parede celular (FDN) e 35% por CNF (sacarose). Valores médios de FDN e FDA na MS estão entre 44 a 64% e 25 a 34%, respectivamente (Pereira, 1999). Os carboidratos estruturais possuem baixa digestibilidade (<40%), e exercem papel na limitação da ingestão de cana pelos animais. O CMS está diretamente relacionado ao conteúdo de FDN do alimento. Quanto maior o teor de FDN da cana, e quanto menor a digestibilidade dessa fração, menor será o consumo do volumoso (Nussio & Schmidt, 2005).

Entretanto, dados recentes de experimentos metabólicos com animais implantados com cateteres na veia porta, veia hepática, veia mesentérica, não suportam a proposta de uma exigência mínima de amido no intestino. Estes experimentos mostram que as vísceras drenadas pela veia porta (rúmen, intestino, pâncreas e baço) também consomem grandes quantidades de glicose (Reynolds, 2002). A maior parte da glicose circulante no sangue arterial provém da gliconeogênese hepática e não da glicose absorvida no intestino a partir da digestão do amido.

Nos ensaios conduzidos por Naufel et al. (1969), Paiva et al. (1991), Valvasori et al. (1998^a), Pires et al. (1999), Costa et al. (2004) e Mendonça et al. (2004), a substituição de até 100% do volumoso (principalmente a silagem de milho e silagem de sorgo) da dieta por cana de açúcar, resultou em redução média do CMS em 2,30 kg/animal/dia, o que representa um consumo 20% menor e redução na produção de leite em até 4 kg/dia.

Em dietas com 60% de volumoso e 40% de concentrado a substituição total da silagem de milho por cana de açúcar reduziu o CMS diário em 4kg e a produção de leite em 4,17 kg/vaca/dia. Foi necessário aumentar a proporção de concentrado na dieta de cana de açúcar para 60% da MS, para que o CMS e a produção de leite atingissem os níveis da dieta com silagem de milho (Costa et al., 2004).

Resultados divergentes e promissores foram posteriormente obtidos por Peixoto (1992), Valvasori et al. (1995), Pires et al. (1999), Magalhães et al. (2001), Mendonça et al. (2002), Correa et al. (2003), Mendonça et al. (2004) e mais recentemente, Filgueiras Neto et al. (2009) que trabalharam com vacas de maior produção, aumentando as expectativas em torno da utilização da cana de açúcar, estimulando pesquisas superando e disponibilizando a sua utilização em sistemas de produção.

Mendonça (2004), avaliou a cana de açúcar em três formas diferentes de utilização para vacas de leite com produções médias diárias de 22,0 kg/de leite/dia, comparando com a silagem de milho. Os tratamentos com cana de açúcar tinham relação volumoso: concentrado (V:C) de 60:40 e 50:50. Este autor não encontrou diferenças para produção de leite para as dietas com cana de açúcar, porém as produções foram menores do que as dietas com silagem de milho como volumoso único.

Magalhães (2001), trabalhando com vacas com produções médias de 24 kg de leite/dia, avaliou o efeito de substituição de até 100% da silagem de milho pela cana de açúcar. Este autor concluiu que o nível de substituição de 33% foi o mais técnico e economicamente recomendável.

A utilização da cana de açúcar na relação volumoso:concentrado de 40:60 a 45:65 na MS pode garantir produções de 20 a 24 kg de leite/dia, sem perda de peso, melhorando a utilização do concentrado, permitindo maior aporte de matéria orgânica digestível maior CMS (Rodrigues, 1999).

Costa et al. (2005) trabalharam com diferentes relações de volumoso:concentrado (60,50 e 40%), (silagem de milho e cana de açúcar). Para as dietas com cana foram utilizadas três proporções de volumoso:concentrado (60:40; 50:50 e 40:60). A silagem de milho foi superior para produção de leite à cana de açúcar quando ambas foram fornecidas com a mesma proporção volumoso:concentrado. O melhor desempenho para produção de leite com cana de açúcar foi o da dieta com a menor proporção de volumoso (40:60), que foi similar ao desempenho com silagem de milho (60:40).

A associação de alimentos volumosos também é uma alternativa que pode garantir bom desempenho dos animais. No ensaio conduzido por Pires et al. (1999), a associação de até 50% da silagem de milho com cana de açúcar em comparação 100% de silagem de milho, não resultou em diminuição no desempenho de vacas com produção de leite ao redor de 20 kg/dia.

Apesar da quase totalidade dos trabalhos com cana de açúcar terem sido conduzidos com vacas com produções abaixo de 22 kg/leite/dia e terem mostrado menor produção em comparação à silagem de milho os dados de Correa et al. (2003); Filgueiras Neto et al. (2009) são animadores, estes autores trabalharam com relação volumoso:concentrado de 40:60.

Os dados de Correa et al. (2003), mostraram de forma contundente o potencial da cana de açúcar como fonte forrageira para vacas com produções médias diárias de 32 kg de leite (tabela 2). Este trabalho estabelece um ponto de partida para novas pesquisas com cana de açúcar como fonte de forragem para vacas de alta produção, mantidas em sistemas de confinamento total. Apesar da menor produção de leite (34,3x 31,9 kg/dia) com cana de açúcar em comparação à silagem de milho, a produção de 31,9 kg/leite/dia foi expressiva e inédita na literatura utilizando cana de açúcar como volumoso único. A menor produção se deveu basicamente ao menor CMS com cana de açúcar (21,5 kg/dia) e (23,1 kg/dia) para silagem de milho. A eficiência alimentar não diferiu entre os volumosos.

Esses dados mostram a grande possibilidade da cana de açúcar não ser apenas alternativa de volumoso no inverno para sistemas que exploram pastagens no verão para vacas com lactações entre 4000 a 6500 kg/leite, mas a capacidade de ser efetivamente utilizada para determinadas categorias de vacas em lactação em sistemas de confinamento total.

Filgueiras Neto et al. (2009) trabalhando com relação volumoso:concentrado de 40:60 utilizando a cana de açúcar como volumoso único obtiveram produção média de 28,17 kg de leite por dia com CMS de 22,18 kg por dia o que representa 0,68 kg de CMS a mais que os dados de Correa et al. (2003).

3.3 Metabolismo do nitrogênio em ruminantes

Quanto a origem, o nitrogênio (N) presente no rúmen, pode ser dividido em nitrogênio endógeno e nitrogênio dietético. O nitrogênio endógeno é proveniente da reciclagem da ureia, da descamação do epitélio, da lise das células microbianas e da excreção de metabólitos dos microorganismos. O nitrogênio dietético é composto por proteína verdadeira, ácidos nucleicos e nitrogênio não protéico (NNP) (Coelho da Silva e Leão, 1979).

O metabolismo das proteínas no rúmen é resultante da atividade metabólica dos microorganismos do rúmen. A estrutura da proteína é fator chave na determinação e sucesso para a produção de proteína microbiana como também sua degradabilidade, o que pode ser afetado pelo pH e outras espécies que constituem a população microbiana do rúmen. A atividade proteolítica no rúmen é reduzida quando o pH diminui com dietas com baixa forragem e não com baixo concentrado (Bach et al., 2005).

A primeira etapa de degradação da proteína no rúmen envolve a adesão da bactéria na partícula do alimento. Aproximadamente, 70 a 80% dos microrganismos ruminais aderem as partículas mais lentamente digestíveis do alimento no rúmen e 30 a 50% têm atividade proteolítica. Os produtos resultantes deste processo são a formação de peptídeos e aminoácidos (Bach et al., 2005).

Os peptídeos de cadeia curta (2 a 3 aminoácidos) e aminoácidos resultantes da atividade proteolítica são transportados para o interior das células microbianas. Os peptídeos são degradados por peptidases a aminoácidos, sendo incorporados no interior da célula microbiana ou fermentados à ácidos graxos voláteis (AGV), CO₂ e amônia (Taminga, 1979). A amônia é produzida no rúmen pelo metabolismo das proteínas, peptídeos, aminoácidos, amidas, ureia, nitratos e outros compostos não nitrogenados.

A concentração de nitrogênio amoniacal no rúmen é indispensável para o crescimento bacteriano, desde que associada a fontes de energia, e está diretamente relacionada com a solubilidade da proteína dietética e à retenção de N pelo animal (Coelho da Silva e Leão, 1979). Faz-se necessário ajustar a ingestão de N e energia fermentável no rúmen para otimizar a síntese de proteína microbiana e redução de perdas excessivas de N (Nocek e Russel, 1988; NRC, 2001).

Nocek e Russel (1998) relataram que se a taxa de degradação ruminal da proteína for maior que a de carboidratos ocorre aumento na excreção de compostos nitrogenados e produção de ureia,

resultando em perda de N, ou seja, quando a taxa de produção de amônia no rúmen excede a sua taxa de utilização pelos micro-organismos, a absorção de amônia pela parede do rúmen aumenta e com isso há maior gasto energético para o animal, devido a síntese de ureia para a sua excreção.

As bactérias que hidrolizam a ureia são *Aerobacter aerogenes* e *Lactobacillus bifidus*, já as bactérias produtoras de amônia a partir de compostos nitrogenados são *Prevotella ruminicola*, *Megasphaera elsdenii*, *Selenomonas ruminantium*, *Peptostreptococcus anaerobius* (C), *Clostridium stiklandii* (SR) e *Clostridium aminophilum* (F). As bactérias C, SR, e F têm alta capacidade de deaminação. Elas requerem nutrientes essenciais para o crescimento incluindo amido, celulose, proteínas, ácidos graxos de cadeia simples e ramificada, além da amônia (essencial para as bactérias celulolíticas) (Russel, 2002).

3.4 Ureia na alimentação de ruminantes

A utilização do (NNP) na dieta de ruminantes, visa suprir as exigências da microbiota ruminal em nitrogênio (N), visando minimizar o custo com proteína degradável no rúmen. A ureia é a fonte de NNP degradável no rúmen (PDR) mais utilizada para suprir o nitrogênio disponível aos micro-organismos do rúmen. Sua degradação pode ocorrer a uma velocidade muito maior que a velocidade de assimilação de amônia para as bactérias ruminais, o que pode resultar em acúmulo e aumento na excreção deste composto através da urina, leite e outros (Satter & Roffler, 1975). Este ciclo mostra que a ureia pode ser utilizada com eficiência pelos micro-organismos quando existe disponibilidade de carboidrato fermentável no rúmen para a síntese microbiana.

A suplementação proteica de vacas leiteiras é um dos tópicos mais importantes na nutrição de ruminantes. Trabalhos de pesquisa relacionados a fontes proteicas, teores de proteína da dieta, degradabilidade ruminal, perfil de aminoácidos das fontes proteicas como também balanceamento de dietas considerando as exigências em aminoácidos essenciais, principalmente lisina (Lis) e Metionina (Met), têm sido publicados na tentativa de maximizar o desempenho dos animais e melhoraria utilização dos nutrientes, porém muito ainda é desconhecido, apesar destes esforços (Broderick et al., 2006; Broderick et al., 2007; Broderick et al., 2009).

Até a publicação do NRC (1985), a nutrição protéica dos bovinos baseava-se apenas em proteína bruta (PB) como parâmetro para determinação das exigências e formulação de dietas. Até então, havia pouca informação sobre a degradabilidade ruminal das fontes protéicas e, principalmente, sobre as exigências dos bovinos em aminoácidos.

Pesquisas conduzidas há mais de 40 anos mostraram que o rúmen era capaz de suprir toda a proteína necessária para produção de até 4.500 kg de leite por lactação de vacas recebendo ureia como única fonte de (N) (Viternen, 1966). No entanto, como o potencial genético do rebanho leiteiro mundial vem crescendo, resultando em produção individual cada vez mais alta, a proteína microbiana sintetizada no rúmen, precisa ser complementada com proteína dietética não degradável no rúmen (PNDR), visando suprir as exigências proteicas de manutenção e produção de leite destes animais (Santos et al., 1998^a).

É sabido que a proteína microbiana é superior em qualidade em relação à grande maioria dos suplementos proteicos que existem no mercado, tornando assim clara a otimização da fermentação ruminal e, conseqüentemente, a produção de proteína microbiana. Este objetivo pode ser alcançado fornecendo volumosos de boa qualidade (aumento da ingestão de matéria seca, degradabilidade ruminal dos carboidratos não-fibrosos (CNF), e fornecendo quantidades adequadas de N para utilização pelos micro-organismos visando otimizar a síntese de proteína microbiana no rúmen. Para que a síntese de proteína microbiana seja eficiente, é de grande importância considerar a relação proteína:energia, quantidade adequada de enxofre para que ocorra a síntese de aminoácidos sulfurados como também a relação PDR:PNDR. (Forbes & France, 1993).

Zinn & Shen (1998) avaliaram a ingestão de proteína degradável e exigências de aminoácidos metabolizáveis de novilhos confinados concluindo que estes animais necessitaram de um

mínimo de 100 g de PDR por kg de MO digestível. Porém, de forma mais conservadora o NRC (1996) adotou exigência mínima de 130 gramas de PDR por kg de NDT. A produção de proteína microbiana, que é estimada como 13% dos nutrientes digestíveis totais, é corrigida em função do teor de fibra efetiva da dieta. Uma redução de 2,2% na síntese microbiana é aplicada para cada unidade percentual de redução do teor de fibra efetiva na dieta abaixo de 20%, sendo esta a forma encontrada para introduzir o efeito de pH ruminal na eficiência do crescimento microbiano.

A edição do NRC (2001) adotou uma exigência em PDR igual a 1,18 vezes a quantidade de proteína microbiana sintetizada no rúmen que, por sua vez, é estimada como 13% do NDT ajustado para consumo. Esta versão mostrou que, em caso de disponibilidade de PDR inferior ao valor acima mencionado, a quantidade de proteína microbiana é reduzida para 85% da quantidade de PDR, não adotando nenhum fator para correção de efeito do pH ruminal.

Santos (1998^a) compilaram 12 trabalhos com vinte e três comparações a fim de avaliar os efeitos da inclusão de ureia na dieta de vacas de alta produção em substituição total ou parcial de vários suplementos protéicos. Os níveis de inclusão de ureia nas dietas foram de 0,4 a 1,8% da MS. O consumo de matéria seca não foi afetado em 17, diminuiu em quatro e aumentou em duas comparações, e a produção de leite não foi alterada em 20 e diminuiu em três comparações, devido a inclusão de ureia na dieta. O teor de proteína do leite também não foi afetado em 17 comparações, aumentando em cinco comparações. A produção média foi de 32,7 kg/d para as vacas suplementadas com ureia e 33,3 kg/d para vacas recebendo fontes de proteína verdadeira, mostrando a possibilidade de baixar custos de dietas com a utilização de ureia não deve ser descartados nos rebanhos de alta produção.

Broderick et al. (1993) trabalhando com diferentes fontes de proteína (1,5% ureia; 9,3% de farelo de soja; 8,2% de farinha de carne e ossos; 4,7% de farelo de soja + 4,2% de farinha de carne e ossos) tendo como volumoso a silagem de alfafa não observaram efeito sobre a produção de leite quando suplementos protéicos foram substituídos na dieta. A produção de proteína no leite foi menor quando o suplemento protéico era farinha de carne e ossos, onde, os suplementos protéicos reduziram a concentração de ureia no plasma não alterando a concentração de Lisina e Metionina no plasma.

Aquino et al. (2007) avaliaram o efeito de níveis crescentes de ureia (0,75 e 1,5%) em substituição ao farelo de soja sobre a produção e composição físico-química do leite para vacas em lactação com média de produção de 20 kg de leite por dia utilizando a cana de açúcar como volumoso único. Estes autores não encontraram diferenças para as produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura e nem sobre os teores de proteína, gordura e contagem de células somáticas do leite, não alterando também o pH do leite e a densidade do mesmo. Eles sugeriram que a utilização de ureia no nível de até 1,5% na matéria seca da dieta de vacas em lactação não altera a produção, composição e características físico-químicas do leite.

3.5 Ureia de liberação lenta na alimentação de ruminantes

Na década de 70, alguns pesquisadores (Helmer et al., 1970a; Helmer et al., 1970b; Helmer & Bartley, 1971) conduziram experimentos testando um produto denominado “Starea”, produto da extrusão da ureia com alguma fonte de amido (milho, sorgo) onde o objetivo deste processamento foi obter a ureia de liberação mais lenta no rúmen, e que os estudos *in vitro* mostram vantagens deste produto em relação à ureia quanto à síntese de proteína microbiana. Para vacas em lactação com produções médias de 15 a 19 kg de leite por dia, a “Starea”, foi superior a ureia e similar ao farelo de soja (controle).

Avaliando o efeito da ureia, do “Starea”, e do farelo de soja, Roman-Ponce et al. (1975) não observaram diferença entre os tratamentos com farelo de soja e “Starea” na produção de leite dos animais, apresentando o tratamento com ureia menor produção de leite. A “Amiréia” (produto da extrusão do milho com ureia) também mostrou vantagens na produção de leite em relação à ureia não tratada para ruminantes (Maia et al., 1987).

Carmo (2001), trabalhando com vacas com produções médias de 20 kg de leite por dia substituindo o farelo de soja por fontes de nitrogênio não protéico, bem como a ureia na forma extrusada

(Amiréia 150 S), mostrou não haver diferença para produção de leite, leite corrigido para gordura, teor e produção de proteína e lactose do leite, produção de sólidos totais, concentração de nitrogênio uréico no plasma (NUP) e glicose no plasma. O teor e produção de gordura, teor de sólidos totais e eficiência de extração de aminoácidos pela glândula mamária foram maiores para o tratamento com ureia na forma tradicional.

O “OptgenII®” é a ureia na forma peletizada, recoberta por um polímero biodegradável, capaz de controlar a liberação de amônia para o rúmen. É uma fonte concentrada em nitrogênio (43% N), podendo alterar a degradação ruminal do N e assim fornecer nitrogênio para a microbiota ruminal numa velocidade que otimiza a produção de proteína microbiana, o que dependerá da fonte e degradabilidade dos CNF (Akay et al., 2004).

Utilizando 114 g de “OptgenII®” por vaca em substituição ao farelo de soja, Inostroza et al., (2010) encontraram maior produção ($P < 0,01$) (35,9 kg de leite por dia) em relação ao tratamento controle (35,4 kg de leite por dia).

Cararetto (2007) conduziu dois estudos com animais produzindo média de 20,8 kg de leite por dia mantidas em pastagens de capim elefante onde substituiu 30% da proteína bruta do farelo de algodão por ureia, 30 e 60% da proteína bruta do mesmo alimento foi substituído pela ureia de liberação lenta (OptgenII®), respectivamente. A produção de leite não diferiu entre os tratamentos controle, 30% de ureia ou OptgenII®, porém, no tratamento 60% OptgenII®, a produção foi reduzida em comparação aos demais tratamentos. Não houve diferenças nos teores de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e contagens de células somáticas entre os tratamentos. A concentração de ureia no leite (NUL) foi menor para o tratamento 30% de ureia em relação aos demais tratamentos.

Filgueiras Neto et al., (2009) trabalhando com níveis e fontes de nitrogênio não protéico em substituição parcial ao farelo de soja (0,40 kg) de uréia ou OptgenII® utilizando cana de açúcar como volumoso único, não encontraram diferença ($P = 0,496$) para produção de leite kg/dia nem para a composição do leite ($P < 0,05$).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Local

A pesquisa foi realizada nas dependências da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa, localizada no município de Igarapé-MG a 850 m de altitude, 20°04'30" de latitude sul, 44°20'80" de longitude oeste) de propriedade da Escola de Veterinária da UFMG. As análises laboratoriais foram processadas no laboratório de nutrição do Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. O clima é caracterizado por duas estações bem definidas: período seco, de abril a setembro e período chuvoso, de outubro a março. Os piquetes onde foi desenvolvido o experimento, encontravam-se em terreno com declive suave ondulado.

4.2 Corte, colheita da cana de açúcar e arraçoamento dos animais

O corte da cana de açúcar (cultivar desconhecido) foi realizado a cada dois dias no período de 01 de junho a 24 de agosto de 2009. O alimento era transportado para o local de arraçoamento dos animais armazenada sob sombra. A cana foi picada em picadeira estacionária tipo Nogueira modelo “PN-PLUS” 2000 (trifásica) no momento de cada arraçoamento dos animais (7:00 e 15:00). As quantidades de alimento volumoso e suplemento concentrado foram pesadas em balança digital no momento da oferta, e as sobras, no dia seguinte, antes do primeiro arraçoamento.

4.3 Animais, instalações e delineamento estatístico

Utilizou-se o delineamento do tipo blocos incompletos balanceados, em esquema fatorial 2x3+1. As sete vacas (bloco) foram alimentadas com sete dietas experimentais, distribuídas em quatro períodos de 21 dias cada, sendo 14 dias para adaptação e sete dias para amostragem de dados.

Foram utilizadas sete vacas Holandês x Zebu, multíparas, com peso vivo médio de 580 ± 30 kg, produção média de 25 ± 5,0 kg de leite por animal por dia e entre 45 ± 12 dias de lactação. Os animais foram mantidos em instalações individuais do tipo “tie-stall” contendo cochos de alimentação e bebedouros automáticos.

4.4 Dietas experimentais

As dietas experimentais tiveram cana de açúcar (tabela 4) como única fonte de volumoso e inclusão de ureia tradicional ou ureia protegida (OptgenII®). O OptgenII® (Alltech, Inc., Lexington, KY) é a ureia (43% N) na forma peletizada recoberta por um polímero biodegradável, capaz de controlar a liberação de amônia para o rúmen.

Foram utilizadas duas fontes de NNP (ureia e OptigenII®), acrescidos na cana de açúcar em três níveis (0,3; 0,6 e 0,9% - na matéria natural) com relação volumoso:concentrado 50:50 e uma dieta controle sem fonte de nitrogênio não protéico (Tabela 3). Cada uma das sete vacas recebeu uma sequência de quatro tratamentos referente a cada período experimental de 21 dias de duração, sendo 14 dias de adaptação e sete dias de coleta. Na tabela 4 está a composição bromatológica da cana de açúcar.

O esquema de distribuição das dietas experimentais para as sete vacas ao longo dos quatro períodos encontra-se na tabela 5.

4.5 Pesagem e coletas de amostras de leite

As pesagens e coletas de leite foram realizadas nas ordenhas da manhã e tarde do 15º e 16º dias de cada período. O leite coletado foi armazenado em frasco com Bronopol e em seguida armazenado em geladeira e enviado ao Laboratório de Qualidade do Leite da Escola de Vetrinária da UFMG uma hora após a segunda ordenha para análises de: proteína, gordura, lactose, extrato seco desengordurado (ESD) e sólidos totais (ST) (método de leitura infravermelho, com análise automatizada em aparelho Milco Scan104, Foss Electric®) e ureia (colorimetria enzimática, em equipamento ChemSpeck 150®, Bentley Instruments, Chasca, MN). A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) foi obtida pela equação citada por Gravert (1987): $LCG\ 3,5\% = (0,35 \times PL) + (16,2 \times PG)$, sendo: $LCG\ 3,5\% =$ Produção de leite corrigido para 3,5 % de gordura (kg/dia); $PL =$ Produção de leite (kg/dia); $PG =$ Produção de gordura (kg/dia).

Tabela 3. Composição das dietas em termos de ingredientes (kg da MS) e da concentração de nutrientes na MS (%)¹

Variáveis dietéticas	Tratamentos ³						
	C	0,3 U	0,6 U	0,9 U	0,3 OP	0,6 OP	0,9 OP
- Ingredientes dietéticos, consumo de MS, kg -							
Cana de açúcar	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00	10,00
Algodão, torta	1,60	1,64	1,18	0,72	1,59	1,11	1,01
Milho, fubá	2,00	2,57	3,32	4,08	2,52	3,23	3,79
Soja, farelo	4,20	3,50	3,10	2,70	3,58	3,26	2,70
Uréia	-	0,10	0,20	0,30	-	-	-
Optigen®	-	-	-	-	0,10	0,20	0,30
SoyNúcleo ²	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62	0,62
Calcário calcítico	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
TOTAL	18,46	18,46	18,47	18,47	18,47	18,47	18,46
- Composição dietética, kg MS -							
MS	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3	41,3
PB	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5	16,5
PDR/PB	64,1	67,0	69,9	72,9	66,7	69,5	72,1
PNDR/PB	35,9	33,0	30,1	27,1	33,3	30,5	27,9
PSol/PB	29,0	36,0	42,0	48,8	33,0	37,7	41,8
PSol/PDR	0,45	0,54	0,60	0,67	0,49	0,54	0,58
NDT	68,3	68,0	68,0	68,0	68,0	68,0	68,4
FDN	40,9	40,9	39,8	38,6	40,8	36,9	39,3
FDA	23,9	23,7	22,9	22,0	23,7	22,9	22,5
CNF	33,1	34,2	36,5	38,8	34,2	36,4	37,7
Amido	12,7	14,7	17,5	20,3	14,5	17,2	19,2
EE	2,5	2,6	2,5	2,4	2,6	2,6	2,5
MM	7,2	7,5	7,9	8,3	7,6	8,0	8,3
Ca	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
P	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,6	0,5

1 – MS = matéria seca; PB = proteína bruta; PDR/PB = % de proteína degradada no rúmen em relação à proteína bruta total; PNDR/PB = % de proteína não degradada no rúmen em relação à proteína bruta total; PSol/PB = % de proteína solúvel no rúmen em relação à proteína bruta total; PSol/PDR = relação da proteína solúvel no rúmen em relação à proteína não degradada no rúmen; NDT = nutrientes digestíveis totais; FDN = fibra em detergente neutro; FDA = fibra em detergente ácido; CNF = carboidrato não fibroso [100-(%PB-%EE-%FDN-%Cinzas)]; EE = extrato etéreo; MM = matéria mineral; Ca = cálcio; P = fósforo.

2 – Suplemento mineral, vitamínico com leveduras e lasalocida: 13,5% Ca; 5,0% P; 2,9% Mg; 4,7% K; 9,3% Na; 4,0% S; 5,3 ppm Co; 300 ppm Cu; 650 ppm Fe; 25,6 ppm I; 1.530 ppm Mn; 12 ppm Se; 2.040 ppm Zn; 165.000 UI

Vitamina A; 50.000 UI Vitamina D; 1.000 UI Vitamina E; 28 ppm Biotina; 430 ppm Lasalocida; $2,1 \times 10^{11}$ UFC Levedura. 3- Tratamentos= C= controle; 0,3U = 0,3% ureia; 0,6U = 0,6% ureia; 0,9U = 0,9% ureia; 0,OP = 0,3% OptgenII®; 0,6 OP = 0,6% OptgenII®; 0,9 OP = 0,9% OptgenII®. Fórmula estimada pelo software Spartan.

Tabela 4. Composição bromatológica da cana de açúcar, com base em matéria seca

Análise bromatológica, %	Cana de açúcar
MS	20,20
MO	96,24
PB	3,77
FDN	54,50
FDA	34,00
EE	4,40
MM	3,76
CNF	33,57

MS, % = porcentagem de matéria seca; MO = porcentagem de matéria orgânica; MM= porcentagem de matéria mineral; PB = porcentagem de proteína bruta com base na matéria seca; FDN, = porcentagem de fibra insolúvel em detergente neutro; FDA = porcentagem de fibra insolúvel em detergente ácido; EE = porcentagem de extrato etéreo; CNF = carboidratos não fibrosos, $CNF=100-(PB+FDN+EE+MM)$.

Tabela 5. Distribuição das dietas experimentais

Bloco (animal)	Período			
	I	II	III	IV
1	C	E	F	G
2	F	G	A	D
3	G	A	E	B
4	B	F	C	A
5	D	B	G	C
6	A	C	D	E
7	E	D	B	F

T= 7 tratamentos (A, B,C,D,E,F,G); P = 4 períodos (I, II, III, IV); B = 7 animais (blocos) (1,2,3,4,5,6,7,). Fonte: Adaptado de Sampaio (2007).

4.6 Coletas de sangue

Foram colhidas amostras individuais de sangue na veia ou artéria coccígea, no último dia de cada período experimental (21º dia), utilizando vacutainer com anticoagulante (EDTA). As amostras foram obtidas nos tempos imediatamente antes da alimentação (0:00 horas) e 1:00; 3:00; 5:00 e 8:00 horas após a primeira alimentação. Imediatamente após as coletas, as amostras foram centrifugadas em centrífuga a 2500 g por 10 minutos, coletando-se o sobrenadante (plasma) e transferindo-o para ependorffs (duplicata), sendo posteriormente, armazenados a -10 °C. A concentração de ureia foi determinada por método calorimétrico-enzimático por *kit* comercial (Ureia 500, Doles Reagentes e Equipamentos para laboratórios LTDA, GO).

4.7 Coletas de alimentos e análises laboratoriais

Amostras dos alimentos foram coletadas nos primeiros cinco dias de cada período experimental, onde se coletou 200 g de cana de açúcar de cada animal em cada período de arraçoamento e 100 g de cada concentrado, as sobras eram pesadas no dia seguinte e coletou-se 500 gramas por dia. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e congelada para posteriores análises no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG.

Depois do experimento, as amostras de cana e concentrado foram descongeladas, pré-secadas em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Em seguida as amostras foram moídas em moinhos estacionários com peneira de crivos de 1 mm de diâmetro para posteriores análises dos teores de matéria seca, mineral e orgânica (MS, MM, MO), proteína bruta (PB) pelo método Kjeldahl (A.O.A.C., 1990), extrato etéreo (EE) pelo método Soxlet (A.O.A.C., 1997). As análises de fibra foram realizadas de acordo com o método proposto por Van Soest et al. (1991), para fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA).

4.8 Análises estatísticas

As análises estatísticas para consumo de matéria seca (CMS% PV), consumo de proteína bruta (CPB), consumo de matéria orgânica (CMO), consumo de fibra em detergente neutro (CFDN% PV), nitrogênio uréico no plasma (mg/dL), produção e composição do leite foram executadas segundo delineamento em blocos incompletos balanceados e em esquema fatorial 2x3+1 (Sampaio, 2007) em que cada uma das sete vacas foram alimentadas com uma seqüência de quatro dos sete tratamentos experimentais. Coletou-se amostras de leite para análises de nitrogênio uréico no leite (NUL mg/dL) em todos os períodos, havendo falha para análise do mesmo para o último período o que causou perda de parcelas em todos os tratamentos deste não sendo possível realizar os cálculos estatísticos para esta variável. A análise de variância é exibida na Tabela 6.

Tabela 6: Análise de variância.

Fonte de variação	Graus de liberdade
TOTAL	27
Tratamento	6
Bloco não ajustado	6
Periodo	3
Erro	12

As médias obtidas para as variáveis dependentes foram ajustadas segundo o modelo matemático proposto:

$$Y_{ijk} = \mu + T_i + B_j + P_k + e_{ijk}, \text{ onde}$$

Y_{ijk} = observação do tratamento i, no bloco j, no período k;

μ = média geral;

T_i = efeito do tratamento i (T = 1, 2, ..., 7);

B_j = efeito do bloco j (J = 1, 2, ..., 7);

P_k = efeito do período k (P = 1, 2, 3, 4);

e_{ijk} = variação aleatória atribuída ao tratamento i, na vaca j, no período k.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Consumo de matéria seca (CMS) kg/dia e % do peso vivo, matéria orgânica (CMO) kg/dia, proteína bruta (CPB) kg/dia e consumo de fibra em detergente neutro (CFDN) kg/dia e % do peso vivo

As médias observadas para consumo de matéria seca (CMS kg/dia - Tabela 6) variaram de 18,05 a 18,70 kg/dia (CV de 14,18%). O consumo de matéria seca médio por 100 kg de peso vivo foi de 3,2% do peso vivo, permanecendo constante entre os diferentes níveis de uréia e uréia de degradação lenta.

Carmo et al. (2005) encontraram redução no CMS quando ureia convencional ou amiréia substituíram o farelo de soja utilizando cana de açúcar como volumoso único, porém estes dados não foram analisados estatisticamente uma vez que essas medidas foram feitas por grupos de animais e não individualmente como neste estudo. Plumer et al., (1971) não observaram diferença no consumo de matéria seca quando substituíram parcialmente o farelo de soja por ureia nos teores de 2 ou 3% do concentrado ou 1,1% da MS da dieta. Oliveira et al. (2001) observaram redução no CMS quando a ureia foi incluída na dieta em teores de 1,4% e 2,1%, mas observaram, que o CMS não variou no nível de inclusão de 0,7% de ureia na MS da dieta. Neste estudo a inclusão de 0,3 a 0,9% de fonte de nitrogênio não protéico, de liberação rápida ou lenta, não provocou alteração no consumo. Ao mesmo tempo, o aumento nas concentrações de fontes de NNP nos níveis de substituição de (0; 2,7; 5,2; 7,5%) da PDR total da MS (10,6; 11,1; 11,5; 12,0%) não alterou a produção de leite ($P>0,05$). A falta de significância para o CMS, CPB e CMO (Tabela 7) pode explicar a falta de significância para a produção de leite e LCG3,5%, em que os mesmos são mais facilmente alterados quando estes diminuem, em função da ingestão de nutrientes exigidas para produção.

Tabela 7- Consumo de matéria seca (CMS), de matéria orgânica (CMO), de proteína bruta (CPB) e de fibra em detergente neutro (CFDN) de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar e suplementadas por fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal.

Variáveis	Tratamentos ³								P
	C	0,3 U	0,6 U	0,9 U	0,3 OP	0,6 OP	0,9 OP	CV	
CMS, kg/dia	18,33	18,45	18,70	18,53	18,05	18,34	18,21	14,18	Ns
CMS, % PV	3,40	2,95	3,10	3,10	3,30	3,40	3,20	44,00	Ns
CMO, kg/dia	18,04	15,72	16,40	16,15	16,81	18,30	16,93	5,46	Ns
CPB, kg/dia	3,23	2,87	3,04	3,05	3,40	3,40	3,30	11,72	Ns
CFDN, kg/dia	7,80 ^a	6,00 ^a	6,30 ^a	5,80 ^a	6,70 ^a	6,90 ^a	5,00 ^b	12,00	S
CFDN, %PV	1,30	1,00	1,10	0,97	1,20	1,20	0,98	1,18	Ns
PV, kg/dia	577,0 ^a	614,15 ^a	588,30 ^a	586,30 ^a	585,20 ^a	563,40 ^b	573,50 ^a	2,50	S

Médias com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$).

3-C= controle, 0,3 U = 0,3% de ureia, 0,6 U = 0,6% de ureia, 0,9 U = 0,9% de ureia, T4= 0,3% de OptigenII®, T5= 0,6% de OptigenII®, T6= 0,9% de OptigenII®, CMS= consumo de matéria seca, CMO= consumo de matéria orgânica, CPB= consumo de proteína bruta, CFDN= consumo de FDN, PV= peso vivo.

Houve diferença ($P>0,05$) para o CFDN/kg/dia (Tabela 7), que variou de 5,00 a 7,80 kg/dia e apresentou CV de 12,00%. Apesar da não diferença ($P>0,05$) do CFDN em % do peso vivo, estes resultados estão de acordo com Mendonça et al. (2004) que trabalhou com cana de açúcar e relações volumoso:concentrado de 60:40 e 50:50. Estes autores observaram CFDN % do peso vivo para os tratamentos com cana de açúcar de 0,9% do peso vivo e atribuíram estes baixos consumos de FDN a baixa digestibilidade da FDN da cana e ao tempo de retenção no rúmen.

O CMS expresso em % do peso vivo variou de 2,95 a 3,45 do peso vivo não havendo diferença ($P>0,05$) (Tabela 7). A não diferença no CMS pode ser relacionado aos animais estarem em estágios de lactação (fisiológicos) próximos e serem de produções semelhantes, porém o baixo CMS pode

ser devido a cana de açúcar provocar maior tempo de retenção no rúmen. De acordo com a teoria quimiostática aumento das concentrações de metabólitos sanguíneos estimula receptores químicos ativando o centro da saciedade ocasionando parada na ingestão de alimentos).

Estudando o efeito do uso de ureia de liberação lenta (ureia com cloreto de cálcio) substituindo parcialmente o farelo de soja (0,61% da MS) para vacas leiteiras, Golombesk et al. (2006) observaram redução no consumo de matéria seca de 21,3 kg/dia para 19,9 kg/dia. Oliveira et al. (2001) mostraram que há relação negativa entre CMS e níveis de NNP na MS da dieta. Segundo os autores, essa relação negativa foi consequência da baixa palatabilidade da ureia e/ou dos seus efeitos fisiológicos, pois o aumento do nível de NNP da dieta eleva a concentração de amônia no rúmen. Os mecanismos de depressão de consumo não são bem compreendidos. Os dados de Huber et al., (1981) mostram que vacas que consomem quantidades de ureia de até 300 g/animal/dia reduziram o consumo de matéria seca devido a baixa palatabilidade da mesma. Wilson et al, (1975) verificaram redução no consumo de matéria seca em vacas alimentadas com 425 a 450 g de ureia/animal/dia. A tolerância à amônia varia grandemente de órgão para órgão, sendo as concentrações toleradas pelo cérebro muito mais baixas comparadas àquelas toleradas pelos tecidos de sistema porta de circulação.

Não foi observada diferença ($P>0,05$) para os consumos de matéria orgânica e proteína bruta (Tabela 7), que variaram de 15,72 a 18,30 kg/dia e de 2,87 kg/dia a 3,40 kg/dia, respectivamente. Mesmo a adição de fontes de NNP de diferentes degradabilidades nas dietas não alterou o consumo de PB, uma vez que todas as dietas experimentais variaram de 15,60 à 18,80% de proteína bruta e não diferiram no consumo de matéria seca ($P>0,05$). Segundo Valadares et al, (1999), 35% de carboidratos não-fibrosos (CNF) na dieta correspondem ao nível ótimo para utilização do NNP em dietas para vacas leiteiras contendo como volumoso único a silagem de alfafa. O teor de CNF das dietas experimentais variaram de 33,1 a 38,8%, próximos ao valor ótimo sugerido por Valadares et al.(1999).

5.2. Produção de leite

A produção de leite e de leite corrigida para 3,5% de gordura (LCG 3,5%) variaram de 22,23 a 25,58 kg/dia e de 19,90 ou 21,60 kg/dia, respectivamente (Tabela 8). Para essas duas variáveis, não foi observada diferença para os tratamentos ($P>0,05$), sendo o coeficiente de variação de 11,10% e 9,4%, respectivamente. Logo, a substituição parcial das fontes de nitrogênio protéico por fontes de nitrogênio não-protéico de diferentes degradabilidades não afetou a produção de leite. Esta falta de significância para produção de leite (kg/d) e LCG3,5% pode ser devido a não diferença ($P<0,05$) no CMS.

Como não houve diferença ($P<0,05$) para o CMS, a não significância para a produção de leite e LCG 3,5% pode estar relacionada ao igual CMS que também não houve diferença ($P>0,05$) o que pode ser explicado pelos animais (blocos) estarem em estágios fisiológicos próximos, como exige o delineamento utilizado.

Imaizumi et al. (2003) trabalhando com animais de produção de 19,0 kg/dia e Cararetto (2007) que trabalhou com animais de produção de 19,0 a 20,0 kg/dia. Por sua vez, Broderick et al. (2009), quando trabalharam com vacas de alta produção (40,0 kg/dia leite) encontraram redução linear na produção de leite e LCG 3,5% para os níveis de substituição crescente com ureia: 0; 1,2; 2,4 e 3,7% da PDR na matéria seca da dieta.

Para vacas com produções superiores a 30 kg/dia de leite, torna-se mais restrito a utilização de ureia nas dietas quando a fonte de proteína verdadeira utilizada é farelo de algodão ou farelo de soja (NRC, 2001), pois estas fontes são pobres em proteína não degradada no rúmen (PNDR). Para suprir as exigências de proteína metabolizável para vacas de alta produção, o nível de inclusão destes suplementos (farelo de algodão ou farelo de soja) devem ser mais elevados. Porém a inclusão de fontes protéicas de baixa degradabilidade ruminal pode aumentar a eficiência de utilização da ureia para este tipo de animal.

Carmo et al. (2005), estudando a substituição do farelo de soja por ureia (2% da MS) em vacas alimentadas com silagem de capim elefante, concluíram que a inclusão de ureia para vacas em terço final de lactação não afeta a produção de leite nem o CMS e que os trabalhos que mostram efeitos negativos da ureia são para animais em início de lactação, o que não ocorreu no presente estudo, ou para vacas produzindo acima de 30 kg/leite/dia, segundo Broderick et al. (2009).

Filgueiras Neto et al., (2009) utilizando cana de açúcar como volumoso único não observaram diferença ($P=0,496$) para produção de leite, LCG3,5% ($P=0,375$).

Lima et al. (2004) observaram aumentos crescentes na produção de leite, de 13,7, com a menor dose de concentrado (2 kg/vaca/dia), para 18,8 kg/vaca/dia, na maior dose de concentrado (8 kg/vaca/dia). Esses resultados vieram acompanhados de um maior CMS total e de CMS de cana de açúcar, e uma menor eficiência alimentar com o aumento da dose de concentrado.

Costa et al. (2004) trabalharam com diferentes relações de volumoso:concentrado, (silagem de milho e a cana de açúcar). Para as rações com cana foram utilizadas três proporções de volumoso:concentrado (60:40; 50:50 e 40:60). A silagem de milho foi superior à cana de açúcar quando ambas foram fornecidas com a mesma proporção volumoso:concentrado. O melhor desempenho com cana de açúcar foi o da ração com a menor proporção de volumoso (40:60), que foi similar ao desempenho com silagem de milho (60:40).

Tabela- 8 Produção e composição do leite para gordura, proteína, lactose, sólidos e extrato seco desengordurado de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar e suplementadas por fontes de nitrogênio não protéico de diferentes degradabilidades ruminal

<i>Variáveis</i>	Tratamentos							CV	P
	C	0,3 U	0,6 U	0,9 U	0,3 OP	0,6 OP	0,9 OP		
Leite, kg/d	23,40	24,46	24,17	22,23	24,89	25,58	24,67	11,10	ns
LCG 3,5%	20,10	20,10	20,20	19,90	21,10	21,60	20,90	9,40	ns
Gordura, %	3,18	2,92	2,95	3,40	3,09	3,07	3,06	5,56	ns
Gordura kg	0,75	0,76	0,72	0,75	0,78	0,78	0,77	11,15	ns
Proteína, %	2,94 ^{ab}	2,83 ^{ab}	2,70 ^b	3,11 ^a	3,02 ^a	2,84 ^{ab}	3,03 ^a	1,08	S
Proteína kg	0,72	0,69	0,63	0,63	0,75	0,73	0,77	16,20	ns
Lactose, %	4,43	4,39	4,45	4,39	4,47	4,42	4,43	2,21	ns
Lactose kg	1,00	1,10	1,05	1,00	1,10	1,10	1,10	11,80	ns
ST, %	11,13	11,09	11,61	11,17	11,16	11,29	11,13	2,07	ns
ST, kg	2,70	2,70	2,70	2,60	2,80	2,90	2,80	11,60	ns
ESD, %	8,23	8,22	8,03	8,31	8,23	8,30	8,21	2,77	ns
ESD, kg	1,90	1,98	1,95	1,90	2,00	2,10	2,10	10,90	ns

Médias seguidas de mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey (p>0,05).

CV: coeficiente de variação. P: probabilidade. LCG: leite corrigido para 3,5% de gordura; ST: sólidos totais; ESD: extrato seco desengordurado.

C= controle, 0,3 U = 0,3% de ureia, 0,6 U = 0,6% de ureia, 0,9 U = 0,9% de ureia, T4= 0,3% de OptigenII®, T5= 0,6% de OptigenII®, T6= 0,9% de OptigenII®.

Já Silva et al. (2001), em experimento conduzido com vacas em início da lactação alimentadas com silagem de milho, compararam concentrações dietéticas crescentes de ureia (0; 0,7; 1,4 e 2,1% da MS) ao substituir o farelo de soja. Estes autores encontraram efeito quadrático sobre a produção de leite, sendo os valores máximos observados quando da concentração de 0,7% de ureia na MS da dieta. Semelhantemente, Oliveira et al. (2001) encontrou efeito linear negativo na produção de leite (20,11; 19,31; 18,57 e 17,50 kg leite/dia) com níveis crescentes de ureia (0; 0,7; 1,4 e 2,1%) na matéria seca da dieta.

Imaizumi et al. (2006) avaliaram o efeito da substituição parcial do farelo de soja por ureia ao nível de inclusão de 1% na matéria seca da dieta. Verificaram que o consumo de matéria seca (19,8 x 18,1 kg/MS/dia, $P < 0,05$) e a produção de leite foi menor (31,1 x 31,0 kg de leite/dia, $P < 0,05$) para as vacas alimentadas com ureia.

Galo et al. (2003) estudaram o efeito da ureia de liberação lenta (OptigenII®) substituindo parcialmente fontes de proteína verdadeira ou ureia convencional em dietas de vacas leiteiras de alta produção (35 kg/dia leite). Os autores testaram três dietas, sendo duas com 18% de proteína bruta com ou sem adição de 0,77% de ureia de liberação lenta na MS e outra com 16% de proteína bruta com 0,77% de ureia de liberação lenta na MS. Não encontraram diferença no consumo de matéria seca entre os tratamentos, porém a produção de leite foi maior no tratamento com 18% de proteína bruta sem ureia de liberação lenta (35,6 kg por dia).

Filgueiras Neto et al. (2009) não encontraram diferenças ($P > 0,05$) para a produção de leite em vacas mestiças Holandês x Zebu utilizando cana de açúcar como volumoso único. Os tratamentos foram fontes protéicas, sendo o controle a base de farelo de soja (1,85 kg PB) e os outros dois tratamentos fontes de NNP: ureia de liberação controlada e ureia convencional (ambas na proporção de 1,45 kg PB oriundo do farelo de soja e 0,40 kg da fonte de NNP). Estes mesmos autores mostraram que o tratamento com ureia de liberação controlada apresentou produção de leite corrigida para 3,5% de gordura de 27,4 kg de leite por dia sendo este valor 3,8% numericamente maior que o tratamento controle (26,4 kg de leite por dia) e 4% maior que os 26,3 kg por dia do tratamento com ureia convencional.

Percebe-se haver uma certa disparidade para os resultados da utilização de ureia de liberação lenta para a variável produção de leite. Alguns autores trabalharam com animais de diferentes estádios de lactação, potencial de produção e sistemas de produção. Outro ponto importante a ser observado é o tipo de volumoso utilizado. A cana de açúcar, por exemplo, foi mencionada em vários trabalhos, obtendo-se redução no CMS e, conseqüentemente, na produção de leite em virtude da baixa digestibilidade de sua FDN (20%).

Quanto ao uso de ureia de liberação lenta, os dados ainda são escassos sobre seus efeitos na alimentação de vacas leiteiras. A maior parte dos trabalhos publicados está relacionada com parâmetros ruminais e poucos relacionados com desempenho animal (Mathison et al., 1994; Loest et al., 2001; Akay, 2004).

5.3. Percentagem e produção de gordura

O teor e produção de gordura do leite variaram entre 2,92 a 3,40 % e 0,72 a 0,78 kg/dia, respectivamente (Tabela 8), mas não foram diferentes entre os tratamentos ($P > 0,05$). A substituição das fontes de proteína verdadeira na dieta por fontes de nitrogênio não protéico não afetou a concentração e a produção de gordura, mostrando que a função ruminal não afetou a produção de precursores da gordura do leite, apesar da baixa digestibilidade da FDN da única fonte de volumoso da dieta.

Carmo et al. (2005) trabalhando com vacas de produção ao redor de 19,0 kg de leite por dia alimentadas com silagem de capim e substituindo 62% do farelo de soja por ureia (2% da MS) verificaram aumento no teor de gordura do leite (3,8% x 3,45%). Aquino et al. (2007) trabalhando com vacas com produções similares as do presente estudo e também alimentadas com cana de açúcar, não

observaram variação no teor de gordura do leite (3,12%; 2,97% e 3,17%) sendo também semelhantes também aos encontrados neste estudo.

Santos et al. (1998a) em 22 das 23 comparações compiladas, verificaram que a substituição parcial do farelo de soja por ureia não afetou o teor de gordura do leite em vacas produzindo de 29 a 42 kg de leite por dia.

5.4. Percentagem e produção de proteína

O teor e produção de proteína do leite variou de 2,70 a 3,11 e 0,630 a 0,770 kg/dia com CV de 1,08% e 16,2% respectivamente (Tabela 7). Para o teor de proteína bruta do leite houve diferença ($P > 0,05$). O nível de inclusão de 0,9% de ureia resultou em maior teor de proteína do leite (3,11%) em relação ao 0,6 U, o que pode ser explicado pela maior disponibilidade de nitrogênio que substituiu 7,5% da PDR total neste tratamento acompanhado por teor mais elevado de CNF (38,8%). De maneira geral foi inferior a 3,2%, o que mostra menor eficiência de produção de proteína microbiana no rúmen e subsequente suprimento de aminoácidos no intestino. A eficiência do uso da proteína bruta da dieta para conversão em proteína do leite variou de 20 a 25%, valor este, inferior aos 33% na literatura. Apesar do grupo experimental 0,9 OP ter sido de mais alto teor de proteína no leite, este teor ainda está abaixo do valor médio 3,2% que se utiliza para pagamento por qualidade do leite. Segundo Brito e Broderick et al., (2007), nesta dieta pode ter havido maior equilíbrio do perfil de aminoácidos formados pela produção de proteína microbiana, principalmente os mais limitantes (Lisina e Metionina) o que pode ajudar a diminuir a excreção de N e assim não comprometendo a produção de leite e proteína do mesmo. Porém, Broderick et al. (2009) trabalhando com vacas de alta produção (40,0 kg de leite), mostram que a substituição da PDR do farelo de soja pela PDR da ureia convencional diminuiu a produção e os demais componentes do leite, o que pode causar redução na produção de proteína microbiana no rúmen e que quando utiliza-se fontes de NNP como fontes de PDR a mesma não é tão eficiente como as fontes de proteína verdadeira para otimizar a produção de proteína microbiana.

A síntese de proteína do leite na glândula mamária pode ser afetada por vários fatores, dentre eles, o suprimento de energia e principalmente o suprimento adequado de aminoácidos limitantes, como lisina e metionina. Em dietas deficientes em PDR pode-se aumentar a síntese de proteína microbiana com a inclusão de ureia, aumentando também o aporte de proteína metabolizável para o intestino. Por outro lado, em rações balanceadas adequadamente em PDR e deficientes em proteína metabolizável, o fornecimento de fontes de proteína verdadeira é quem poderá suprir a quantidade de proteína metabolizável para o intestino (NRC, 2001).

5.5. Percentagem e produção de lactose, de sólidos totais (ST) e de extrato seco desengordurado (ESD)

No presente estudo o teor e produção de lactose do leite (Tabela 8) variou de 4,47 a 4,39% e 1,00 a 1,10 kg/dia com CV de 2,21% e 11,8% respectivamente. Broderick et al. (2009) trabalhando com vacas de alta produção (40,0 kg de leite) e dieta com 16,1% de proteína bruta e 10,5% de PDR com níveis de ureia de 0; 1,2; 2,4 e 3,7% na matéria seca da dieta detectaram redução linear no teor de lactose do leite.

Os valores médios para percentagem e produção de sólidos totais, percentagem e produção de extrato seco desengordurado variaram de 11,29% a 11,09% e 2,90 a 2,7 kg/dia para sólidos totais e 8,03% a 8,31% e 1,90 a 2,10 kg/dia para extrato seco desengordurado. Esses componentes do leite não foram diferentes para os diferentes tratamentos ($P > 0,05$). Várias outras pesquisas utilizando NNP na dieta não encontraram diferença estatística ($P > 0,05$) para os teores de sólidos totais do e extrato seco desengordurado do leite (Brito e Broderick., 2001; Imaizumi et al., 2003; Carmo et al., 2005; Golombesk et al., 2006; Aquino et al., 2007).

5.6. Nitrogênio uréico no plasma

Os valores médios para nitrogênio uréico no plasma (NUP, mg/dL) são apresentados na (Tabela 9). Não houve diferença mínima significativa ($P>0,05$) para os níveis séricos de NUP que variaram de 12,40 a 17,70 mg/dL antes da primeira alimentação (tempo zero; CV= 15,34%), de 16,70 a 19,50 mg/dL no tempo três horas (CV= 12,90%) e de 14,10 a 18,60 mg/dL no tempo de oito horas após a primeira alimentação (CV= 17,72%).

Tabela 9- Nitrogênio uréico no plasma (NUP mg/dL) em diferentes tempos de coleta

Coleta, horas	Tratamento							CV	P
	C	0,3 U	0,6 U	0,9 U	0,3 OP	0,6 OP	0,9 OP		
0	17,7	13,5	14,5	15,1	13,6	12,4	14,8	15,34	ns
1	17,1	15,1	16,4	15,0	15,6	16,9	14,6	20,40	ns
3	18,6	16,8	19,5	19,2	16,7	16,9	18,9	12,90	ns
5	15,5	14,4	20,6	18,5	15,8	15,9	16,5	14,74	ns
8	15,5	14,3	18,6	17,3	15,1	14,1	16,9	17,72	ns

Médias seguidas sem letras na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p>0,05$). C= controle, 0,3 U = 0,3% de ureia; 0,6 U = 0,6% de ureia; 0,9 U = 0,9% de ureia; 0,3OP= 0,3% de OptigenII®, 0,6OP= 0,6% de OptigenII®, 0,9OP= 0,9% de OptigenII®.

Estes resultados estão de acordo com Claypool et al. (1980) e Howard et al. (1987), que observaram maiores valores de NUP com o fornecimento de proteínas de alta degradabilidade e com o alto consumo de proteína bruta proveniente da dieta. Os autores encontraram níveis séricos de 7,5; 10,9 e 17,9 mg/dL quando os níveis de proteína da dieta foram 12,7; 16,3 e 19,3%, respectivamente, e enfatizaram que o NUP é estritamente associado com a ingestão de nitrogênio dietético. Como pode ser observado na tabela 7, o consumo de proteína bruta entre os tratamentos não diferiu ($P>0,05$) para os valores de NUP entre os tratamentos experimentais, independente da fonte de nitrogênio não protéico. Na coleta de três horas após a alimentação (tempo em que os níveis de NUP estão mais elevados), o níveis de NUP variaram de 16,7 a 19,5 mg/dL, concentrações estas que acima dos padrões de normalidade estabelecidos (14-16 mg/dL). Para o tratamento 0,9 U provavelmente pelo maior nível de substituição da fonte de PDR verdadeira por NNP ao nível de 7,5% do total de 12,0% de PDR total deste tratamento, indica perda de nitrogênio dietético. Como os animais foram alimentados duas vezes ao dia com intervalo de oito horas, seria importante dividir dietas com este teor de uréia em três pelo menos, pois neste momento (3 horas após o primeiro arraçoamento) em que o NUP se encontra mais elevado (19,2 mg/dL) poderia ocorrer sincronização da utilização de nitrogênio e CNF reduzindo assim este desperdício.

Os valores médios de NUP encontrados para as dietas experimentais foram semelhantes àqueles encontrados pela literatura, que mencionou variação de NUP entre 14,9 a 21,0 mg/dL (Ferguson et al., 1993; Butler et al., 1996; Larson et al., 1997; Rajala-Schultz et al., 2001), indicando perda de nitrogênio dietético. Os valores de NUP estão altamente correlacionados com aqueles de nitrogênio amoniacal no fluido ruminal e com aos teores de nitrogênio uréico no leite (NUL) (Hammond, 1997). Pesquisadores mencionaram as altas correlações (r) entre os teores de NUP e NUL, variando de 0,88 até 0,96 (Claypool et al., 1980; Howard et al., 1987; Baker et al., 1995).

Numericamente, as maiores médias de NUP localizaram-se entre os tempos três e cinco horas após alimentação. De acordo com Howard et al. (1987), as mais altas concentrações de NUP

desse momento são, provavelmente, devido a alta taxa de degradação dos concentrados, concluindo que é nesse tempo onde as concentrações de nitrogênio amoniacal estão mais elevadas.

6. Custos das dietas experimentais em relação a produção de leite

Houve redução nos custos com o aumento de inclusão de uréia na dieta para os níveis de 0,3U; 0,6 U e 0,9 U respectivamente (Tabela 10).

Tabela 10. Custos das dietas experimentais

Ingredientes	R\$/Trtamentos ³						
	C	0,3 U	0,6 U	0,9 U	0,3 OP	0,6 OP	0,9 OP
Cana de açúcar	1,77	1,61	1,63	1,57	1,60	1,82	1,78
Algodão, torta	0,64	0,65	0,47	0,29	0,64	0,37	0,40
Milho, fubá	0,59	0,76	0,98	1,20	0,74	0,95	1,11
Soja, farelo	2,53	2,10	1,87	1,62	2,15	1,96	2,85
Uréia	-	0,15	0,30	0,45	-	-	-
OptigenII®	-	-	-	-	0,37	0,74	1,11
Soy núcleo2	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98	0,98
Calcáreo calcítico	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035	0,035
Total	6,51	6,25	6,23	6,10	6,48	6,82	8,23

C= controle, 0,3 U = 0,3% de ureia; 0,6 U = 0,6% de ureia; 0,9 U = 0,9% de ureia; 0,3OP= 0,3% de OptigenII®, 0,6OP= 0,6% de OptigenII®, 0,9OP= 0,9% de OptigenII®.

Embora o tratamento 0,9 U (tabela 10) apresentou maior teor de proteína no leite (3,11%), a produção de proteína em kg (0,63 kg/dia) foi inferior aos demais exceto ao nível de inclusão do tratamento 0,6 U que proporcionou a mesma produção (0,63 kg/dia). Comparando os resultados em relação ao pagamento do litro de leite em junho de 2010 os custos com as dietas apresentaram valores variando de 33,6% a 36,6% considerando pagamento pelo leite de R\$ 0,758/litro. Os menores valores estiveram para os tratamentos 0,3 U e 0,6 U respectivamente. Porém quando o leite é pago ao produtor por volume e produção de proteína em kg, os tratamentos 0,3 OP e 0,6 OP foram os de melhores resultados (0,75 e 0,73 kg/proteína/dia) devido ao maior volume de leite produzido para estes tratamentos, porém quando se paga somente por volume de leite produzido (leite kg/dia) os tratamentos 0,3 U e 0,6 U mostraram-se mais econômicos que os demais, provavelmente pela menor inclusão da fonte de proteína verdadeira de maior custo (farelo de soja).

7. CONCLUSÕES

Para vacas leiteiras com produções diárias de leite de 25,0 kg por dia em dietas a base de cana de açúcar pode-se utilizar diferentes fontes de nitrogênio não protéico, de liberação controlada ou não, pois os mesmos não alteram a produção de leite e composição do leite.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2005 – *Anuário da agricultura brasileira*. FNP Consultoria e Comércio, São Paulo, 2005, 359 p.

AKAY, V.; TIKOFISKY, J.; HOLTZ, C. and DAWSON, K.A. Optigen®1200: *Controlled release of non-protein nitrogen in the rumen*. Proceedings of the 20th Alltech Symposium, p. 179-185, 2004.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JR. E.; POSSENTI, R.A. et al. *Seleção de 39 variedades de cana de açúcar para a alimentação animal*. R. B. Zootec, v. 40, n. 4, 2003.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS- AOAC. Official methods of analysis. 15^a ed. Washington D.C., 1990. 1141 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS -AOAC. :edited Ig W. Horwitz 16^a ed. Washington, 1997. p. 850.

AQUINO, A.A.; JUNIOR PEIXOTO, K.C.; GIGANTE, M.L.; RENNÓ, F.P.; PRADA e SILVA, L.F.; SANTOS, M.V. Efeitos de níveis crescentes de ureia na dieta de vacas leiteiras sobre a composição e rendimento da fabricação de queijos minas frescal. BRAZILIAN JOURNAL VETARINÁRIA. RESEARCH ANIMAL SCIENCE., São Paulo, v. 46, n. 4, p. 273-279, 2009.

BACH, A.; CALSAMIGLIA, S.; STERN, M.D. Nitrogen metabolism in the rumen. *J. D. Sci.*, v.88, E.Suplement., 2005.

BACH, A.; HUNTINGTON, G.B.; CALSAMIGLIA, S. *Nitrogen metabolism of early lactation cows fed diets with two different levels of protein and different amino acid profiles*. *J.D.Sci.*, v.83, p.2585-2595, 2000.

BARTLEY, E.E; DEYOE, C.W. *Starea as a protein replacer for ruminants: Review of 10 years of research*. *Feedstuffs*, Minnetonka, v.47, n.30, p. 42-44, 1975.

BAUMGARD, L.H; SANGSTER, J.K; BAUMAN, D.E; *Milk fat synthesis in dairy cows is progressively reduced by increasing supplemental amounts of trans-10, cis-12 conjugated linoléico acid (CLA)*. *The Journal of Nutrition*, Bethesda, v.131, p. 1764-1769, 2001.

BENINTENDI, R.P.; CARDOSO, V.L.; FREITAS, M.A.R. Cana de açúcar acrescida de suplementos como volumoso para vacas mestiças em lactação. *Boletim da Indústria Animal*, v. 44, n. 2, p. 221-228, 1987.

BIONDI, P.; CAIELLI, E.L.; FREITAS, E.A.N; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L. Substituição parcial e total da silagem de milho por cana de açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. *Boletim da Indústria Animal*, v. 35, n. 1, p. 45-55, 1978.

- BRITO, A.F; BRODERICK, G.A. *Effects of different protein supplements on milk production and nutrient utilization in lactating dairy cows. J.D.Sci*, Albany, v.90, n.4, p.1816-1827, 2007.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical of animal and nutrition influencing concentrations of milk urea nitrogen. *J.D.Sci*, Albany, v.80, p.2964-2971, 1997.
- BRODERICK, G.A.; REYNAL, S.M. *Effect of source of rumen-degraded protein on production and ruminal metabolism in lactating dairy cows. J.D.Sci*, v.92, p.2822-2834, 2009.
- BRODERICK, G.A.; CRAIG, W.M.; RICKER, D.B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silages. *J.D.Sci*, v.76, p.2266-2274, 1993.
- BUTLER, W.R; CALAMAN, J.J; BEAN, S.W. *Plasma and Milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. J.A.Sci*, v.74, n. 4, p.858-865, 1996
- CARARETO, R. *Uso de ureia de liberação lenta para vacas alimentadas com silagem de milho ou pastagem de capim Elefante manejados com intervalos fixos ou variáveis de desfolhas*. (Dissertação de Mestrado) Ciência Animal e Pastagens. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo, 2007
- CARMO, C.A. *Substituição do farelo de soja por ureia ou amiréia em dietas para vacas leiteiras em final de lactação*. (Dissertação de Mestrado) Ciência Animal e Pastagens. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz. Piracicaba, São Paulo, 2001.
- CARMO, C.A; SANTOS, F.A.P; IMAIZUMI, H; PIRES, A.V; SCOTON, R.A: *Substituição do farelo de soja por uréia ou amiréia para vacas em final de lactação. Act. Sci.* V.27, n.2, p.277-286, 2005.
- CASTILLO, A.R.; KEBREAB, E.; BEEVER, D.E. *The effect of protein supplementation on nitrogen utilization in lactating dairy cows feed grass silage diets. J.D.Sci*, v.79, p.247-253, 2001.
- CHALLUPA,W; BAILE,C.A; McLAUGHLIN, C.L; BRAND, J.G.*Effect of introduction of urea on feeding behavior of Holstein Heifers. J.D.Sci*, v.62, p.1278-1284, 1979
- CLAYPOOL, D.W; PANGBORN, M.C; ADAMS, H.P: *Effect of dietary protein on high-producing dairy cows in early lactation. J.D.Sci*, v.63, p.833-837, 1980.
- COELHO DA SILVA, J.F; LEÃO, M.I. Fundamentos de nutrição dos ruminantes. Piracicaba: Editora Livroceres, 1979.
- COLMENERO, J.J.O.; BRODERICK, G.A.; *Effect of dietary crude protein concentration on milk production and nitrogen utilization on lactating dairy cows. J.D.Sci*, v.89, p.1704-1712, 2006.
- CORREA, C.E.S; PEREIRA, M.N; OLIVEIRA, S.G. et al. *Performance of holstein cows fed sugarcane or corn silages of different grains textures. Sci Agr.* V. 60, n.4, p. 621-629, 2003.
- COSTA, M.G; CAMPOS,J.M.S; VALADARES FILHO, S. C; VALADARES, R. F. D; MENDONÇA, S. S; SOUZA, D. P; TEIXEIRA, M. P. *Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana de açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. R. Bras. Zoot.* V.34, n. 6, p. 2437-2445, 2005.

CRUZ, M.C.S.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; dos SANTOS, D.C.; CORDEIRO, M.I.S. *Balanço de nitrogênio e estimativas de perdas endógenas em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo palma forrageira e teores crescentes de ureia e mandioca*. *A. Sci.*, v. 28, n.1, p. 47-56, 2006.

FILGUEIRAS NETO, G; REIS, R.B; SOUSA, B.M; BICALHO, A.F; OLIVEIRA, J.P.P; FROTA, H.N; OLIVEIRA, M.A. Efeito da substituição parcial do farelo de soja por ureia de liberação controlada ou não na composição do leite de vacas de alta produção alimentadas com dietas à base de cana de açúcar. In: Anais da 46 reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR, UEM, 2009

FILGUEIRAS NETO, G; REIS, R.B; SOUSA, B.M; BICALHO, A.F; OLIVEIRA, J.P.P; MELO, E.F; REIS, L.P. Efeito da substituição parcial do farelo de soja por ureia de liberação controlada ou não no consumo e produção de leite para vacas em lactação alimentadas com dieta baseada em cana de açúcar. In: Anais da 46 reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, Maringá, PR, UEM, 2009.

FONSECA, L.F.L; SANTOS, M.V. Qualidade do leite e controle de mastite. São Paulo. Lemos editorial, 2000, 176 p.

FORBES, J.M; FRANCE, J. Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism. Oxon: Cab International, 1993. 515 p.

FRANÇA, A.F.S.; MELLO, S.Q.S.; ROSA, B. et al. Avaliação do potencial produtivo e características químicas de variedades de cana de açúcar (*Saccharum sp*) sob irrigação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, MS, Anais... Campo Grande: SBZ [2004] CD-ROM.

GALAN, V.B; NUSSIO, L.G. Nvos custos para cana de açúcar. (Ed) *Boletim do leite*. Pircicaba : CEPEA/FEALQ, n. 74, 2000.

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

GAYNOR, P.J. *Milk fat yield and composition during abomasal infusion of cis or trans octadecenoates in Holstein cows*. *J.D.Sci* , v.77, p.157-165,1994.

GOGLOMBESKI, G.L; KALSCHUR, K.F; HIPPEN, A.R; SCHINGOETHE, D.J. *Slow-release urea and highly fermentable sugars in diets fed to lactating dairy cows*. *J.D.Sci* , Albany, v.89, n.11, p.4295-4300, 2006.

HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Feed processing. V. *Effect of an expansion-processed mixture of grain and urea (Starea) on nitrogen utilization in vitro*. *J.D.Sci* , v.53, p.331-335,1970a.

HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E.; DEYOE, C.W. Feed processing. VI. *Comparison of starea, urea, and soybean meal as protein sources for lactating dairy cows*. *J.D.Sci* , v.53, n. 7, p.883-887,1970b.

HELMER, L.G.; BARTLEY, E.E: *Progress in the utilization of urea as a proteina replacer for ruminants*. A review. *J.D.Sci* , v.54, n.1, p.25-51,1971.

HOWARD, H.J; AALETH, E.P; ADAMS, G.D; BUSH, L.J: *Influence of dietary protein on reproductive performance of dairy cows. J.D.Sci* , v.70, p.1563-1571,1987.

HUBER, J.T.; SANDY, R.A.; POLAN, C.E. *Varying levels of urea for dairy cows fed corn silage as the only forage. J.D.Sci* , v.50, p.1241-1247, 1967.

INOSTROZA, J.F; SHAVER, R.D; CABRERA, V.E; TRICÁRICO, J.M: *Effects 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. Department of Dairy Science , University of Wisconsin, Madison*, p. 175-180, 2010.

IMAIZUMI, H; SANTOS, F.A.P; PIRES, A.V; NUSSIO, C.M.B; BARNABE, E.C; JUCHEM, S.O. *Avaliação de diferentes fontes e teores de proteína na dieta sobre o desempenho, fermentação ruminal e parâmetros sanguíneos de vacas da raça Holandesa em final de lactação. A. Sci.*, Maringá, v.25, n.4, p. 1031-1037, 2003.

IMAIZUMI, H; SANTOS, F.A.P; JUCHEM, S.O. *Fontes protéicas e amido de diferentes degradabilidades ruminais para alimentar vacas leiteiras. Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.41, p. 1413-1420, 2006.

KITESSA, S; FLINN, P.C; IRISH, G.G. Comparison of methods used to predict the in vivo digestibility of feeds in ruminants. *Australian Journal of Agricultural Research*, v. 50, n. 5, p. 825-841, 1999.

LANDELL, M. G. A.; CAMPANA, M. P.; RODRIGUES, A. A.; CRUZ, G. M.; et al. A variedade IAC86-2480 como nova opção cana de açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. *Boletim Técnico IAC n°193 – Série Tecnologia APTA. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas/SP*, 2002. 39 p.

LARSON, S.F; BUTLER, W.R; CURRIE, W.B. *Reduced fertility associated with low progesterone postbreeding and increase milk urea nitrogen in lactating cows. J.D.Sci* , v.80, n. 7, p.1288-1295, 1997.

LENG, R.A; PRESTON, T.R. Sugar cane for cattle production: Present constraints, perspectives and research priorities. *T. A. Prod.* v.1, p. 1-22, 1976.

LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Cana de açúcar na alimentação de bovinos leiteiros. In: PEIXOTO, A. C.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P., eds., *Cana de açúcar e seus subprodutos para bovinos. Anais do 5º Simpósio sobre Nutrição de Bovinos. Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, Piracicaba/SP*, 1993. p.77-106.

LIMA, M. L. P.; SILVA, D. N.; NOGUEIRA, J. R.; LANDELL, M. G. A. Produção de leite e consumo de matéria seca de vacas alimentadas com cana de açúcar forrageira IAC86-2480. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, Campo Grande, MS, Anais... Campo Grande: SBZ [2004] CD-ROM.

LOEST, C.A; TITGEMEYER, E.C; DROUILLARD, J.S; LAMBERT, B.D; TRATER, A.M. Urea and biuret as nonprotein nitrogen sources in cooked molasses blocks for steers fed prairie hay. *A.I F. Sci. and Technology*, Amsterdam, v. 94, p. 115-126, 2001.

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

- MAGALHÃES, A.L.R. *Cana de açúcar (*Sacharum officinarum*, L) em substituição a silagem de milho (*Zea mays*) em dietas para vacas em lactação*. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 62p. Dissertação (Mestrado em zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, 2001.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. *Cana de açúcar em substituição à silagem de milho em rações para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica*. *R. B. Zootec.*, v. 33, n. 5, 2004.
- MAIA, R.L.A.; TEIXEIRA, J.C.; PÉREZ, J.R.O. Avaliação da qualidade da amiréria (produto da extrusão amido-ureia) através do método de estimativa da produção de proteína microbiana “in vitro”. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Brasília, 1992. *Anais...* Brasília: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1987. p. 356.
- MATHISON, G.W; SOOFI, S.R; WORSLEY, M. *The potential of isobutyraldehyde monourea (propanal, 2-methyl-monourea) as a nonprotein nitrogen source for ruminant animals*. *Canadian J. Animl Sci.*, Ottawa, v.74, p. 665-674, 1994.
- 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 a base de cana de açúcar*. *R. B. de Zootec.* V.33, n. 2, p. 481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. *Regulation of forage intake*. In: Fahey Jr, G.C. (Ed) *Forage quality, evaluation and utilization*. Madison: American Society of Agronomy. P. 450-493, 1994.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients requirements of beef cattle*. 7.ed. Washington: National academy Press., 1996. 242 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Ruminant nitrogen usage*. 7.ed. Washington: National academy Press., 2001. 408 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrients requirements of dairy cattle*. 7.ed. Washington: National Academy Science., 2001. 408 p.
- NAUFEL, F.; GOLDMAN, E.F.; GUARAGNA, R.N. Estudo comparativo entre a cana de açúcar e silagens de milho, sorgo e capim Napier na alimentação de vacas leiteiras. *Boletim da Indústria Animal*, v. 26, p 9-22, 1969.
- NOCEK, J.E.; RUSSEL, J.B. *Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production*. *J.D.Sci* , Savoy, v.71, n. 8, p. 2070-2107, 1988.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; LUCCI, C.S.; ROCHA, G.L.; MELOTTI, L. Substituição parcial da silagem de milho por cana de açúcar como únicos volumosos para vacas em lactação. *Boletim da Indústria Animal*, v. 24, n. 1, p. 67 – 77, 1986.
- NUSSIO, L.G. Cana. Depois de se impor em pequenos confinamentos, ela começa a atrair os grandes. Para isso tem de vencer o desafio da ensilagem. *Revista DBO Rural*, n. 6, p. 104-112, 2003.

OLIVEIRA, M.D.S. Cana de açúcar na alimentação de bovinos. Jaboticabal, Universidade Estadual Paulista, 1999. 128 p.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES, S.C. *Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite em vacas alimentadas com quatro níveis de compostos nitrogenados não protéicos*. R. B. Zootec.. V. 30, n. 4, p. 1358-1366, 2001.

PAIVA, J.A.J; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M. et al. *Cana de açúcar associada à ureia/sulfato de amônia como alimento volumoso exclusivo para vacas em lactação*. R. B. Zootec , v. 20, n. 1, p. 90-99, 1991.

PIRES, A.V; SIMAS, J.M.C; ROCHA, M.H.M: Efeito da substituição da silagem de milho pela cana de açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas holandesas. Im: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36, 1999, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1999. CD-ROM.

PLUMER, J.R.;MILES, J.T.; MONTGOMERY, M.J.; *Effect of urea in the concentrate mixture on intake and production of cows fed corn silage as the only forage*. J.D.Sci, v.54, p.1861-1865, 1971.

PRESTON, T.R; LENG, R.A. La caña de azúcar como alimento para los bovinos. Revista Mundial de Zootecnia, n. 27, p. 7-12, 1978.

PRESTON, T.R. *Nutritional Limitations Associated with the Feeding of Tropical Forages*. J.A. Sci.. V. 54, n. 4, p. 877-883, 1982.

PROKOP, M.J; KLOPFENSTEIN, T.J. Slow amônia release urea. Nebraska beef cattle report, p.77-218, 1977.

RODRIGUES, A.A. Potencial e limitações em dietas a base de cana de açúcar e ureia para recria de novilhas e para vacas em lactação. In: II SIMPÓSIO MINEIRO DE NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE, 1999, Belo Horizonte, *Anais* Belo Horizonte, 1999. p. 65-75.

RODRIGUEZ, N.M. Pesquisa sobre a dinâmica de fermentação ruminal e partição da digestão realizadas no departamento de zootecnia da Escola de Veterinária da UFMG. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES. 1995, Viçosa, MG. *Anais* Viçosa, MG. Universidade Federal de Viçosa, 1995. p. 355-388.

ROMAN-PONCE, H.; VAN HORN, H.H.; MARSHAL, S.P. *Complete rations for dairy cattle. V. Interaction of sugarcane bagasse quantity and form with soybean meal, urea and starea*. J.D.Sci , v.58 p.1320-1327, 1975..

RAJALA-SHULTZ, P.J; SAILLE, W.J.A; FRAZER, G.S. Association between milk urea nitrogen and fertility in Ohio dairy cows. J.D.Sci , v.84, n.2, p.482-489, 2001.

RUSSEL, J.B. Rumen microbiology and its role in ruminant nutrition. Ithaca, New York, Chapter 12: Bacterial attachment and extracellular degradation, 2002.

SAMPAIO, I.B.M: *Estatística Aplicada a Experimentação Animal*. 3ª Ed. Belo Horizonte: Fundação de Estudo e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2007. 264 p.

SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B. *Milk yield and composition of lactating cows fed steam – flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein: J.D.Sci* , v.81, p.215-220, 1998b.

SANTOS, F.A.P.; SANTOS, J.E.P.; THEURER, C.B et al. *Effects of rúmen-undegradable protein n diry cow performance: A 12 year literature review. J.D.Sci* , v.81, p.3182-3213, 1998^a.

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

SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: Nutrição de Ruminantes. Telma Teresinha Berchielli. Jaboticabal: Funep, 2006 583 p.

SATTER, L.D; ROFFLER, R.E; WRAY, J.E: *Production reponses in early lactation to additions of soybean meal to diets containing predominantly corn silage. J.D.Sci* , v.69, p.1055-1062, 1986.

SILVA, B.O. Efeitos do uso de silagem de girassol e de silagem de milho na produção e composição do leite de vacas. (Dissertação de Mestrado) Tecnologia e Inspeção de Produtos de Origem Animal. Escola de Veterinária- Universidade Federal de Minas Gerais. Belo Horizonte, Minas Gerais, 2002.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. Fundamentos de Nutrição de Ruminantes. Editora: Livrocere, 1979.

SNIFFEN, C.J; BEVERLY, R.W; MOONEY, C.S. *Nutrient, requirements versus supply in the dairy cows: strategies to account for variability. J.D.Sci* . 76 (10): 3160-3178, 1993.

SOUSA, D.P.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com caroço de algodão em substituição à cana de açúcar corrigida. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS, Anais... Santa Maria: SBZ [2003]. CD-ROM.

SOUSA, D.P; CAMPOS, J.M.S; VALADARES FILHO, S.C; LANA, R.P; SEDIYAMA, C.A.Z; NETO, J.M. *Comportamento ingestivo, consumo e digestibilidade de nutrientes, produção e composição do leite de vacas alimentadas com silagem de milho ou cana de açúcar com caroço de algodão. R. B. Zootec* , v. 38, n. 10, p. 2053-2062, 2009.

TAMMINGA, S. *Protein degradation in the forestomachs of ruminants. J. A. Sci.*. V. 49, p. 1615-1630, 1979.

TOWNSEND, C.R.; COSTA, N.L.; NETTO, F.G.S. et al. Introdução e avaliação de variedades de cana de açúcar visando a alimentação de ruminantes em Porto Velho-RO. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria, RS, Anais... Santa Maria: SBZ [2003]. CD-ROM.

VALADARES FILHO, S.C; BRODERICK, G.A; VALDARES, R.F.D. *Effect of replacing alfafa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis extimated from excretion of total purine derivatives. J.D.Sci* . v. 82, p. 2686-2696, 1999.

VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR, V.R.; CAPPELLE, E.R. Tabelas Brasileiras de composição de alimentos para bovinos. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002, 297p.

VALVASSORI, E; LUCCI, C.S; ARCARO, J.R.P. Silagem de cana de açúcar em substituição silagem de sorgo granífero para vacas leiteiras. *Brasilian Journal of Veterinary Research and Animal Science*, v.32, n. 4, p. 224-228, 1995.

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

VIRTANEN, A.L.; Milk production of cows on protein free-feeds. *Science*, v. 153, p. 1603-1610, 1996.

WATTIAUX M.A. *Nutrition and alimentation:Protein metabolism in dairy cows*.. 2sna edition. University of Wisconsin, Madison: 1998

ZINN, R.A.; SHEN, Y. *An evaluation of ruminally degradable intake protein and metabolizable amino acid requirements of feedlot calves*. *J. A. Sci.*, v.76, p.1280-1289.