



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CANA DE AÇÚCAR ASSOCIADA À UREIA E CAL VIRGEM NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS**

**BALTAZAR ALVES DA SILVA JÚNIOR**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFGD, Área de Concentração em Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS

Maio/2013



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**CANA DE AÇÚCAR ASSOCIADA À UREIA E CAL VIRGEM NA**  
**ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS**

**BALTAZAR ALVES DA SILVA JÚNIOR**

Médico Veterinário

Orientador: Prof. Dr. Marcus Vinicius Morais de Oliveira

Co-orientador: Prof. Dr. Fernando Mirando de Vargas Junior

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFGD, Área de Concentração em Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS

Maio/2013

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central da UFGD, Dourados, MS, Brasil**

S586c Silva Junior, Baltazar Alves.  
Cana de açúcar associada à ureia e cal virgem na  
alimentação de bovinos leiteiros / Baltazar Alves da Silva  
Junior. – Dourados, MS: UFGD, 2013.  
95 f.

Orientador: Dr. Marcus Vinicius Morais de Oliveira.  
Dissertação (Mestrado em Zootecnia) –  
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Bovino – Alimentação. 2. Nutrição de bovina. 3.  
Bovinos leiteiros. I. Título.

**CDD: 636.0855**

**“Cana de açúcar associada à ureia e cal virgem na alimentação de bovinos leiteiros”**

por

**BALTAZAR ALVES DA SILVA JUNIOR**

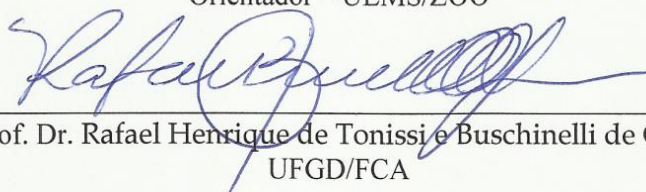
Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título  
de MESTRE EM ZOOTECNIA

Aprovado em: 03/05/2013



---

Prof. Dr. Marcus Vinicius Morais de Oliveira  
Orientador – UEMS/ZOO



---

Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes  
UFGD/FCA



---

Dra. Silvana Teixeira Carvalho  
UFBA

## **BIOGRAFIA**

BALTAZAR ALVES DA SILVA JÚNIOR, filho de Fátima Maria Viana da Silva e Baltazar Alves da Silva, nasceu em Dourados, no Estado do Mato Grosso do Sul, no dia 3 de março de 1983. Em 2001 iniciou a Faculdade de Medicina Veterinária na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, onde em 2005 cumpriu todas as exigências para obtenção do Título de Médico Veterinário. Em 2011 ingressou no Curso de Pós Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados – Faculdade de Ciências Agrárias (UFGD – FCA), onde cursou todos os créditos exigidos e em 03 de Maio de 2013 submeteu-se à banca examinadora para a Defesa Final da Dissertação, para obtenção do Título de Mestre em Zootecnia.

*Aos meus pais Fátima Maria Viana da Silva e*

*Baltazar Alves da Silva;*

*A minha amiga, companheira e namorada*

*Pamela Souza de Pietro...*

*...Dedico!*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, pelo dom do aprendizado e por colocar pessoas maravilhosas no meu caminho. Obrigado! É em ti que descanso.

Aos meus pais **Baltazar** e **Fátima**, pelo amor incondicional, por sempre estarem comigo a todo o momento, e até privando-se de algo por mim. Amo vocês, sem vocês nada teria sentido.

A Pamela sem duvida o maior presente que ganhei! Com você o impossível foi difícil, o difícil foi fácil e o fácil foi agradável. Obrigado por estar comigo em TODOS os momentos, nas aulas, nas provas, no experimento, nas análises. Com você aprendi, com você ri, com você chorei e será com você e por você que vencerei! Amo Tu!

Ao meu orientador Prof. Dr. Marcus Vinicius, pela oportunidade de trabalharmos juntos, aprendizado, paciência e dedicação! Foi um prazer tê-lo como orientador.

Ao meu amigo Paulo Maltempi Filho, grande parte disso deve-se ao Paulinho. #ValeuBrother!

Aos alunos do Programa RIO DE LEITE! A ajuda de vocês foi fundamental durante meu experimento. Mariane, Igor, Priscila, Gislaine e Kheycci, MUITÍSSIMO Obrigado!

Aos funcionários do Setor da Bovinocultura de Leite da UEMS: Evandro, Gilmar e Marcel, pela colaboração na alimentação dos animais.

Ao meu co-orientador Prof. Dr. Fernando e a todos outros professores da PGZ pelos ensinamentos.

Aos colegas do Mestrado. Pela amizade e pelos ótimos momentos que proporcionaram!

Aos amigos e familiares, que não estiveram juntos, mas sempre estão presentes! Em especial ao Tonhão! Essa “brincadeira” começou por sua causa!

A UFGD pela oportunidade que eu tive em cursar uma Pós Graduação e a UEMS pelo espaço e animais cedidos para execução do experimento.

A CAPES pela Bolsa cedida durante o Mestrado!

Muito Obrigado!!!

## SUMÁRIO

RESUMO .....	1
ABSTRACT .....	2
CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	3
1. OBJETIVO GERAL .....	4
1.1. Objetivos específicos.....	4
CAPÍTULO I.....	5
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Bovinocultura leiteira em Mato Grosso do Sul.....	5
2.2. Cana de açúcar na alimentação animal.....	5
2.3. Cana de açúcar associada à uréia .....	7
2.4. Hidrólise da cana de açúcar .....	9
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	12
CAPÍTULO II.....	17
Cana de açúcar tratada com uréia e hidrolisada com cal virgem na dieta de novilhos leiteiros.....	17
Resumo .....	17
Abstract .....	19
Introdução.....	20
Material e métodos.....	21
Resultados e discussão .....	27
Conclusões .....	34
Referências .....	35
CAPÍTULO III .....	57
Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar associada à uréia e tratada com cal virgem.....	57
Resumo.....	57
Abstract .....	58
Introdução.....	59
Material e métodos.....	60
Resultados e discussão .....	64
Conclusões .....	68



Referências .....	69
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	81
5. ANEXO .....	82

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO II

- Tabela 1. Ingredientes e teores nutricionais das dietas experimentais, na matéria seca, de acordo com os respectivos tratamentos cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal) ..... 45
- Tabela 2. Consumos diários de MS, expressos em kg/dia (CMS), percentagem de peso corpóreo (CPC) e peso metabólico (CPM), MO, PB, FDN, FDA, CNF, CT, EE, MM e NDT, em novilhos Jersey alimentados com cana in natura (Ca), cana in natura com uréia (CaUr), cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV) ..... 46
- Tabela 3. Concentração de nitrogênio amoniacal e pH do líquido ruminal de novilhos Jersey alimentados com cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV). ..... 47
- Tabela 4. Cinética da fase líquida ruminal de novilhos Jersey alimentados com cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV). ..... 48
- Tabela 5. Concentração média de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), relação acetato propionato e ácidos graxos totais de novilhos Jersey alimentados com cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV). ..... 49
- Tabela 6. Percentagem de desaparecimento ruminal da Matéria Seca dos alimentos concentrados e cana de açúcar, em função dos tratamentos cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal) ..... 50
- Tabela 7. Percentagem de desaparecimento ruminal da Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) da cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal) ..... 51
- Tabela 8. Valores dos coeficientes "a", "b" e "c", referentes à degradabilidade ruminal da matéria seca e suas degradabilidades efetivas para as velocidades de passagem de 2, 5 e 8 % por hora. .... 52
- Tabela 9. Níveis plasmáticos de glicose e uréia; e perda de uréia e nitrogênio urinário com seus respectivos coeficientes de variação (CV), em novilhos alimentados com cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal). ..... 53

Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade da dieta novilhos alimentados com cana in natura (Ca); cana in natura com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com seus respectivos coeficientes de variação (CV). .....	54
--	----

### CAPÍTULO III

Tabela 1. Ingredientes e teores nutricionais das dietas experimentais, na matéria seca, de acordo com os respectivos tratamentos Cana in natura (Ca); Cana in natura com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal). .....	76
--	----

Tabela 2. Consumos diários de vacas alimentadas com Cana in natura (Ca); Cana in natura com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV). .....	77
--	----

Tabela 3. Coeficientes digestibilidade dos nutrientes, porcentagem de nutrientes digestíveis totais na dieta (%NDT) e energia digestível (ED) da dieta de vacas alimentadas com Cana in natura (Ca); Cana in natura com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias coeficientes de variação (CV). .....	78
--	----

Tabela 4. Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com Cana in natura (Ca); Cana in natura com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias coeficientes de variação (CV). .....	79
---	----

Tabela 5. Níveis plasmáticos de glicose e uréia, perda de uréia e nitrogênio urinário de vacas alimentadas com Cana in natura (Ca); Cana in natura com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV).....	80
---	----

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO II

- Figura 1. Valores médios de pH ruminal antes (0) e 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação dos animais. .... 55
- Figura 2. Valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) ruminal antes (0) e 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação dos animais. .... 56

### ANEXO

- Figura 1. a) Cana *in natura*, b) Cana após adição de cal virgem, c) Cana hidrolisada 24 horas após adição de cal virgem, d) Cana com uréia e e) Cana hidrolisada com cal mais uréia. .... 82
- Figura 2. Novilho Jersey, usado no ensaio de parâmetros ruminais degradabilidade. ... 82
- Figura 3. Vaca Girolando (¾ Holandês x ¼ Gir) usada para avaliação do desempenho. .... 83

## RESUMO

Silva Junior, B.A. **Cana de açúcar associada à uréia e cal virgem na alimentação de bovinos leiteiros.** Dourados – MS: Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, 2013. 95p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia).

Objetivou-se com esse trabalho avaliar em bovinos leiteiros o efeito da cana de açúcar associada à uréia como fonte de nitrogênio não proteico e cal virgem como agente hidrolítico, através do desempenho, degradabilidade ruminal, digestibilidade e parâmetros sanguíneos e urinários. Desta forma foram realizados dois experimentos em quadrado latino 4 x 4, usando 4 novilhos Jersey, canulados ruminalmente com peso corporal médio de 370±44,4 kg e idade média de 24 meses e 4 vacas multíparas da raça Girolando ( $3/4$  Holandês x  $1/4$  Gir), com 21 dias após o parto, peso médio de 493,0±43,0 kg e idade média de 48 meses respectivamente. Os animais foram mantidos em confinamento e alimentados com cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) com ração de volumoso:concentrado na matéria seca de 70:30 respectivamente. A uréia e cal virgem foram adicionadas em 1% na matéria natural a cana de açúcar. Os tratamentos avaliados foram: Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Ureia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Ureia (CaUrCal). Os dados foram interpretados por meio de análise de variância e Teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). No primeiro ensaio, usando novilhos canulados ruminalmente, com uma duração de 72 dias divididos em quatro períodos de 18 dias, obteve-se concentrações de Ácidos Graxos de Cadeia Curta (AGCC), de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), pH e cinética da fase líquida ruminal semelhante entre os tratamentos. As dietas CaUr e CaUrCal apresentaram maior desaparecimento ruminal de proteína bruta e a dieta CaUr proporcionou valores de desaparecimento da matéria seca no rúmen inferiores aos demais tratamentos. A associação dos aditivos ureia e cal virgem promoveu maior desaparecimento ruminal das frações fibrosas da cana de açúcar. No segundo ensaio, usando vacas lactantes da raça Girolando, com duração de 84 dias divididos em quatro períodos de 21 dias, obteve-se produção e composição do leite semelhante entre os tratamentos. Em ambos os ensaios o consumo alimentar, o coeficiente de digestibilidade dos alimentos, os níveis séricos de glicose e uréia, bem como a perda de nitrogênio e uréia urinária foram semelhantes para entre os tratamentos.

**Palavras-chave:** cinética ruminal, desempenho, Girolando, hidrolise, *Saccharum officinarum*

## ABSTRACT

Silva Junior, B.A. **Sugarcane associated with urea and calcium oxide in feeding dairy cattle.** Dourados - MS: Federal University of Grande Dourados - UFGD, 2013. 68p. (Thesis - Master of Animal Science).

The aim of this study was to evaluate the effect on dairy cattle of sugarcane associated with urea as a source of non-protein nitrogen and calcium oxide as a hydrolytic agent, through performance, degradability, digestibility and blood and urinary parameters. Thus two experiments were conducted in 4 x 4 Latin square using four Jersey steers, ruminally cannulated with average body weight of  $370 \pm 44.4$  kg and average age of 24 months and 4 multiparous cows Girolando breed (3/4 Holstein x 1/4 Gyr), 21 days after delivery, mean weight  $493.0 \pm 43.0$  kg and mean age of 48 months, respectively. The animals were kept in confinement and fed with sugarcane (*Saccharum officinarum*) with a ratio of forage: concentrate in dry matter of 70:30 respectively. The urea and calcium oxide were added at 1% as fed sugar cane. The treatments were: Sugarcane *in natura* (Ca); Sugarcane *in natura* with Urea (CaUr); Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide (CaCal) and Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide more Urea (CaUrCal). Data were processed by analysis of variance and Tukey test ( $p < 0,05$ ). In the first trial, using ruminally cannulated steers, with a duration of 72 days divided into four periods of 18 days, yielded concentrations of Short Chain Fatty Acids (SCFA), ammoniacal nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), pH and kinetics of ruminal liquid phase similar between treatments. Diets CaUr and CaUrCal had higher ruminal disappearance of crude protein and diet CaUr provided disappearance values of ruminal dry matter inferior to the other treatments. The combination of urea and calcium oxide additives promoted greater ruminal disappearance of fibrous fractions of sugarcane. In the second trial, using lactating cows of the breed Girolando, lasting 84 days divided into four periods of 21 days, we obtained production and milk composition similar between treatments. In both trials the food intake, the digestibility of the feed, serum glucose and urea, as well as the loss of nitrogen and urinary urea were similar between treatments.

**Keywords:** ruminal kinetics, performance, Girolando breed, hydrolysis, *Saccharum officinarum*

## CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A pecuária brasileira tem se tornando cada vez mais competitiva, com seguidos aumentos nos custos de produções, forte concorrência de produtos oriundos de outros países e falta de políticas de incentivos aos produtores. Nesse sentido, os atuais sistemas de produção têm preconizado não só os aspectos relacionados aos índices zootécnicos de produção e produtividade, mas também o maior retorno econômico da atividade. Sendo assim, a maximização da utilização de alimentos volumosos na alimentação de ruminantes torna-se fundamental.

A cana de açúcar é muito utilizada na dieta de bovinos, pois apresenta características de interesse zootécnico como, alta produção de matéria seca por hectare, elevado teor de sacarose, carboidratos de alta solubilidade ruminal e o período de utilização ocorre quando há baixa oferta de pasto época seca do ano. Segundo Fernandes et al. (2003a), no período de inverno a cana atinge maturidade e potencializa sua digestibilidade, apresentando um comportamento oposto às demais forrageiras tropicais.

Além disso, é fácil de ser cultivada, o que proporciona poucas perdas por intempéries climáticas, facilidade de manutenção de sua cultura, com reduzido custo de produção quando bem manejada, pode manter-se com boa produtividade por um longo período de tempo.

Entretanto, existem restrições quanto ao uso da cana de açúcar na alimentação de ruminantes, devido a baixa digestibilidade da fração fibrosa e reduzidos teores de proteína bruta e minerais, como o fósforo e o enxofre, que podem limitar o desempenho dos animais. Por outro lado, estes problemas podem ser minimizados com adição de suplementos que corrijam o seu déficit nutricional.

O óxido de cálcio (CaO) micropulverizado, ou cal virgem como é mais conhecido, tem sido usado para melhorar a digestibilidade da cana de açúcar, por ocasionar hidrólise da fibra (FREITAS et al., 2009). Já o baixo teor protéico pode ser corrigido com a adição de uréia (SANTOS et al., 2005), e a deficiência de enxofre é sanada com a adição de sulfato de amônio, a fim de suprir as exigências para síntese de aminoácidos sulfurados, como a metionina e a cisteína. Desta forma o fornecimento de cana associada à uréia e sulfato de amônio é suficiente para atender as necessidades nutricionais protéicas dos microrganismos do rúmen, resultando em melhor consumo e utilização dos nutrientes.

Infere-se que esta dissertação foi dividida em três capítulos, sendo no capítulo I efetuada uma revisão de literatura sobre os principais parâmetros desta pesquisa e os capítulos II e III estruturados na forma de artigos científicos.

## **1. OBJETIVO GERAL**

Avaliar o efeito da associação da uréia e cal virgem sobre a cana de açúcar, visando à correção do déficit proteico e hidrólise da fração fibrosa.

### **1.1. Objetivos específicos**

Determinar o consumo, a degradabilidade ruminal e o coeficiente de digestibilidade de dietas a base de cana de açúcar tratada com uréia e cal virgem.

Avaliar os parâmetros ruminais, sanguíneos e urinários de bovinos leiteiros.

Avaliar a produção e a composição do leite de vacas Girolando confinadas alimentadas com dietas à base de cana de açúcar tratada com uréia e cal virgem.



## CAPÍTULO I

### 2. REVISÃO DE LITERATURA

#### 2.1. Bovinocultura leiteira em Mato Grosso do Sul

No Estado do Mato Grosso do Sul, a atividade leiteira possui grande importância do ponto de vista social, econômica e fundiária. É responsável pela manutenção de inúmeros empregos no campo e é basicamente a principal fonte de renda e trabalho dos pequenos produtores rurais que se estabelecem principalmente nos assentamentos rurais e colônias agrícolas.

A produção de leite em 2012 no Estado foi da ordem de 500 milhões de litros, sendo a agricultura familiar responsável por 56% do leite produzido (IBGE, 2013). O Brasil produziu neste ano mais de 32 bilhões de litros, tendo, o Estado do Mato Grosso do Sul contribuído com apenas 1,8% do total, colocando-o em décimo segundo lugar no ranking nacional.

Os dados do Censo Agropecuário evidenciam que a produção de leite no Mato Grosso do Sul é oriunda de 23.970 propriedades rurais, o que representa cerca de 40% de todas as propriedades rurais do Estado. Em relação à distribuição fundiária, ressalta-se que destas propriedades cerca de 72% são de agricultura familiar, com até 50 hectares e 52% produzem até 50 litros de leite por dia. No aspecto social, estima-se que a pecuária leiteira empregue aproximadamente 74 mil pessoas, o que representa 35% da força de trabalho presente no campo. Em termos de eficiência zootécnica do rebanho, os índices produtivos revelam que o sistema de criação de bovinos leiteiros no Estado de Mato Grosso do Sul, está aquém dos desejáveis, com uma produtividade de 950,0 litros/vaca/ano ou 2,6 litros/vaca/dia, estando abaixo da média nacional que é de 1.642,0 litros/vaca/ano ou 4,5 litros/vaca/dia. (IBGE, 2013).

Segundo Simões et al. (2009) a pouca especialização da atividade leiteira no Estado de Mato Grosso do Sul e a baixa competitividade possuem origem multicausal, entretanto, destaca-se a grande influência dos sistemas de produção de bovinos de corte e ao exíguo uso de tecnologias adequadas e adaptadas a região.

#### 2.2. Cana de açúcar na alimentação animal

A cana de açúcar é uma planta de origem asiática, introduzida no Brasil pelos colonizadores inicialmente na região Nordeste, onde foram instalados os engenhos de açúcar no início do século XVI; sendo atualmente cultivada em todo o País.

É uma gramínea do gênero *Saccharum* sendo a espécie mais comum a *S. officinarum* (BACCHI, 1983). As inúmeras variedades comerciais são provenientes de cruzamento entre as espécies *S. officinarum* e *S. spontaneum* (CESNIK, 1972). O Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo, com produtividade média de 70 toneladas de matéria verde por hectare e uma área cultivada na safra 2012/13 estimada em 8,5 milhões hectares, sendo a maior parte da cana colhida destinada à atividade sucroalcooleira (CONAB, 2013).

Para alimentação animal estima-se que são cultivados mais de 500 mil hectares (LANDELL et al., 2002). O fornecimento mais utilizado é o *in natura* e em confinamentos representa 32,3% do total de volumoso empregado (MILLEN et al., 2009). Nas propriedades leiteiras, especialmente nas de pequeno porte, é usada como reserva de alimento no inverno na forma de capineira.

Essa participação da cana de açúcar na formulação de dietas dos bovinos criados em regime de pastoreio vem sanar uma lacuna deixada pelo sistema de produção, já que a estação chuvosa concentra cerca de 80% da produção de biomassa forrageira (FERNANDES et al. 2003b), seguido de um período seco onde predomina uma escassez alimentar. Como esses fatores são extremamente relevantes para a produtividade dos rebanhos criados a pasto no Brasil, a suplementação no período de estiagem é uma alternativa para manter as taxas de produção e minimizar as perdas econômicas.

Nesse sentido, a cana de açúcar é uma opção de forrageira de baixo custo e de fácil cultivo, sendo capaz de suprir o déficit nutricional das pastagens, com produção de até 120 toneladas de matéria natural por hectare (ANDRADE et al. 2004; CARVALHO et al. 2010). Como sua maturação ocorre no inverno, ao contrário de outras plantas forrageiras, a cana consegue nesse estágio vegetativo um maior acúmulo de sacarose, um carboidrato de fácil solubilização ruminal, com consequente melhora de sua digestibilidade (FERNANDES et al. 2003b).

Pesquisas acerca da utilização da cana de açúcar na alimentação animal demonstram resultados satisfatórios. Em estudos realizado por Magalhães et al. (2004 e 2006) usando cana para substituir silagem de milho na alimentação de vacas holandesas com potencial para produzir 5.000 a 7.000 kg de leite por lactação obtiveram produções de leite corrigidas para 3,5% de gordura de 27,0; 24,9; 24,4 e 21,4 kg/dia para os níveis de substituição de 0; 33,3; 66,6 e 100%, respectivamente. A digestibilidade da MS, MO e PB, foram semelhantes nas

diferentes dietas, todavia a digestibilidade da FDN foi reduzida com a substituição da silagem de milho pela cana. A taxa de passagem ruminal diminuiu e o tempo médio de retenção total aumentou com a substituição, o que conseqüentemente reduziu o consumo de nutrientes. O que pode ser explicado pela baixa degradação da fibra e/ou seu déficit proteico. Nesse sentido os resultados demonstraram que a cana pode ser adicionada em dietas de vacas leiteiras com alto potencial produtivo.

### **2.3. Cana de açúcar associada à uréia**

Vários estudos demonstram que a cana de açúcar apresenta baixos teores de PB em sua composição bromatológica, tal fato torna-se a principal limitação para o uso deste alimento (FERNANDES et al., 2003b; AQUINO et al., 2007; SILVEIRA et al., 2009). Dietas com teor de PB inferior a 7% ou com baixa disponibilidade de nitrogênio podem reduzir a digestibilidade dos constituintes fibrosos da parede celular e aumentar o tempo de permanência desses alimentos no rúmen diminuindo assim o consumo de matéria seca (VAN SOEST, 1994).

Ferreira et al. (2009) atribui a baixa digestibilidade da fração fibrosa em dietas com teor insuficiente de PB à falta de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais, desta forma estes não teriam nitrogênio necessários para degradação da fibra e posterior produção de proteína bacteriana.

Com intuito de corrigir o déficit protéico nas dietas a base de cana de açúcar, a adição de uréia como fonte de nitrogênio não protéico, torna-se uma alternativa interessante, sendo capaz de aumentar significativamente a atividade da microbiota ruminal, responsável pela degradação da fibra (MALAFAIA et al., 2003). Além disso, com relação ao custo, o preço do quilograma de proteína bruta da uréia é inferior a qualquer outro concentrado protéico (RANGEL et al. 2008).

A adição de uréia a cana de açúcar é uma tecnologia simples, de fácil implantação e não requer grandes investimentos, viabilizando seu uso em propriedades pequenas e com baixo poder aquisitivo. O sistema pode ser empregado para gado de leite, em confinamento ou a pasto, durante o período seco do ano, com ou sem o fornecimento de concentrado, dependendo do nível de produção de leite ou do ganho de peso esperado (RESENDE, 2002).

O uso de cana de açúcar em substituição a silagem de milho também foi avaliado por Costa et al. (2005), com vacas da raça Holandesa. As dietas experimentais eram isoproteicas e compostas por silagem de milho, na proporção de 60%, ou cana de açúcar corrigida com 1%

da mistura uréia mais sulfato de amônio (9:1), nas proporções de 60; 50 e 40% da MS. A produção de leite foi de 20,8; 16,9; 18,8 e 19,8 kg/dia e o consumo de MS foi de 19,3; 15,8; 17,5 e 19,8 kg/dia para a dieta de silagem de milho e as dietas contendo 60; 50 e 40% de cana, respectivamente.

Aquino et al. (2007) avaliaram o efeito de níveis crescentes de uréia na dieta de vacas em lactação sobre a produção e composição físico-química do leite, utilizando vacas holandesas. Os tratamentos consistiram de uma dieta controle, composta de farelo de soja como principal fonte protéica e cana de açúcar como volumoso, e de duas outras dietas, semelhantes à dieta controle, mas com 0,75 e 1,5% de uréia em substituição ao farelo de soja. Não houve efeito das dietas sobre o consumo de MS, a produção e composição do leite. De acordo com os autores, tais resultados sugerem que o uso de até 1,5 % de uréia na matéria seca da dieta não interfere na produtividade e composição físico-química do leite.

Paiva et al. (1991) compararam cana de açúcar e silagem de milho com 0,8 e 0,5% de uréia mais sulfato de amônia (9:1, respectivamente) em vacas mestiças Holandês x Zebu no terço inicial da lactação. As vacas alimentadas com dieta à base cana apresentaram menor consumo de MS, produção de leite inferior e maior perda de peso em relação as que receberam silagem de milho. A composição do leite não foi alterada.

Em análise econômica Rangel et al. (2008) avaliaram quatro dietas à base de cana de açúcar, corrigida com farelo de soja e três níveis (0,4; 0,8 e 1,2%) da mistura uréia e sulfato de amônia (9:1, respectivamente), em vacas Holandesas. As dietas à base de cana suplementadas com uréia se mostraram mais eficientes financeiramente que a dieta com farelo de soja. O nível 1,2% foi o que apresentou a melhor viabilidade econômica para vacas leiteiras com potencial produtivo de 20 litros de leite por dia.

Rangel et al. (2010) testaram diferentes níveis de concentrado em novilhas leiteiras alimentadas com dieta à base de silagem de milho e com 1,3 kg/dia de concentrado em comparação a três dietas à base de cana de açúcar corrigida com 1% de uréia mais sulfato de amônio (9:1, respectivamente), com 1,3; 2,0 e 2,7 kg/dia de concentrado. Os consumos de MS, MO e FDN não diferiram entre a dieta à base de silagem de milho e aquelas à base de cana. Também não houve diferença significativa no ganho de peso médio diário entre as dietas com silagem de milho e de cana com 2,7 kg de concentrado.

## 2.4. Hidrólise da cana de açúcar

O termo hidrólise, em forragens, refere-se à quebra da estrutura da fibra, o que sugere a solubilização de componentes e, por consequência, aumenta a digestibilidade do alimento como um todo, permitindo aos animais um maior consumo e melhor desempenho.

A fibra dos tecidos vegetais é formada por três componentes principais, a celulose, a hemicelulose e a lignina, sendo os dois primeiros potencialmente digestíveis pelos ruminantes, e a lignina indigestível. Nesse sistema, as cadeias de celulose estão ligadas entre si e unidas com a hemicelulose e lignina em camadas sucessivas. Juntos, esses compostos formam uma estrutura complexa e rígida, que dá suporte ao crescimento dos vegetais (TERASHIMA et al., 1993).

Um dos primeiros produtos que visou melhorar a qualidade nutricional dos alimentos, através da hidrólise, foi o hidróxido de sódio (NaOH) (OLOLADE et al., 1973). Este agente alcalinizante foi assim utilizado com o intuito de melhorar a digestibilidade da MS e da FDN e aumentar o consumo de alimentos (ANDERSON et al., 1973 e CASTRILLON et al., 1978). Mesmo apresentando bons resultados na melhora do valor nutritivo de dietas ricas em carboidratos estruturais, a utilização do NaOH é restringida pela sua toxicidade. A partir disto, iniciaram-se estudos em busca de produtos economicamente viáveis e zootecnicamente adequados.

Nesse sentido, agentes alcalinizantes, como o óxido de cálcio (CaO) micropulverizado, ou cal virgem como é mais conhecida, têm sido utilizado para melhorar a digestibilidade de alimentos fibrosos. Segundo Berger et al. (1994), o tratamento hidrolítico de forragens com a cal virgem tem por base a formação de hidróxido de cálcio  $[Ca(OH)_2]$ , um agente alcalino com moderado poder de hidrólise da fibra.

Outro fator a ser considerado é a necessidade do fornecimento da cana de açúcar mediante cortes diários. Desta forma, a adição de produtos alcalinizantes permite seu uso *in natura* por um período maior de tempo, diminuindo assim os custos com a contratação de mão de obra. Mota et al. (2010) afirmam que a cana hidrolisada com 0,5% de cal virgem pode ser armazenada por 60 horas após o seu processamento, sem alterar seu valor nutritivo.

Avaliando o valor nutritivo e a estabilidade aeróbica da cana de açúcar hidrolisada com de hidróxido de sódio ou óxido de cálcio (0; 0,75; 1,5 e 2,25%), com base na matéria natural, Ribeiro et al. (2009) obtiveram controle da temperatura da cana de açúcar com ambos aditivos, demonstrando a estabilidade aeróbica da cana hidrolisada. Os teores de matéria seca e matéria mineral aumentaram linearmente, enquanto os constituintes da parede celular

diminuíram com o aumento das doses dos aditivos. Embora o hidróxido de sódio apresentasse melhores resultados, os dois álcalis promoveram acréscimo nos valores de digestibilidade da matéria seca da cana de açúcar melhorando seu valor nutritivo.

Domingues et al. (2011) avaliaram o efeito da adição de cal virgem (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%) e os tempos (0, 24, 48, 72, 96 horas) após a aplicação sobre a estabilidade aeróbia e o crescimento de microrganismos na cana de açúcar *in natura*. A aplicação de cal virgem foi eficaz no controle do crescimento de leveduras e no aumento da estabilidade aeróbia. Os valores de pH aumentaram gradativamente de acordo com as doses de cal aplicada e diminuíram com o tempo após aplicação, levando a estabilidade, o que demonstrou pouca proliferação de microrganismos, pois ao crescerem na cana consomem os açúcares acidificando o meio, causando redução do pH.

O efeitos de três níveis de inclusão de CaO (0, 5 e 10 g/kg de matéria natural) e de quatro tempos de exposição (0, 24, 48, e 72h) foram estudados por Pina et al. (2009) para avaliar a composição química, parâmetros cinéticos e digestivos da cana de açúcar. A inclusão de óxido de cálcio melhorou a digestibilidade *in situ* da MS e FDN da cana, contudo não foram observados efeitos sobre os parâmetros cinéticos e digestivos *in vitro*. Interações entre o nível de inclusão e o tempo de exposição não foram observados para a MS, MO, PB e EE, no entanto houve interações significativas para carboidratos não fibrosos e FDN. Os tempos de exposição e níveis de inclusão não influenciaram a MS e EE, porém, houve aumento na PB e redução na MO de forma linear. Já o FDN diminuiu linearmente com os níveis de inclusão de CaO e aumentou também de forma linear com os tempos de exposição. A inclusão de CaO não evitou em nenhum nível a fermentação da cana *in natura*.

Ainda em relação à digestibilidade da cana de açúcar, Oliveira et al. (2007) verificaram aumento na digestibilidade *in vitro* da MS, FDN, FDA e da lignina da cana de açúcar com adição de 0,5 e 1,0% de cal virgem na matéria natural. Corroborando, Mota et al. (2010) também observaram aumento dos coeficientes de digestibilidade da MS e FDN com a hidrólise da cana com 0,5% de cal virgem ou hidratada. Trabalhando com novilhas Nelore, Missio et al. (2012) não encontraram alterações no consumo e digestibilidade da cana de açúcar tratada com 0,5% de cal hidratada, todavia, mencionaram que o uso da hidrólise como meio de controle de abelhas facilitaria o uso desta forragem.

Rabelo et al. (2010) adicionando cal virgem em até 2% da matéria natural da cana de açúcar, obtiveram mudanças na composição bromatológica, entretanto, não encontraram efeito positivo sobre o teor de fibras. Os teores de MS e MM aumentaram linearmente com a

adição de cal, enquanto reduziram os teores de PB e FDA, a cal não alterou o FDN nem a lignina da cana de açúcar.

O consumo de MS e a produção de leite de vacas mestiças Girolando alimentadas com cana *in natura* e cana hidrolisada com 1% de cal hidratada foram avaliados por Alves et al. (2010). O consumo não apresentou alteração, mas a produção sim, e foi maior nos animais que se alimentaram com a cana hidrolisada (16,49 e 14,78l/d).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, A.C.N.; EZEQUIEL, J.M.B.; LIMA, M.L.P.; AUGUSTINHO, E.T. Desempenho produtivo de vacas mestiças alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada e “*in natura*”. **Nucleus Animalium**, v.2, n.2, p.123-129, 2010.

ANDERSON, D.C.; RALSTON, A.T. Chemical treatment of ryegrass straw: in vitro dry matter digestibility and composition changes. **Journal of Animal Science**, v.37, p.149-154, 1973.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JR. E.; POSSENTI, R.A.; OTSUK, I.P.; ZIMBACK, L.; LANDELL, M.G.A. Composição química de genótipos de cana-de-açúcar em duas idades, para fins de nutrição animal. **Bragantia**, v.63, n.3, p.341-349, 2004.

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

BERGER, L.L.; FAHEY, G.C.; BOURQUIN, L.D. ; TITGEMEYER, E.C. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. 1.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, p.922-966, 1994.

CARVALHO, M.V.; RODRIGUES, P.H.M.; LIMA, M.L.P.; ANJOS, I.A.; LANDELL, M.G.A.; SANTOS, M.V.; PRADA E SILVA, L.F. Composição bromatológica e digestibilidade de cana-de-açúcar colhida em duas épocas do ano. **Brazilian Journal Veterinary Research Animal Science**, v.47, n.4, p.298-306, 2010.

CASTRILLÓN, M.V.; SHIMADA, A.S.; CALDERÓN, F.M. Manipulación de la fermentación en ensilajes de caña de azúcar y su valor alimenticio para borregos. **Técnica Pecuaria en México**, v.35, p.48-55, 1978.



CESNIK, R. **Estudo da herdabilidade de alguns caracteres em cana-de-açúcar**. Tese de Doutorado em Genética e Melhoramento de plantas. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba/SP, 1972. 50p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento de safra brasileira: cana-de-açúcar, segundo levantamento. **Fonte:** <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>, Acesso: 12/01/2013.

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 na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6 (supl.), p.2437-2445, 2005.

DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.; SIQUEIRA, G.R.; ROTH, A.P.T.P.; SANTOS, J.; MOTA, D.A. Estabilidade aeróbia, pH e dinâmica de desenvolvimento de microrganismos da cana-de-açúcar *in natura* hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Zootecnia** v.40, n.4, p.715-719, 2011.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; LANA, R.P.; PEREIRA, J.C.; CABRAL, L.S.; VITTORI, A.; PEREIRA, E.S. Estimativas de produção de leite por vacas holandesas mestiças segundo o sistema CNCPS, em dietas contendo cana-de-açúcar com diferentes valores nutritivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1778-1785, 2003a.

FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C.; LANA, R.P.; BARBOSA, M.H.P.; FONSECA, D.M.; DETMANN, E.; CABRAL, L.S.; PEREIRA, E.S.; VITTORI, A. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.977-985, 2003b.

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; CAMPOS, W.E.; BORGES, I. Avaliação nutricional do subproduto da agroindústria de abacaxi como aditivo de silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.223-229, 2009.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA F.C.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.; ZONTA, A. Avaliação da cana-de-açúcar com diferentes níveis de hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria animal**, v.66, n.2, p.137-144, 2009.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – SIDRA. **Fonte:** <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>, Acesso: 12/01/2013.

LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A.; BATISTA, L.A.R.; FIGUEIREDO, P.; SILVA, M.A.; BIDOIA, M.A.P.; ROSSETO, R.; MARTINS, A.L.; KANTHACK, R.A.O.; CAVICHIOLI, J.C.; VASCONCELLOS, A.C.M.; XAVIER, M.A. A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. **Serie Tecnologia APTA, Boletim Técnico IAC, nº 193**. Instituto Agrônômico, Campinas/SP, p.39, 2002.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S; VALADARES FILHO, S.C.; TORRES, R.A.; NETO, J.M.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: desempenho e viabilidade econômica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.5, p.1292-1302, 2004.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S.; MELLO, R.; FREITAS, J.A.; TORRES, R.A.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MALAFAIA, P.; CABRAL, L.S.; VIEIRA, R.A.M.; COSTA, R.M.; CARVALHO, C.A.B. Suplementação protéica energética para bovinos criados em pastagens: Aspectos teóricos e principais resultados publicados no Brasil. **Livestock Research for Rural Development**, v.15, n.12, 2003.

MILLEN, D.D.; PACHECO, R.D.L.; ARRIGONI, M.D.B.; GALYEAN, M.L.; VASCONCELOS, J.T. A snapshot of management practices and nutritional recommendations used by feedlot nutritionists in Brazil. **Journal of Animal Science**, v.87, n.10, p.3427-3439, 2009.

MISSIO, R.L.; OLIVEIRA, M.D.S.; SFORCINI, M.P.R.; RENNO, F.P.; FREITAS JR, J.E.; ELEJADE, D.A.G.; FERRARI, V.B.; ABUD, G.C. Digestion of feed fractions and intake of heifers fed hydrolyzed sugarcane stored for different periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1737-1746, 2012.

MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N.; MANZI, G.M.; FERREIRA, D.S.; SANTOS, J. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1186-1190, 2010.

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C.; SILVA, T.M.; FERNANDES, A.R.M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

LOLADE, B.G.; MOWAT, D.N.; SMITH, G.C. Digestibility and nitrogen retention of NaOH treated diet. **Journal of Animal Science**, v.37, n.1, p.352-358, 1973.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M.; VEMEQUE, R.S. Cana-de-açúcar associada à úreia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.

PINA, D.S.; TEDESCHIA, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO J.A.G.; DETMANN, E.; ANDERSON R. Influence of calcium oxide level and time of exposure to sugarcane on *in vitro* and *in situ* digestive kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.101-112, 2009.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; VIEIRA, P.F. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Caatinga**, v.23, n.4, p.135-143, 2010.

RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; BRITO, A.F.; BRAGA, A.P.; LIMA, R.N. Análise econômica da alimentação de vacas leiteiras com cana-de-açúcar corrigida com farelo de soja ou uréia. **Revista Caatinga**, v.21, n.2, p.73-75, 2008.

RANGEL A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA, A.S.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J.; SOUZA, S.M. Desempenho e parâmetros nutricionais de fêmeas leiteiras em crescimento alimentadas com silagem de milho ou cana-de-açúcar com concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.11, p.2518-2526, 2010.

RESENDE, H. Cana e uréia: mistura melhora desempenho na seca. **Revista Alimentação Animal**, n.25, p.19-21, 2002.

RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D.; CARVALHO, G.G.P; FREIRE, M.A.L. Valor nutritivo da cana-de-açúcar hidrolisada com hidróxido de sódio ou óxido de cálcio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.5, p.1156-1164, 2009.

SANTOS, F.A.P.; VOLTOLINI, T.V.; PEDROSO, A.M. Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia/MG, p.208-245, 2005.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T., CANESIN, R.C.; MESSANA, J.M.; REIS R.A.; RESENDE, K.T. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Science**, v.31, n.3, p.279-285, 2009.

SIMÕES, A.R.P.; SILVA, R.M.; OLIVEIRA, M.V.M.; CRISTALDO, R.O.; BRITO, M.C.B. Avaliação econômica de três diferentes sistemas de produção de leite na região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. **Revista Agrarian**, v.2, n.5, p.153-167, 2009.

TERASHIMA, N.; FUKUSHIMA, K.; HE, L.F.; TAKABE, K. Comprehensive model of the lignified plant cell wall. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATFIELD, R.D.; RALPH, J.(Ed.). **Forage Cell Wall Structure and Digestibility**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, p.247-270, 1993.

Van SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**.2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

## CAPÍTULO II

O artigo descrito abaixo foi elaborado de acordo com as normas da revista PAB (<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions#onlineSubmissions>).

### **Cana de açúcar tratada com uréia e hidrolisada com cal virgem na dieta de novilhos leiteiros**

**Resumo** – Objetivou-se com este estudo avaliar em novilhos leiteiros o efeito da cana de açúcar *in natura* associada à uréia e/ou cal virgem, através da degradabilidade e cinética ruminal, digestibilidade e parâmetros sanguíneo e urinário. O experimento teve duração de 72 dias e foram testados os tratamentos: Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Ureia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Ureia (CaUrCal). Foram utilizados quatro novilhos Jersey canulados ruminalmente, e distribuídos em um delineamento em quadrado latino 4 x 4. Cada período experimental teve duração de 18 dias, sendo os sete dias iniciais utilizados para a adaptação dos animais a respectiva dieta, e os demais utilizados para coleta de amostras. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). Houve diferença apenas no consumo de matéria mineral (MM), onde os tratamentos contendo cal virgem tiveram maiores consumos. As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), o pH e a cinética da fase líquida ruminal não foram influenciadas pelos aditivos. As dietas CaUr e CaUrCal apresentaram maior desaparecimento ruminal de proteína bruta, o uso da dieta CaUr proporcionou valores de desaparecimento da matéria seca no rúmen inferiores aos demais tratamentos. A associação dos aditivos uréia e cal virgem promoveu maior desaparecimento ruminal das frações fibrosas da cana de açúcar. Os níveis de uréia sérica dos animais alimentados com CaUr e CaUrCal foram superiores ao tratamento controle; porém,

os níveis de glicose e as excreções de nitrogênio na urina foram semelhantes. Quanto à digestibilidade, houve uma diferença significativa para MM, no qual as dietas contendo CaCal e CaUrCal foram superiores a Ca.

Termos para indexação: cinética ruminal, degradabilidade, oxido de cálcio

**Sugar cane treated with urea and hydrolysed with calcium oxide in the diet of dairy steers**

**Abstract** – The aim of this study was to evaluate on dairy steers the effect of sugarcane in nature associated with urea and / or calcium oxide by degradability and ruminal kinetics, digestibility and blood and urinary parameters. The experiment lasted for 72 days and the treatments tested were: Sugarcane *in natura* (Ca); Sugarcane *in natura* with Urea (CaUr); Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide (CaCal) and Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide more Urea (CaUrCal). Were used four ruminally cannulated Jersey steers, and distributed in a Latin square design, 4 x 4. Each experimental period lasted 18 days, being the initial seven days used for the adaptation of animals to their diet and the other used for sampling. Data were subjected to analysis of variance and means were compared by the Tukey test ( $p < 0,05$ ). The only difference was in the intake of mineral matter (MM), where treatments containing calcium oxide had higher intakes. The concentrations of short chain fatty acids (SCFA) ammoniacal nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), pH and kinetics of ruminal liquid phase were not influenced by the additives. Diets CaUr and CaUrCal had higher ruminal disappearance of crude protein, the use of the diet CaUr provided disappearance values of ruminal dry matter inferior to the other treatments. The combination of urea and calcium oxide additives promoted greater ruminal disappearance of fibrous fractions of sugarcane. The serum urea of the animals fed CaUr and CaUrCal were superior to the control treatment, but the levels of glucose and nitrogen excretion in urine were similar. As regards digestibility was a significant difference in MM, in which CaCal and CaUrCal diets were higher than Ca.

**Keywords:** ruminal kinetics, degradability, calcium oxide

## Introdução

Dentre as gramíneas utilizadas como volumoso na época de inverno, a cana de açúcar destaca-se por apresentar elevada produtividade de matéria seca por área cultivada, e por disponibilizar grandes proporções de carboidratos solúveis na dieta dos ruminantes. Dessa forma, apresenta o menor custo da tonelada de matéria seca e energia (Mota et al., 2010), além disso, é de fácil cultivo e se adapta a diversos solos e climas.

No entanto, a cana apresenta baixos teores de proteína bruta, não ultrapassando a 4%, e grande deficiência de minerais, especialmente fósforo e o enxofre (Oliveira et al., 2007). Outra limitação deve-se à baixa degradação ruminal da fibra, o que provoca redução da taxa de passagem e conseqüentemente acúmulo dos componentes não degradados, restringindo o consumo pelo enchimento ruminal (Magalhães et al., 2006).

O aumento da digestão da porção fibrosa da cana de açúcar pode ser obtido através do emprego de agentes alcalinizantes, como o óxido de cálcio ou cal virgem (Freitas et al., 2009), devido à solubilização parcial da hemicelulose e expansão das moléculas de celulose que culminam no rompimento das ligações das pontes de hidrogênio, promovendo o aumento da digestibilidade destes carboidratos estruturais.

Já a adição de uma fonte de nitrogênio corrige o déficit proteico e produz um estímulo no crescimento das bactérias que degradam os carboidratos estruturais, aumentando a degradação da fibra e a síntese de proteína microbiana (Fernandes et al., 2009).

Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar em bovinos os efeitos da cana de açúcar associada a uma fonte de nitrogênio não protéico e a um agente alcalinizante sobre o consumo, parâmetros de fermentação e cinética ruminal, digestibilidade dos nutrientes, perda de nitrogênio urinário e parâmetros sanguíneos.



## Material e métodos

O ensaio foi desenvolvido na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana, localizada no Município de Aquidauana – MS/ Brasil, região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

Foram utilizados quatro novilhos castrados da raça Jersey, com peso corporal médio inicial de  $370 \pm 44,4$  kg e canulados ruminalmente. Os animais foram alimentados, durante 72 dias, com cana de açúcar e concentrado, com uma razão volumoso:concentrado na matéria seca de 70:30, respectivamente. Foram avaliados: Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal). O concentrado era composto por milho moído, farelo de soja, uréia e sal mineral (Tabela 1) e as dietas possuíam teores protéicos (12% PB) e energéticos (65% NDT) semelhantes. As refeições foram ofertadas às 8h00, 11h00, 14h00 e 17h00 horas, nas proporções, na matéria seca, de 20, 20, 20 e 40%, respectivamente; e a quantidade total oferecida era ajustada de acordo com o consumo, prevendo sobras de 10% do total fornecido.

Os animais foram distribuídos num delineamento em quadrado latino 4 x 4. Os períodos experimentais tiveram duração de 18 dias, sendo os 7 dias iniciais utilizados para a adaptação, 5 dias para avaliação da degradabilidade ruminal, 1 dia para verificação do pH, amônia, ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) e cinética ruminal e 5 dias para determinação do consumo, da digestibilidade total, da perda de nitrogênio urinário e dos níveis séricos de glicose e uréia.

A cana foi cortada em intervalos de 2 a 3 dias, armazenada a sombra e no momento do fornecimento aos animais foram retiradas as folhas secas e efetuada a trituração, com tamanho 7 a 10 mm.

No tratamento CaUr, foi adicionada a cana a mistura de uréia e sulfato de amônio, na proporção de 9:1, respectivamente, na quantidade de 1% da matéria natural. Para o tratamento CaCal, a cana foi tratada com cal virgem, livre de dioxinas e furanos, numa concentração de 1% da matéria natural. O fornecimento da cana hidrolisada com a cal virgem ocorreu após 24 horas da adição do produto na cana. Para o tratamento CaUrCal, foi inicialmente efetuado o procedimento com a cal virgem e após 24 horas, foi adicionada a mistura uréia:sulfato de amônio no momento do fornecimento aos animais. As quantidades de produtos foram às mesmas descritas acima. Nos tratamentos CaUr, CaCal e CaUrCal a água foi utilizada para facilitar a homogeneização dos aditivos na cana, sendo utilizada a quantidade de 4 litros para cada 100 kg de cana *in natura*, posteriormente realizou-se a mistura manual dos produtos.

Na avaliação da degradabilidade ruminal, realizadas do 8º ao 12º dia de cada período experimental, o grão de milho e o farelo de soja foram moídos em peneira com crivos de 1 mm; e a cana de açúcar foi pré-seca, em estufa de circulação forçada de ar a 65º C, e este material foi posteriormente moído em peneira com crivos de 4mm. Em seguida foram colocados 3g do alimento em saquinhos de náilon medindo 10,0 X 7,5 cm e com área útil de 150 cm<sup>2</sup>, com porosidade de 48 micras na quantidade de 20 mg de matéria seca/cm<sup>2</sup> (Nocek, 1988). Os saquinhos foram identificados e fechados com uma seladora automática. Os procedimentos de incubação seguiram as normas do AFRC (1992), sendo que o método adotado foi o de incubação sequencial decrescente. Os saquinhos identificados colocados dentro de saco de filó medindo 30 X 40 cm e porosidade de 1mm, sendo este fixado a uma corrente com um peso médio de 250 g, garantindo assim uma imediata imersão e movimentação do saco no conteúdo ruminal. Os tempos de incubação seguiram o NRC (2001), sendo para os alimentos concentrados de 0, 2, 4, 8, 16, 24 e 48 horas e da cana de açúcar de 0, 2, 4, 8, 16, 24, 48 e 72 horas; no entanto, para melhorar a curva de ajuste optou-

se em aumentar mais um tempo de incubação, sendo incluído o tempo de 72 horas para os alimentos concentrados e o tempo de 96 horas para os alimentos volumosos.

Após a remoção conjunta, os saquinhos foram lavados por turbilhonamento até a água ficar completamente limpa. Os saquinhos do tempo zero não foram incubados no rúmen, sendo as estimativas de desaparecimento no tempo zero obtidas submetendo-se estes saquinhos a mesma lavagem descrita acima. Posteriormente, os saquinhos foram secos em estufa de circulação forçada de ar a 55° C, por 72 horas e posteriormente pesado.

A determinação da percentagem de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido que desapareceram ruminalmente, em cada tempo, foi determinada do seguinte modo:

a) Desaparecimento ruminal da matéria seca = [(gramas de matéria seca incubada - gramas de matéria seca residual, após a incubação ruminal) / gramas de matéria seca incubada] x 100;

b) Desaparecimento ruminal da proteína bruta = [(gramas de proteína bruta incubada - gramas de proteína bruta residual, após a incubação ruminal) / gramas de proteína bruta incubada] x 100.

c) Desaparecimento ruminal da fibra em detergente neutro = [(gramas de fibra em detergente neutro incubada - gramas de fibra em detergente neutro residual, após a incubação ruminal) / gramas de fibra em detergente neutro incubada] x 100.

d) Desaparecimento ruminal da fibra em detergente ácido = [(gramas de fibra em detergente ácido incubada - gramas de fibra em detergente ácido residual, após a incubação ruminal) / gramas de fibra em detergente ácido incubada] x 100.

Posteriormente, para o cálculo da degradabilidade potencial da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutra e fibra em detergente ácido foram utilizados os dados de desaparecimento obtido após incubação nos diferentes tempos. Os dados foram ajustados no modelo descritos por Orskov & Mc Donald (1979), sendo o modelo utilizado:  $Dg = a + b(1 -$

exp-ct), onde "a"- é a fração solúvel degradada no tempo zero, "b"- é a degradabilidade potencial em função do tempo e "c"- é a taxa fracional de degradação da fração "b" por unidade de tempo. Os dados da degradabilidade efetiva de cada alimento foram calculados pela fórmula  $D_{ge} = a + bc / c + k$ , onde "k" é a velocidade de passagem, conforme descrito por Mc Donald (1981).

Para determinação da cinética da fase líquida no 13º dia foi administrado no rúmen de cada animal, 30 g do complexo cobalto ácido etilenodiamino tetra acético (Co-EDTA) diluídos em 500 mL de água destilada antes da primeira alimentação e colocado diretamente no rúmen em diferentes locais, em dose única para a determinação da taxa de passagem de líquidos (Udén et al., 1980). Também foram coletados 50 ml de líquido ruminal antes de colocar o Co-EDTA e a cada 2h até completar 12h, e uma última coleta às 24h após a administração do marcador. Depois de centrifugadas as amostras foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica. A taxa de passagem de líquido e as curvas de concentração ruminal do Co-EDTA foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartmental de Hungate (1966),  $Y_{co} = A.e^{-k_1.t}$ , em que  $Y_{co}$  = concentração do indicador no tempo t; A = concentração de equilíbrio do cobalto;  $k_1$  = taxa de passagem ou de diluição do cobalto; e t = tempo de amostragem. Os parâmetros da dinâmica da fase líquida foram calculados de acordo com Colucci et al. (1990) sendo: tempo de retenção no rúmen (h) =  $1 / \text{taxa de passagem de fluidos}$  ( $T_{pRet} = 1 / k_1\%/h$ ); volume de líquido ruminal (L) = quantidade de cobalto fornecida (mg) / A mg/L ( $VR = Co/A$ ); taxa de fluxo ruminal (L/h) = taxa de passagem ou de diluição do cobalto multiplicado pelo volume ruminal ( $k_1 \times VR$ ); taxa de reciclagem da fase líquida ruminal (nº de vezes/dia) =  $24h/T_{pRet}$ , calculada conforme Maeng & Baldwin (1976).

O pH ruminal foi determinado no 13º dia, coletando-se alíquotas de 50 ml de líquido ruminal no tempo 0 (antes da primeira refeição) e posteriormente em intervalos de 2 horas, até

8 horas após a primeira alimentação. O pH foi medido imediatamente após a coleta do líquido ruminal com auxílio de um peagâmetro digital.

Para análise de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) alíquotas de 50 mL de líquido ruminal, coletadas no 13º dia, foram acidificadas com 1 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1:1) e armazenadas a -18º C, para posteriores análises. As coletas foram efetuadas no tempo 0 (antes da primeira refeição) e posteriormente em intervalos de 2 horas, até 8 horas após o primeira alimentação. O líquido ruminal foi centrifugado a 3000 x g por 15 minutos. A concentração de amônia no líquido ruminal foi realizada de acordo com a metodologia descrita por Fernner (1965) e modificada por Vieira (1980).

Para análise de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) alíquotas de 50 mL de líquido ruminal, coletadas no 13º dia, foram armazenadas a -20º C, para posterior análise. As coletas foram efetuadas no tempo 0 (antes da primeira refeição) e posteriormente em intervalos de 2 horas, até 8 horas após a alimentação. Para a determinação de AGCC, as amostras foram centrifugadas a 15.000 g (4ºC), durante 50 minutos, sendo analisadas de acordo com Campos et al. (2004).

Durante o 14º e 18º dias de cada período experimental, as sobras dos cochos foram recolhidas e pesadas diariamente, para determinação do consumo diário; sendo os alimentos fornecidos e as sobras amostradas diariamente em porções equitativas e armazenadas a -20º C.

Para a determinação da digestibilidade total dos nutrientes foi efetuada a coleta de fezes na ampola retal (50 g) no 14, 16 e 18º dia de cada período experimental, duas horas após a alimentação das 8h00 e das 14h00. As amostras de alimentos, sobras e fezes foram armazenadas a -20ºC. Após o término de cada período de coleta, as amostras foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 65ºC por 72 horas, e moídas em moinho tipo Willey

com peneiras com crivo de 1 mm, homogeneizadas para confecção de amostras compostas por animal/tratamento/período.

A produção fecal foi determinada no 12º e 13º dia de cada período experimental, para isso as fezes dos animais foram coletadas em sua totalidade e pesadas durante 24h e uma amostra equitativa de cada bolo fecal foi coletada para determinação do teor de MS e conseqüentemente da produção fecal.

Posteriormente, foram realizadas análises dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM), segundo metodologia descrita por AOAC (1990). Os teores de carboidratos totais (CHOT) foram determinados pela equação:  $CHOT = \{100 - [PB (\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]\}$ ; e os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados a partir da equação:  $NDT (g/dia) = \{(PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes}) + (CHOT \text{ ingerido} - CHOT \text{ fezes}) + [2,25 * (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})]\}$ , propostas por Sniffen et al. (1992). Já os Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com a equação proposta por Hall (2000), onde  $CNF = \{100 - [[PB (\%MS) - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}] + FDN (\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]\}$ .

Nos 14, 16 e 18º dia de cada período experimental foram coletadas amostras “spot” de urina, três a quatro horas após a alimentação, por micção espontânea dos animais. As amostras de urina foram filtradas em gaze, e 10 mL de amostra foram diluídas em 40 mL de ácido sulfúrico a 0,036N para evitar a destruição bacteriana e precipitação do ácido úrico, de acordo com Valadares et al. (1999).

Posteriormente, foi determinada a concentração de creatinina e de uréia, em analisador semiautomático, pelo método cinético e colorimétrico respectivamente, empregando-se kit comercial da marca Labtest. O cálculo da produção urinária foi realizado através da equação:  $Produção \text{ de urina} = [(27,77 \text{ mg creatinina} \times \text{Peso corporal}) / \text{Concentração de creatinina na}$

amostra em mg/litro], descrita por Rennó (2003). Já a perda de uréia na urina, expressa em g/dia, mg/kg/PC e mg N-uréia/kg/PC, foi estimada pelas equações: 1)  $\{[(\text{mg/dl de uréia na amostra de urina} \times 10) \times \text{litros de urina}]/1000\}$ ; 2)  $[(\text{mg/dia de uréia})/\text{peso corpóreo}]$ ; e 3)  $(\text{mg/kg/PC de uréia} \times 0,466)$ , respectivamente.

Nos 14, 16 e 18º dia experimental de cada período, foi realizada coleta de sangue via veia e jugular, três horas após a alimentação (Valadares et al., 1999), utilizando tubos de *vacutainer* heparinizados. As amostras foram imediatamente centrifugadas e o plasma congelado, posteriormente, as concentrações de glicose e uréia foram determinadas em analisador semiautomático, pelo método colorimétrico, empregando-se kit comercial da marca Labtest.

Os parâmetros avaliados foram submetidos a testes para verificar a homogeneidade entre as variâncias e para determinar a normalidade dos resíduos, posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e as médias quando significativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do programa estatístico Sisvar 5.1 (Ferreira, 2011).

O modelo estatístico utilizado foi  $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + e_{ijk}$  em que  $y_{ijk}$  representa a observação do tratamento  $i$ , no animal  $j$  e no período  $k$ ;  $\mu$  representa uma constante geral associada a esta variável aleatória;  $\alpha_i$  o efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $\beta_j$  o efeito do animal; ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $\tau_k$  o efeito período; ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ); e  $e_{ijk}$  o erro experimental associado a observação  $y_{ijk}$ .

## Resultados e discussão

Os consumos de MS, expressos em kg/dia, percentagem de peso corpóreo (%PC) e peso metabólico ( $\text{g/kgPC}^{0,75}$ ), MO, PB, FDN, FDA, CNF, CT, EE e NDT não foram

influenciados ( $P>0,05$ ) pelos tratamentos (Tabela 2). Entretanto, foi obtido maior consumo de MM para dietas com a adição de cal virgem (tratamentos CaCal e CaUrCal) em relação aos animais que receberam Cana *in natura* (Ca) e Cana *in natura* com Uréia (CaUr), que pode ser explicada pela elevada concentração de cálcio existente na cal virgem (Tabela 1).

O consumo semelhante de MS e dos componentes fibrosos da cana, especialmente da FDN, indicam que a adição de 1 % de óxido de cálcio, na matéria natural da cana de açúcar, possivelmente não foi eficaz para promover a hidrólise dos carboidratos estruturais, com consequente separação da celulose e hemicelulose, componentes potencialmente degradáveis, e da lignina, composto amorfo e indigestível; sem haver, portanto, efeitos diretos no consumo dos animais. Observações semelhantes foram efetuadas por Rabelo et al. (2010) e Freitas et al. (2011) ao fornecerem a bovinos dietas contendo cana hidrolisada com óxido de cálcio. Os resultados corroboram com Missio et al. (2012) que não observaram diferenças no consumo de MS, PB, FDN e NDT em dietas com cana hidrolisada (CaO) para novilhos Nelore. Já Domingues et al. (2012) não encontraram diferenças significativas para consumos de MS, MO, PB, FDN e MM, em dietas com cana *in natura* ou tratada com 0,5 e 1,0% de cal virgem fornecidas a novilhas Angus x Nelore. Todavia, um maior consumo de FDN foi apresentado por Pina et al. (2011) ao fornecerem cana hidrolisada com óxido de cálcio (1% MN) a novilhas Nelore quando comparados aos animais alimentados com cana *in natura*, não sendo porém encontradas diferenças estatísticas nos consumos de MS, MO, PB e NDT.

Em relação ao nitrogênio não protéico, Pereira et al. (2008) utilizando níveis crescentes de uréia em até 1,5% na alimentação de novilhos mestiços Holandês x Zebu também não verificaram diferenças ( $P>0,05$ ) para consumo de MS, PB, FDN e FDA, semelhante a este trabalho. Tais resultados estão de acordo com os obtidos por Fernandes et al., (2009) que não apresentaram diferenças significativas para o consumo de novilhos em regime de engorda com dietas compostas por uréia ou farelo de soja como fonte de nitrogênio.



Silveira et al. (2009a) testando diferentes fontes protéicas, em novilhos alimentados com dietas contendo cana de açúcar como volumoso, verificaram consumos semelhantes para as fontes protéica uréia ou farelo de soja, entretanto houve redução no consumo para os animais alimentados exclusivamente com cana de açúcar. Já Hassoun et al. (2002) observaram acréscimo no consumo de MS em dietas de novilhas da raça holandesa alimentadas com bagaço de cana de açúcar tratada com uréia.

Neste ensaio, à similaridade dos dados de consumo observados nos tratamentos contendo a Cana *in natura* (Ca), Cana *in natura* com Ureia (CaUr), Cana hidrolisada com cal (CaCal) e Cana hidrolisada com cal mais uréia (CaUrCal) pode ser explicada pela ausência de déficit protéico da dieta do grupo controle, já que a uréia foi adicionada ao concentrado e as dietas continham teores protéicos semelhantes. Isso evidencia que a cana de açúcar, apesar de pobre em compostos nitrogenados, pode ser amplamente utilizada como volumoso exclusivo em dietas para bovinos desde que esta seja balanceada e supra a deficiência proteica, independente da forma que essa correção seja feita.

As concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e valores de pH são apresentados nas Figuras 1 e 2. Todavia, não houve para esses parâmetros diferenças significativas ( $P > 0,05$ ) entre os tratamentos avaliados (Tabela 3). Infere-se que os valores do pH encontrados, média de 6,89, estão dentro da faixa considerada propícia para o desenvolvimento das bactérias celulolíticas, responsáveis pela degradação da fração fibrosa dos alimentos. Segundo Silva et al. (2007), redução nestes valores leva a depreciação da digestão, com efeitos deletérios no consumo e desempenho dos animais.

Os valores do pH ruminal foi de 6,82 a 6,96, semelhantes aos valores de pH ruminal de 6,87 obtidos por por Carmo et al. (2001) com dietas a base de cana de açúcar associada a uréia. Silveira et al. (2009b) obtiveram valores médios de pH ruminal de 6,87 e 6,58 com cana de açúcar e cana de açúcar tratada com uréia, respectivamente. Estudando adição de cal

virgem na cana de açúcar Missio et al. (2012) obtiveram valores médios de pH igual a 6,80 e 6,70 para a cana *in natura* e cana hidrolisada, respectivamente.

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal obtidas estiveram entre 8,38 e 9,78 mg/100ml, valores estes superiores aos considerados suficientes para promover crescimento dos microbiota ruminal de 2,0 a 5,0 mg/100ml sugerido por Slyter et al. (1979) citado por Carmo et al. (2001). O máximo crescimento microbiano acontece com valores de N-NH<sub>3</sub> de 5,0 mg/100ml e a máxima fermentação com valores de 23,5 mg/100ml (Figueira et al., 1993).

Adicionando uréia com fonte de nitrogênio não proteico em dietas de cana de açúcar Ortiz-Rubio et al. (2007) observaram elevação da concentração de NH<sub>3</sub> no rúmen e aumento do consumo de cana, sendo as respostas ótimas para a taxa de degradação fracionada e de ingestão de cana alcançados quando a concentração N-NH<sub>3</sub> esteve entre 9,0 e 11,0 mg/100ml.

É notório que o equilíbrio entre produção, absorção e utilização de N-NH<sub>3</sub> pelos microrganismos é responsável pelas concentrações de amônia ruminal. Assim, as bactérias utilizam o N-NH<sub>3</sub> como fonte de nitrogênio para a síntese de proteína microbiana, contudo a degradação da proteína no rúmen pode produzir quantidades de N-NH<sub>3</sub> além da capacidade de aproveitamento pelos microrganismos (Preston, 1986), havendo consequente absorção epitelial do N-NH<sub>3</sub> em excesso, com posterior metabolização e síntese de uréia pelo fígado, seguido por reciclagem salivar ou perda deste nitrogênio, através da excreção urinária.

Verifica-se que a adição de uréia e/ou cal virgem na cana de açúcar não causaram respostas significativas na cinética da fase líquida ruminal; sendo os valores médios da taxa de passagem, volume ruminal, tempo de reciclagem, taxa de fluxo e taxa de reciclagem apresentados na Tabela 4.

Os valores da taxa de passagem encontrados neste trabalho foram semelhantes aos obtidos por Silveira et al. (2009b) de 6,48 e 7,45 %/h e aos de Souza (2011) de 10,51 e 9,18 %/h para cana pura e cana com uréia, respectivamente, ofertadas para bovinos.

Neste ensaio, o volume ruminal médio de 72,70 L, equivale a 19,64% do peso corpóreo, valores que se enquadram na amplitude considerada ideal de 15 a 21% segundo Owens & Goestch (1988). O tempo de reciclagem médio foi de 11,85 h e, portanto, semelhante ao descrito por Souza (2011), de 11,20 h; e inferior ao verificado por Silveira et al. (2009b) de 19,00 h. Infere-se que esse resultado reflete a taxa de reciclagem, que neste trabalho foi em média de 2,02 vezes ao dia.

A concentração total de ácidos graxos de cadeia curta não foi afetada pelos tratamentos ( $P>0,05$ ), tão pouco as concentrações de acetato, propionato e butirato e a razão acetato:propionato (Tabela 5).

A proporção de acetato, propionato e butirato deste estudo foi 62:20:18 próximas a 65:25:10 que é a relação considerada normal em dietas à base de volumosos (Nussio et al., 2006).

O desaparecimento ruminal da MS dos alimentos concentrados (milho e farelo de soja) e da cana de açúcar estão apresentados na (Tabela 6). Silveira et al. (2009b) também não encontraram diferenças na degradabilidade da cana de açúcar quando associada a uréia. Todavia, Campos et al. (2011) e Macedo et al. (2011) obtiveram acréscimo lineares de desaparecimento ruminal de MS com níveis inclusão de óxido de cálcio na cana de açúcar.

O desaparecimento ruminal de PB, FDN e FDA tiveram valores médios de 65,25; 36,07 e 24,17% respectivamente, após 96 horas de incubação ruminal (Tabela 7). Campos et al (2011) e Macedo et al. (2011) não observaram aumento no desaparecimento das frações fibrosas quando compararam cana hidrolisada com 1% de CaO e cana *in natura*. Já Silveira et al. (2009b) observaram redução no desaparecimento da fração fibrosa da cana de açúcar quando associada a uréia.

Na (Tabela 8) são apresentados os coeficientes das frações "a", "b" e "c" da degradabilidade da MS, com as suas respectivas degradabilidades efetivas. Os valores da

degradabilidade potencial (frações "a" + "b") da cana de açúcar tiveram média de 52,58. Silveira et al. (2009b) não verificaram influência da adição da uréia na degradabilidade cana, com média de 55,40 e, portanto próximo ao obtido neste trabalho. Por outro lado, Ortiz-Rubio et al., (2007) obtiveram médias de degradabilidade potencial de 58,25 e notificaram efeito da adição de uréia como fonte de proteína para a cana. Já Macedo et al. (2011) conseguiram incremento na degradabilidade potencial da cana quando adicionou óxido de cálcio, com valores de 63,4 e 72,7% para cana pura e com óxido de cálcio, respectivamente.

A fração potencialmente degradável ("b") da cana foi em média 17,81, sendo semelhante ao resultado encontrado por Silveira et al. (2009b) de 17,13, e inferiores ao obtido por Franzolin & Franzolin (2000), de 31,71 e aos de Macedo et al. (2011) de 30,30.

As degradabilidades efetivas encontradas neste ensaio para cana foram semelhantes às observadas por Macedo et al. (2011) de 54,8; 48,0 e 45,0, já às da cana com óxido de cálcio foram inferiores, de 64,3; 57,6 e 54,3 para as taxas de passagem de 2, 5 e 8 %/h, respectivamente. Campos et al. (2011) também não encontraram diferenças na degradabilidade efetiva da cana com adição de óxido de cálcio. Já Silveira et al. (2009b), obtiveram degradabilidades efetivas de 45,77 para cana de açúcar pura e de 47,19 para a cana tratada com uréia, na taxa de passagem de 2%/h, sendo estes resultados inferiores ao deste trabalho.

Os níveis plasmáticos de glicose não foram influenciados estatisticamente pelo tratamento da cana com uréia e cal virgem, com média de 55,47 mg/dL (Tabela 9). Os níveis glicêmicos observados neste trabalho estão entre os valores considerados normais para bovinos que podem variar de 45,00 a 75,00 mg/dL (Kaneko et al., 1997). Quanto aos níveis séricos de uréia, verifica-se que estes foram influenciados ( $P < 0,05$ ) pelos tratamentos, sendo os valores médios dos animais alimentados com cana *in natura* com uréia (CaUr) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal) superiores aos dos animais alimentados com

cana *in natura* (Ca) e cana hidrolisada com cal (CaCal) indicando, portanto, a elevada disponibilização de nitrogênio no rúmen com conseqüente absorção papilar e transformação desta amônia em uréia no tecido hepático (Tabela 9).

Embora a uréia sérica tenha variado entre os tratamentos, os valores são considerados normais para bovinos adultos, que apresentam taxa sérica de uréia de até 27,4 mg/dL (Jenkins et al., 1982). No entanto, estes valores são inferiores aos limites (34,28 mg/dL) propostos por Valadares et al. (1997) para se obter a máxima eficiência microbiana.

Os resultados deste trabalho são coerentes com Mendonça et al. (2004) que encontraram diferenças nos níveis de uréia sanguínea em dietas de vacas alimentadas com cana associada ou não a uréia; e diverge dos encontrados por Carvalho et al. (2011) e Rangel et al. (2008), que avaliaram níveis de inclusão de cal virgem e uréia em dietas contendo cana de açúcar para novilhas e vacas e não encontraram diferenças nos níveis séricos de uréia.

Não foi obtida diferenças entre os tratamentos para excreções urinárias de nitrogênio e uréia, não havendo, portanto perdas proteicas ou de nitrogênio entre as dietas (Tabela 9). Tais resultados estão de acordo com Santos et al. (2009), que estudaram o efeito da adição de cal virgem na cana e com Mendonça et al. (2004), que testaram a adição de uréia na cana, e também não verificaram diferenças na excreção de uréia (324,7 e 492,0 mg/kg PC, respectivamente) e nitrogênio urinário.

Os coeficientes de digestibilidade de MS, MO, PB, FDN, FDA, CNF e EE não diferiram estatisticamente ( $p>0,05$ ) entre as dietas avaliadas (Tabela 10). Os resultados deste trabalho são coerentes com Rabelo et al. (2010) e Missio et al. (2012) os quais também não apresentaram efeitos na digestibilidade da MS, MO, PB FDN e FDA da cana quando adicionados cal virgem.

Aranda et al., (2001) também não verificaram melhora na digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA na dieta de novilhas alimentadas com cana com ou sem uréia. Corroborando,

Pereira et al. (2008) também não observaram nenhuma mudança na digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, CT e CNF na dietas de novilhos mestiços Holandês x Zebu que continham níveis crescentes de uréia (0; 0,5; 1,0 e 1,5%) em sua composição. No entanto, Galina et al. (2003) observaram que a adição de uréia de liberação lenta à cana proporcionou digestibilidade *in vivo* superior para as frações de MS, MO e FDN em novilhos zebu.

Melhora na digestibilidade da MS e FDN da cana de açúcar com uso de cal virgem foram verificados por Mota et al. (2010) e Pina et al. (2011) com cal virgem ou hidratada. Oliveira et al. (2007) também conseguiram aumentar a digestibilidade *in vitro* da MS, FDN e FDA da cana de açúcar com adição de 0,5 e 1,0% de cal virgem na matéria natural. Oliveira et al. (2012), comparando a digestibilidade de diferentes variedades de cana hidrolisada ou não com 1% de cal virgem de maneira similar observaram maiores digestibilidade para a FDN e FDA, porém semelhante para MS.

### **Conclusões**

1. O uso de uréia na cana de açúcar não proporcionou nenhum efeito significativo na cinética ruminal e nos parâmetros digestivos. Os níveis séricos de uréia foram elevados com a adição de uréia, no entanto sem haver alterações nas excreções de nitrogênio e uréia urinária.

2. A adição de cal virgem não promoveu mudanças na cinética da fase líquida ruminal e nem efeitos satisfatórios nos parâmetros digestivos da fração fibrosa da cana de açúcar, contudo aumentou o consumo e a digestibilidade da matéria mineral.

## Referências

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH CONCIL. A.F.R.C. Nutritive requeriments of ruminants animals: protein. **Nutrition Abstracts and Reviews** (Series B), v.62, n.12, p.787-835, 1992.

ARANDA, E.; MENDOZA, G.D.; GARCÍA-BOJALIL, C.; CASTREJÓN, F. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugarcane, urea and a protein supplement. **Livestock Production Science**. v.71, p.201-206, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the association of official agriculture chemists**. Washington, 1990.

CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de Análises de Alimentos**. Piracicaba: FEALQ,. 2004.135p.

CAMPOS, M.M.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F.; PANCOTI, C.G.; REIS E SILVA, R. Degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar tratada ou não com óxido de cálcio, em novilhas leiteiras Holandês x Gir. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1487-1492, 2011.

CARMO, C.A.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; ZEOLA, N.M.B.L. Degradabilidade da Matéria Seca e Fibra em Detergente Neutro da Cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com Diferentes Fontes de Proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2126-2133, 2001.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E.; SILVA, R.R.; PEREIRA, M.L.A.P.; SANTOS, A.B.; PEREIRA, T.C.J. Metabolismo de nitrogênio em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.622-629, 2011.

COLUCCI, P.E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. Thesis (Ph.D. Thesis Animal Science) - University of Guelph, p.221, 1984.

DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A.; FERREIRA, D.S.; SANTOS, J. Desempenho de novilhas de corte alimentadas com cana hidrolisada. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.1, p.8-14, 2012.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v.48, n.4, p.249-251 1965.

FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA JUNIOR, R.C.; SANTOS, F.A.P.; SUSAN, I.; CARVALHO, E.R. Farelo de soja em substituição à uréia em dietas para bovinos de corte em crescimento. **Ciência Animal Brasileira**, v.10, n.2, p.373-378, 2009.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia (UFLA)**, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FIGUEIRA, D.G.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; LOPES, F.C.F.; TORRES, M.P. Dinâmica ruminal e pós ruminal da cana-de-açúcar e do farelo de algodão em bovinos alimentados com farelo de algodão e cana-de-açúcar suplementada com



três diferentes níveis de uréia. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.45, n.1, p.71-80, 1993.

FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. População protozoários ciliados e degradabilidade ruminal em búfalos e bovinos zebuínos sob dieta à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1853-1861, 2000.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA F.C.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.; ZONTA, A. Avaliação da cana-de-açúcar com diferentes níveis de hidróxido de cálcio. **Boletim de Indústria animal**, v.66, n.2, p.137-144, 2009.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA F.C.; ZONTA A.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.; ZONTA, M.C.M. Desempenho de novilhos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2532-2537, 2011.

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

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.

HASSOUN, P.; FULCHERI C.; NABENEZA S. Feeding dairy heifers untreated or urea-treated fibrous sugarcane residues: effect on dry matter intake, growth, and metabolic parameters. **Animal Feed Science and Technology**, v.100 p.31–41 2002.

HUNGATE, R.E. 1966. **The Rumen and Its Microbes**. Academic Press, New York. 1966. 533p.

JENKINS, S.J.; GREEN, S.A.; CLARK, P.A. Clinical chemistry reference values of normal domestic animals in various age groups – AS Determined on the ABA-100. **Cornell Veterinarian**, v.72, n.4, p.403-415, 1982.

KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals**. 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

MACEDO, T.M.; PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; LOPES, W.B.; SOARES, C.O.; CHAGAS, D.M.T. Degradabilidade da matéria seca e da fração fibrosa da cana de açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.12, n.2, p.429-440, 2011.

MAENG, W.J.; BALDWIN, R.L. Dynamics of fermentation of purified diet and microbial growth in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.59, n.4, p.636-642, 1976.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S.; MELLO, R.; FREITAS, J.A.; TORRES, R.A.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição à

silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

Mc. DONALD, I. Short note: A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252, 1981.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana e concentração plasmática de uréia em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.493-503, 2004.

MISSIO, R.L.; OLIVEIRA, M.D.S.; SFORCINI, M.P.R.; RENNÓ, F.P.; FREITAS JR, J.E.; ELEJADE, D.A.G.; FERRARI, V.B.; ABUD, G.C. Digestion of feed fractions and intake of heifers fed hydrolyzed sugarcane stored for different periods. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.7, p.1737-1746, 2012.

MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.; DOMINGUES, F.N.; MANZI, G.M.; FERREIRA, D.S.; SANTOS, J. Hidrólise da cana-de-açúcar com cal virgem ou cal hidratada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.6, p.1186-1190, 2010.

NOCEK, J.E. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.5, p.2051-2069, 1988.

N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7<sup>a</sup> Ed. rev. Washington, 2001. 381p.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. (Eds). **Nutrição de ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.183-228.

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C.; SILVA, T.M.; FERNANDES, A.R.M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

OLIVEIRA, M.D.S.; RÊGO, A.C.; SFORCINI, M.P.R.; FREITAS JUNIOR, J.E.; SANTOS, J.; CARVALHO, M.V. Bromatological characteristics and *in vitro* digestibility of four sugarcane varieties subjected or not to the application of quicklime. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.34, n.4, p.355-361, 2012.

ORSKOV, E.R.; Mc. DONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.

ORTIZ-RUBIO, M. A.; ORSKOV, E. R.; MILNE, J.; GALINA, H.M.A. Effect of different sources of nitrogen on *in situ* degradability and feed intake of Zebu cattle fed sugarcane tops (*Saccharum officinarum*). **Animal Feed Science and Technology**, v.139, p.143-158, 2007.

OWENS, F.N.; GOETSCH, A.L. Ruminant fermentation. In: CHURCH, D.C. (Ed.) **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: O & Books Inc., p.146-171.1988,

PEREIRA, O.G.; SOUZA V.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, D.H.; RIBEIRO, K.G; CECON, PR. Consumo e digestibilidade dos nutrientes e desempenho de bovinos de corte recebendo dietas com diferentes níveis de uréia. **Ciência Animal Brasileira**, v.9, n.3, p.552-562, 2008.

PINA, D.S.; TEDESCHIA, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO J.A.G.; DETMANN, E.; ANDERSON R. Influence of calcium oxide level and time of exposure to sugarcane on in vitro and in situ digestive kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.101-112, 2009.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, N.K.P.; FONSECA, M.A. Níveis de inclusão e tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o desempenho de novilhas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.648-656, 2011.

PRESTON, T.R. Analytical methods for characterizing In: Feed resources for ruminants. **Better utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines**. 2. A practical manual for research workers. Rome: FAO, 1986. p.106.

RABELO, C.H.S.; REZENDE, A.V.; NOGUEIRA, D.A.; RABELO, F.H.S.; ELIAS, R.F.; FÁRRIA JÚNIOR, D.C.N.A. Composição químico-bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca de cana-de-açúcar hidrolisada com cal virgem. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**, v.11, n.4, p.1137-1149, 2010.

RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; BRITO, A.F.; BRAGA, A.P. Produção, composição do leite e concentração de nitrogênio uréico no soro de vacas alimentadas com cana-de-açúcar corrigida. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.6-11, 2008.

RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, p.105, 2003.

SANTOS, A.B.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, M.L.A.; PEREIRA, T.C.J.; RIBEIRO, L.S.O.; JUCÁ, A.F.; MENDES, F.B.L. Excreção e concentração de uréia em vacas em lactação alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. ZOOTEC, 2009. **Anais...**, Águas de Lindóia/SP, 2009.

SILVA, E.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A. PIRES, A.V.; SATO, K.J.; PAES, J.M.V.; LOPES, A.D. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de capim-tifton 85: parâmetros ruminais, eficiência de síntese microbiana e degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.225-237, 2007.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T., CANESIN, R.C.; MESSANA, J.M.; REIS R.A.; RESENDE, K.T. Influência de fontes de nitrogênio no consumo e digestibilidade aparente total e parcial de novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.31, n.3, p.279-285, 2009a.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T. ; CANESIN, R.C. ; MESSANA, J.D.; FERNANDES, J.J.R.F.; PIRES, A.V. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre degradabilidade *in situ*, os parâmetros ruminais e a eficiência da síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.570-579, 2009b.

SLYTER, L.L., SATTER, L.D., DINIUS, D.A. Effect of ruminal ammonia concentration on nitrogen utilization by steers. **Journal of Animal Science**. v.48, n.4, p.906-912, 1979.

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

SOUZA C.S. **Adição crescente de uréia na cana de açúcar (*saccharum officinarum* L.) in natura em dietas de vacas em lactação**. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte/MG, p.121, 2011.

UDÉN, P.; COLUCCI, P.E.; Van SOEST, P.J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal Science Food Agriculture**, v.31, n.7, p.625-632, 1980.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e úreia plasmática e excreções de úreia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

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

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, p.98, 1980.



Tabela 1. Ingredientes e teores nutricionais das dietas experimentais, na matéria seca, de acordo com os respectivos tratamentos cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal).

Alimentos	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal
Cana Pura	70,00			
Cana com Uréia		70,00		
Cana com Cal			70,00	
Cana com Uréia mais Cal				70,00
Grão de Milho	13,20	25,48	13,20	25,48
Farelo de Soja	15,00	3,50	15,00	3,50
Uréia	0,80	0,02	0,80	0,02
Sal Mineral <sup>1</sup>	1,00	1,00	1,00	1,00
Teores Nutricionais (%)				
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)	65,24	66,24	65,24	66,24
Proteína Bruta (PB)	12,04	12,04	12,04	12,04
Proteína Degradável no Rúmen (PDR)	38,90	40,09	38,90	40,09
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	35,76	35,98	35,76	35,98
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	20,64	19,96	20,64	19,96
Cálcio (Ca)	0,38	0,33	0,69	0,65
Fósforo (P)	0,25	0,22	0,25	0,22

<sup>1</sup>Cálcio: 120g; Fósforo: 88 g; Sódio: 132g; Enxofre: 12 g; Cobalto: 55 mg; Cobre: 1.530 mg; Cobre: 1.800 mg; Iodo: 75 mg; Manganês: 1.300 mg; Selênio: 15 mg; Zinco: 3.630 mg; Cromo: 10 mg; Flúor: 880 mg; Fosforilato base: 100g.

Tabela 2. Consumos diários de MS, expressos em kg/dia (CMS), percentagem de peso corpóreo (CPC) e peso metabólico (CPM), MO, PB, FDN, FDA, CNF, CT, EE, MM e NDT, em novilhos Jersey alimentados com cana *in natura* (Ca), cana *in natura* com uréia (CaUr), cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Consumos	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
CMS – kg/dia	7,42	7,40	7,98	7,64	7,61	17,32
CPC – % PC	2,05	1,98	2,13	1,96	2,03	15,54
CPM – g/kgPC <sup>0,75</sup>	89,36	87,03	93,55	85,57	88,88	15,98
CMO – kg/dia	7,15	7,18	7,44	7,16	7,23	17,40
CPB – kg/dia	0,79	0,86	0,85	0,87	0,84	17,18
CFDN – kg/dia	2,38	2,74	2,51	2,88	2,63	17,57
CFDA – kg/dia	1,13	1,17	1,23	1,39	1,23	19,24
CCNF – kg/dia	3,87	3,43	3,94	3,27	3,63	17,78
CCT – kg/dia	5,25	5,17	5,46	5,15	5,26	17,54
CEE – kg/dia	0,12	0,15	0,14	0,15	0,14	13,94
CMM – kg/dia	0,27 b	0,22 b	0,54 a	0,48 a	0,38	18,20
CNDT – kg/dia	5,32	5,30	5,65	5,43	5,43	19,90

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 3. Concentração de nitrogênio amoniacal e pH do líquido ruminal de novilhos Jersey alimentados com cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Itens	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
N-NH <sub>3</sub> mg/100ml	8,30	9,05	8,38	9,78	8,88	26,43
pH	6,84	6,82	6,96	6,94	6,89	1,62

<sup>1</sup>Médias nas linhas dos respectivos tratamentos não diferiram entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Tabela 4. Cinética da fase líquida ruminal de novilhos Jersey alimentados com cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Itens	Tratamentos <sup>1,2</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
Taxa Passagem (%/h)	9,23	7,52	8,42	10,60	8,94	24,12
Volume ruminal (L)	65,10	72,77	84,84	68,10	72,70	21,52
Tempo reciclagem (h)	11,15	14,17	12,09	9,99	11,85	24,07
Taxa de fluxo (L/h)	6,00	5,16	7,16	6,77	6,27	19,16
Taxa reciclagem (vezes/dia)	2,15	1,69	1,99	2,26	2,02	24,12

<sup>1</sup>Médias nas linhas dos respectivos tratamentos não diferiram entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

<sup>2</sup>Dados das concentrações ruminiais de Cobalto ajustados por dieta (modelo de Colucci, 1984).

Tabela 5. Concentração média de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), relação acetato propionato e ácidos graxos totais de novilhos Jersey alimentados com cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com as respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
AGCC (mM)						
Acetato	51,31	54,76	51,92	51,31	52,33	17,33
Propionato	15,63	15,65	15,33	15,63	15,56	29,49
Butirato	14,21	17,49	16,14	14,21	15,51	29,43
Acetato : Propionato	3,29	3,56	3,93	3,29	3,52	16,25
Total AGCC	81,16	87,91	87,29	81,16	84,38	16,74
AGCC %						
Acetato	63,09	62,47	58,96	63,09	61,90	8,43
Propionato	19,22	17,70	21,28	19,22	19,36	15,50
Butirato	17,69	19,83	19,77	17,69	18,74	30,47

<sup>1</sup>Médias nas linhas dos respectivos tratamentos não diferiram entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

Tabela 6. Percentagem de desaparecimento ruminal da Matéria Seca dos alimentos concentrados e cana de açúcar, em função dos tratamentos cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal).

Concentrado <sup>1</sup>	Tempos de incubação em horas								Equação Regressão	R <sup>2</sup>	
	00	02	04	08	16	24	48	72			
Ca											
Milho	24,9	35,9	44,6	57,6	71,5	77,5	81,7	82,1	$y = -0,86x^2 + 16,61x + 6,76$	0,99	
Soja	30,1	37,3	43,5	53,8	67,8	76,2	85,7	87,7	$y = -0,11x^2 + 10,06x + 17,9$	0,98	
CaUr											
Milho	24,0	32,0	38,9	49,9	64,1	71,8	79,7	81,1	$y = -0,32x^2 + 11,87x + 10,0$	0,98	
Soja	29,7	35,1	39,8	47,9	59,4	66,5	75,8	78,1	$y = 0,06x^2 + 7,00x + 20,98$	0,99	
CaCal											
Milho	21,8	31,2	39,1	51,6	67,1	75,2	82,8	83,8	$y = -0,49x^2 + 14,16x + 5,44$	0,98	
Soja	26,9	33,1	38,7	48,0	61,3	69,5	79,8	82,4	$y = 0,04x^2 + 8,29x + 16,59$	0,99	
CaUrCal											
Milho	19,4	28,4	36,1	48,4	64,1	72,5	80,7	82,0	$y = -0,41x^2 + 13,53x + 3,57$	0,98	
Soja	26,7	33,1	38,8	48,4	62,0	70,5	81,1	83,7	$y = 0,04x^2 + 8,52x + 16,11$	0,98	
Volumoso <sup>1</sup>											
Volumoso <sup>1</sup>	Tempos de incubação em horas									Equação Regressão	R <sup>2</sup>
	00	02	04	08	16	24	48	72	96		
Ca	36,1	45,6	49,9	52,6	53,3	53,3	53,3	53,3	53,3	$y = -0,53x^2 + 7,02x + 32,01$	0,93
CaUr	35,1	39,2	41,5	44,5	47,3	48,2	48,6	48,7	48,7	$y = -0,31x^2 + 4,75x + 30,65$	0,99
CaCal	30,1	42,9	48,8	52,7	53,7	53,8	53,8	53,8	53,8	$y = -0,73x^2 + 9,67x + 24,26$	0,93
CaUrCal	36,6	41,4	45,0	49,4	53,0	54,0	54,4	54,4	54,4	$y = -0,43x^2 + 6,49x + 30,25$	0,99

Tabela 7. Percentagem de desaparecimento ruminal da Proteína Bruta (PB), Fibra em Detergente Neutro (FDN) e Fibra em Detergente Ácido (FDA) da cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal)

Parâmetros	Tempos de incubação em horas									Equação Regressão	R <sup>2</sup>
	00	02	04	08	16	24	48	72	96		
<b>PB</b>											
Ca	25,3	27,5	29,6	33,3	39,1	43,2	49,8	52,3	53,1	$y=0,04x^2+3,54x+20,30$	0,97
CaUr	56,2	60,0	63,1	67,5	72,2	74,1	75,4	75,5	75,5	$y=-0,34x^2+6,07x+49,51$	0,98
CaCal	13,3	14,2	15,0	16,7	20,0	23,2	32,0	39,8	46,7	$y=0,65x^2-2,35x+15,61$	0,99
CaUrCal	58,7	58,9	61,0	62,8	65,4	67,0	69,0	69,5	69,7	$y=-0,07+2,25x+55,46$	0,97
<b>FDN</b>											
Ca	15,4	16,5	17,6	19,6	22,9	25,5	30,3	32,4	33,4	$y=0,11x^2+1,42x+13,15$	0,97
CaUr	14,9	15,3	15,8	16,7	18,5	20,3	25,7	31,2	35,7	$y=0,44x^2-1,88x+16,87$	0,99
CaCal	16,6	17,7	18,8	20,7	24,0	26,5	31,3	33,6	34,8	$y=0,12x^2+1,27x+14,56$	0,98
CaUrCal	21,4	23,0	24,4	26,9	30,8	33,6	38,1	39,8	40,4	$y=0,03x^2+2,39x+18,06$	0,97
<b>FDA</b>											
Ca	4,6	5,3	6,0	7,3	9,7	11,8	17,0	20,7	23,4	$y=0,28x^2-0,38x+4,65$	0,99
CaUr	6,0	6,8	7,6	9,0	11,3	13,3	17,3	19,4	20,6	$y=0,13x^2+0,65x+4,83$	0,98
CaCal	7,2	8,1	9,0	10,7	13,5	15,9	20,7	23,3	24,8	$y=0,17x^2+0,72x+5,84$	0,98
CaUrCal	7,0	8,4	9,7	12,1	16,0	18,9	24,3	26,8	27,9	$y=0,11x^2+1,78x+4,29$	0,98

Tabela 8. Valores dos coeficientes "a", "b" e "c", referentes à degradabilidade ruminal da matéria seca e suas degradabilidades efetivas para as velocidades de passagem de 2, 5 e 8 % por hora.

Alimentos	"a" <sup>1</sup>	"b" <sup>1</sup>	"c" <sup>1</sup>	2%/hora	5%/hora	8%/hora
Farelo de Soja	22,71	59,69	0,83	70,8	60,0	53,2
Milho	28,55	56,24	0,58	70,3	58,7	52,1
Cana	36,17	17,20	0,40	52,6	51,5	50,5
CaUr	36,15	12,55	0,14	47,1	45,4	44,1
CaCal	30,13	23,71	0,39	52,7	51,1	49,8
CaUrCal	36,62	17,81	0,16	52,4	50,2	48,5

<sup>1</sup>"a" fração solúvel degradada no tempo zero, "b" degradabilidade potencial em função do tempo e "c" taxa fracional de degradação da fração "b" por unidade de tempo.



Tabela 9. Níveis plasmáticos de glicose e uréia; e perda de uréia e nitrogênio urinário com seus respectivos coeficientes de variação (CV), em novilhos alimentados com cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal).

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
Glicose – mg/dL	55,7	54,4	54,6	57,2	55,4	8,63
Uréia – mg/dL	12,3 b	20,4 a	15,3 b	21,1 a	17,3	18,98
Perda de Uréia – g/dia	90,5	166,6	123,3	156,1	134,1	27,11
Perda de Uréia – mg/kg PC	233,6	444,2	313,9	415,5	351,8	28,25
Perda de N – mg/kg PC	108,8	207,0	146,3	193,6	163,9	28,25

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 10. Coeficientes de digestibilidade da dieta novilhos alimentados com cana *in natura* (Ca); cana *in natura* com uréia (CaUr); cana hidrolisada com cal virgem (CaCal) e cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal), com seus respectivos coeficientes de variação (CV).

Digestibilidade <sup>2</sup>	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
DMS	70,33	68,25	71,21	71,02	70,20	6,62
DMO	73,42	71,22	74,03	74,55	73,30	5,62
DPB	63,85	63,85	64,74	70,34	65,70	8,34
DFDN	43,67	46,30	47,41	56,10	48,40	19,14
DFDA	32,94	34,14	39,77	48,72	38,90	35,16
DCNF	92,78	92,63	93,20	93,82	93,10	3,15
DCT	74,32	72,20	75,36	74,67	74,15	5,26
DEE	65,31	70,03	69,36	65,28	67,50	12,95

<sup>1</sup> Médias nas linhas dos respectivos tratamentos não diferiram entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

<sup>2</sup> Porcentagem de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos não fibrosos (DCNF), carboidratos totais (DCT), extrato etéreo (DEE) e matéria mineral (DMM).

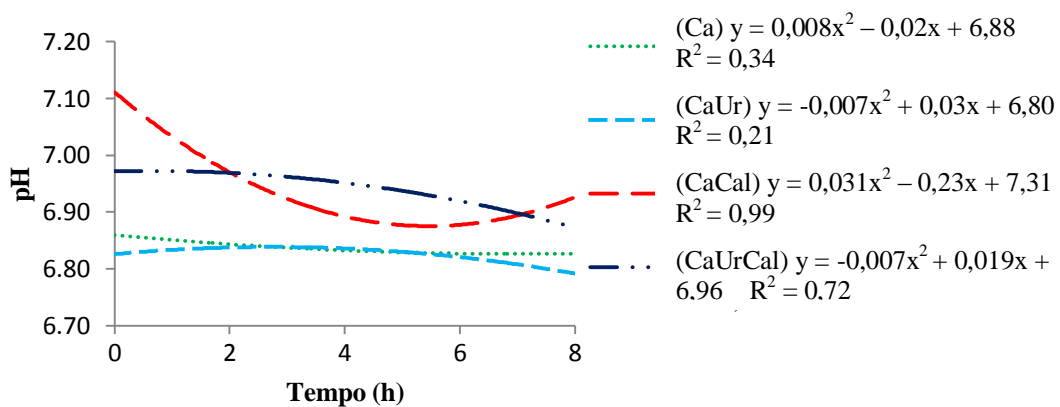


Figura 1. Valores médios de pH ruminal antes (0) e 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação dos animais.

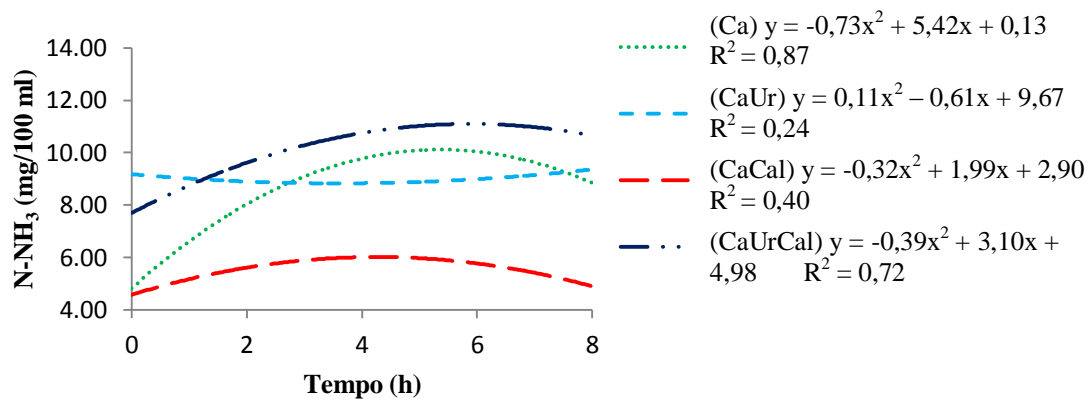


Figura 2. Valores médios de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) ruminal antes (0) e 2, 4, 6 e 8 horas após a alimentação dos animais.

### CAPÍTULO III

O artigo descrito abaixo foi elaborado de acordo com as normas da revista PAB (<http://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/about/submissions#onlineSubmissions>).

#### **Desempenho de vacas leiteiras alimentadas com cana de açúcar associada à uréia e tratada com cal virgem**

**Resumo** – Avaliou-se com este estudo o efeito do uso de dietas contendo cana de açúcar *in natura* e associada com uréia e/ou cal virgem, no desempenho produtivo, composição do leite e digestibilidade dos alimentos em vacas leiteiras da raça Girolando. O experimento teve duração de 84 dias, os animais foram mantidos em confinamento e receberam os seguintes tratamentos: Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Ureia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Ureia (CaUrCal). Foram utilizadas quatro vacas multíparas, distribuídas em um delineamento em quadrado latino. O período experimental teve duração de 21 dias, sendo os 14 dias iniciais para a adaptação dos animais a respectiva dieta, e sete dias para coleta dos dados. Os parâmetros avaliados foram submetidos à análise de variância e as medias comparadas pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). O consumo dos animais não foi influenciado pelas dietas e a melhor eficiência alimentar foi para os animais que consumiram a dieta CaUrCal (1,25 kg leite/kg MS). Para a digestibilidade, houve diferença entre os tratamentos para carboidratos não fibrosos, em que a dieta a base de CaCal foi superior a CaUr. Os níveis séricos de glicose e uréia foram semelhantes, porém a excreção de uréia e nitrogênio urinário no CaCal foi superior ao CaUr e Ca. O uso de dietas de cana com os aditivos uréia e cal virgem, não influenciaram a composição e produção de leite.

Termos para indexação: digestibilidade, Girolando, produção de leite, oxido de cálcio

**Performance of dairy cows fed with sugar cane associated with urea and treated with calcium oxide**

**Abstract** – The objective of the present work was to evaluate the effect of feeding diets containing sugar cane *in natura* associated with urea and / or calcium oxide, on productive performance, milk composition and digestibility in dairy cows of the Girolando breed. The experiment lasted 84 days, the animals were kept in confinement and received the following treatments: Sugarcane *in natura* (Ca); Sugarcane *in natura* with Urea (CaUr); Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide (CaCal) and Sugarcane hydrolyzed with Calcium oxide more Urea (CaUrCal). There were four multiparous cows, distributed in a Latin square design, 4 x 4. The experimental period lasted 21 days, being the initial 14 days for adaptation of animals to their diet, and seven days for data collection. Parameters were subjected to analysis of variance and the averages compared by the Tukey test ( $p < 0,05$ ). The intake of the animals were not influenced by the diets and feed efficiency was better for the animals fed diet CaUrCal (1.25 kg milk / kg DM). To digestibility was a difference between treatments for non-fiber carbohydrates, that in the diet based on CaCal exceeded CaUr. Serum glucose and urea were similar, but the excretion of urea and urinary nitrogen was higher in CaCal than CaUr and Ca. The use of diets with sugar cane with the additives urea and calcium oxide did not affect the composition and milk production.

**Keywords:** digestibility, Girolando breed, milk production, calcium oxide

## Introdução

No Brasil a pecuária leiteira apresenta ao longo do ano, principalmente no inverno, redução na produção de leite. Isso ocorre devido à deficiência de pastagens no período seco do ano, visto que o sistema de produção predominante é o extensivo. Tal deficiência alimentar além de afetar diretamente a produção e reflete também na reprodução e saúde dos animais.

Entre os recursos forrageiros alternativos para minimizar os efeitos prejudiciais da entressafra das pastagens, a cana de açúcar e uma opção de destaque, pois possibilita a obtenção de bons desempenhos no período de escassez de forragem, além de apresentar menor custo em relação a outros alimentos concentrados. Entretanto, de acordo com Mendonça et al., (2004a) existem limitações quanto ao uso dessa forragem, principalmente em virtude do reduzido teor de proteína bruta e da baixa digestibilidade dos componentes da parede celular, ocasionando um longo tempo de permanência do alimento no rúmen e efeitos deletérios sobre o consumo.

Dessa forma, uma alternativa para melhorar a digestibilidade da fração fibrosa da cana de açúcar é o uso de agentes alcalinizantes, como o óxido de cálcio micropulverizado, ou cal virgem como é mais conhecido. Segundo Berger et al., (1994), o tratamento hidrolítico de forragens com a cal virgem tem por base a formação de hidróxido de cálcio, um agente alcalino com moderado poder de hidrólise da fibra.

No entanto para corrigir o baixo teor proteico da cana, a maneira mais usual é a utilização de 1% de uréia em função do peso da cana picada (Santos et al., 2005), sendo também recomendada a adição de uma fonte de enxofre, como o sulfato de amônio, para manter uma razão N:S de 9:1, respectivamente (Paiva et al., 1991), e conseqüentemente, suprir a síntese de aminoácidos sulfurados no rúmen.

O uso da cana de açúcar na alimentação de ruminantes é uma boa alternativa de reserva de forragem. Além disso, soma-se ao fato o expressivo crescimento do setor sucroalcooleiro, o que proporciona vasto conhecimento para cultivo e produção desta forrageira, em diversos locais, haja vista que a cana de açúcar é cultivada em todo o Brasil.

Nesse sentido objetivou-se avaliar o efeito do uso da cana de açúcar associada à uréia e cal virgem, no desempenho, consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e os parâmetros sanguíneos e urinários de vacas leiteiras confinadas na região do Alto-Pantanal Sul-Mato-Grossense.

### **Material e métodos**

O ensaio foi realizado na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul - Unidade Universitária de Aquidauana, localizada no Município de Aquidauana – MS / Brasil, região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, durante os meses de maio a agosto de 2011. As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados.

Quatro vacas multíparas da raça Girolando ( $3/4$  Holandês x  $1/4$  Gir), com 21 dias após do parto, peso corporal médio de  $493,00\text{kg} \pm 43,00\text{ kg}$  e idade média de 48 meses. Os animais foram alimentados com cana de açúcar (*Saccharum officinarum*) e concentrado e a razão volumoso:concentrado, na matéria seca foi de 70:30, respectivamente; mais os aditivos uréia e cal virgem.

Os tratamentos avaliados foram a Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal); os animais foram distribuídos em um delineamento em quadrado latino 4 x



4. O período experimental foi de 21 dias, com 14 dias de adaptação dos animais a respectiva dieta, e os demais dias foram utilizados para coleta dos dados.

A cana foi cortada em intervalos de 2 a 3 dias e armazenada na sombra, no momento do fornecimento aos animais foi efetuada a retirada das folhas secas e a trituradas com tamanho entre 7 e 10 mm.

No tratamento CaUr foi adicionada a cana moída uma mistura de uréia e sulfato de amônio, na proporção de 9:1, respectivamente. Nos sete primeiros dias de adaptação, foi adicionado 0,5% da mistura uréia:sulfato de amônio, na matéria natural da cana. Posteriormente a quantidade a uréia:sulfato de amônio foi elevada para 1% na matéria natural. Para homogeneizar de ureia a cana, esta foi diluída em 4 litros água para cada 100 kg de cana e pulverizada sobre a cana.

Para o CaCal, a cana moída foi tratada com 0,5% de cal virgem, livre de dioxinas e furanos, diluída em água (4 L / 100 kg e cana), e pulverizada na matéria natural nos sete primeiros dias do período de adaptação. Posteriormente, a quantidade de cal virgem passou a 1%. O fornecimento da cana enriquecida com a cal virgem ocorreu após 24 horas da adição do produto.

No tratamento CaUrCal primeiramente efetuou-se a hidrólise da cana moída com a cal virgem em e após 24 horas, adicionado a mistura uréia:sulfato de amônio no momento do fornecimento aos animais. Os períodos de adaptação e as quantidades de produtos foram às mesmas descritas acima.

Além da dieta com 70% de cana e 30% de concentrado, na matéria seca, as vacas receberam sal mineral à vontade e um concentrado complementar composto de grão de milho triturado, farelo de soja e calcário calcítico (64, 34 e 2 kg, na MS, respectivamente), a quantidade de concentrado fornecido foi em função do nível de produção de leite, na

proporção de 1 kg da mistura para cada 2,5 litros de leite acima do potencial da dieta base (Tabela 1).

O fornecimento do alimento aos animais foi realizado três vezes ao dia, às 7h00, 12h00 e 17h00. A ordenha dos animais foi mecanizada, realizada duas vezes ao dia às 6h00 e 16h00, e a pesagem do leite efetuada realizada diariamente. Foram coletadas amostras de leite nos 15, 18 e 21º dias para análise da qualidade nutricional. As amostras de leite foram coletadas em recipientes plásticos esterilizados, refrigeradas a 4°C, e imediatamente analisados os teores de gordura, sólidos não gordurosos, proteína e lactose, bem como os valores de densidade, pH e condutividade utilizando-se o equipamento Ekomilk Total.

O desempenho das vacas foi determinado através da produção de leite, do consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em percentagem do peso corpóreo e em função do peso metabólico, dos consumos de proteína bruta e fibra em detergente neutro e da eficiência alimentar (produção de leite/consumo). Para isso, foram coletados amostras dos alimentos ofertados e das sobras, durante o período experimental de cada tratamento, sendo as amostras congeladas e posteriormente analisado os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com metodologia descrita pela AOAC (1990).

Para determinar a digestibilidade aparente dos nutrientes durante a fase experimental de cada tratamento, os alimentos e sobras que foram pesados, amostrados e congelados diariamente, também foi feita coleta de fezes, diretamente do reto do animal, nos dias 15, 18 e 21º. As amostras de fezes foram armazenadas em sacos plásticos, congeladas. A produção fecal foi estimada utilizando-se a fibra em detergente neutro indigerível (FDNi) como indicador interno. Para isto, foram incubados os alimentos oferecidos, as sobras e as fezes no rúmen de um bovino fistulado com cânula ruminal por 144 horas, segundo o método descrito por Craig et al. (1984). As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína

bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinza (CZ), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram feitas segundo os procedimentos descritos pela AOAC (1990); e os carboidratos totais (CHOT) e nutrientes digestíveis totais (NDT), calculados segundo metodologia descrita por Sniffen et al. (1992). Já os Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram determinados de acordo com a equação proposta por Hall (2000), onde  $CNF = \{100 - [(PB (\%MS) - \%PB \text{ derivada da uréia} + \% \text{ de uréia}) + FDN (\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]\}$ .

As amostras de urina foram coletadas na forma “spot” nos dias 15, 18 e 21º, três a quatro horas após a alimentação, por micção espontânea dos animais. As amostras de urina, após filtragem em gaze, foram diluídas em ácido sulfúrico a 0,036N, numa relação 10:9, respectivamente e congeladas; conforme a metodologia proposta por Valadares et al. (1999). Posteriormente, foi determinada a concentração de creatinina e de uréia, utilizando-se kits comerciais Labtest e Gold Analisa, com leitura em espectrofotômetro. O cálculo da produção urinária foi realizado através da equação:  $\text{Produção de urina} = [(27,77 \text{ mg creatinina} \times \text{Peso corpóreo}) / \text{Concentração de creatinina na amostra em mg/litro}]$ , descrita por Rennó (2003). Já a perda de uréia na urina, expressa em g/dia, mg/kgPC e mg N-uréia/kgPC, foi estimada pelas equações: 1)  $\{[(\text{mg/dl de uréia na amostra de urina} \times 10) \times \text{litros de urina}] / 1000\}$ ; 2)  $[(\text{mg/dia de uréia}) / \text{peso corpóreo}]$ ; e 3)  $(\text{mg/kgPC de uréia} \times 0,466)$ , respectivamente.

As coletas de sangue foram efetuadas nos dias 15, 18 e 21º, diretamente na veia jugular, cerca de 4 horas após a alimentação utilizando-se tubos de *vacutainer* contendo heparina. As amostras foram imediatamente centrifugadas e o plasma congelado para posterior análise de glicose e de uréia plasmática, utilizando-se kits comerciais da Labtest.

Os parâmetros avaliados foram submetidos a testes para verificar a homogeneidade entre as variâncias e para determinar a normalidade dos resíduos, posteriormente os dados foram submetidos à análise de variância e as medias quando significativas comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, por meio do programa estatístico Sisvar 5.1 (Ferreira,

2011). O modelo estatístico utilizado foi  $y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \tau_k + e_{ijk}$  em que  $y_{ijk}$  representa a observação do tratamento  $i$ , no animal  $j$  e no período  $k$ ;  $\mu$  representa uma constante geral associada a esta variável aleatória;  $\alpha_i$  o efeito do tratamento  $i$  ( $i = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $\beta_j$  o efeito do animal; ( $j = 1, 2, 3$  e  $4$ );  $\tau_k$  o efeito período; ( $k = 1, 2, 3$  e  $4$ ); e  $e_{ijk}$  o erro experimental associado a observação  $y_{ijk}$ .

## Resultados e discussão

O consumo de matéria seca, expresso em kg/dia, em percentagem do peso corporal e em função do peso metabólico, bem como os consumos de proteína bruta, fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido, não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ), (Tabela 2). Para a eficiência alimentar o tratamento contendo cana hidrolisada com cal virgem mais uréia (CaUrCal) proporcionou resultados superiores aos demais tratamentos.

Os resultados obtidos concordam com os apresentados por Aranda et al. (2001) que não obtiveram diferenças no consumo de MS e dos demais nutrientes em dietas com cana contendo ou não uréia, para novilhas mestiças. Da mesma forma, Santos et al. (1998) e Aquino et al. (2007) não encontraram diferença para consumo de MS quando usaram uréia como fonte de PB em dietas para vacas. Por outro lado Silva et al. (2001) obtiveram redução linear no consumo de MS e dos nutrientes e a eficiência alimentar apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,01$ ) com o aumento nas proporções de uréia nas rações de vacas leiteiras.

Com relação à hidrólise, os resultados obtidos se assemelham aos de Alves et al. (2010) e Freitas et al. (2011) que também não verificaram diferenças no consumo de MS, expressos em kg/dia e em % do peso corporal, ao fornecerem dietas com cana *in natura* e cana hidrolisada com cal hidratada para vacas mestiças e novilhos, respectivamente. Entretanto, Ezequiel et al. (2005) utilizando óxido de cálcio obtiveram aumento no consumo

de MS para os animais que consumiram cana hidrolisada em quando comparados a cana *in natura*. Estas divergências entre os resultados de consumo entre cana *in natura* e cana tratada com cal, podem ser explicadas devido aos diferentes níveis de inclusão da cal e do tempo de ação do agente alcalinizante sobre a forrageira.

Em relação à associação dos aditivos uréia e cal virgem, os resultados obtidos são coerentes com os de Pancoti et al. (2011) que não obtiveram diferença no CMS, CPC e CPM em novilhas mestiças (Holandês x Zebu) alimentadas com cana corrigida com uréia tratada ou não com cal virgem.

Para os coeficientes de digestibilidade aparente total da MS, MO, PB, FDN, FDA, CT, EE e MM os aditivos uréia e cal virgem não influenciaram os resultados (Tabela 3), exceto os carboidratos não fibrosos que apresentaram diferenças significativas ( $P < 0,05$ ), onde o tratamento CaCal apresentou maior digestibilidade que o CaUr.

Esse resultado diverge dos encontrados por Pina et al. (2009) e Mota et al. (2010) que obtiveram aumento nos coeficientes de digestibilidade da MS e FDN da cana tratada com óxido de cálcio se comparada a cana *in natura*. Oliveira et al. (2007) também observaram aumento da digestibilidade *in vitro* da MS, FDN e FDA da cana de açúcar com adição da cal virgem.

Entretanto, Moraes et al. (2008) trabalhando com novilhas (Nelore e mestiças Nelore x Holandês), não constataram melhora na digestibilidade dos nutrientes da cana quando tratada com a cal virgem. Reduções no coeficiente de digestibilidade da MO foram obtidas por Pancoti et al. (2011) porém a digestibilidade da MS não sofreu alterações quando a cana corrigida com uréia foi hidrolisada por óxido de cálcio.

Resultados semelhantes foram obtidos por Schmidt et al. (2007) para os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, FDN e FDA, avaliando silagem de cana com adição de ureia. Lopes et al. (2007) observaram maiores coeficientes de digestibilidade de CNF em silagem de

cana que as silagens de cana com adição de 1,5% de uréia para ovelhas, sendo que a digestibilidade da MS não foi alterada. Silva et al. (2001) também não apresentaram mudança na digestibilidade da MS, MO, PB, CT e FDN com o uso de níveis de uréia como fonte de NNP em dietas de vacas. Valores de coeficientes de digestibilidade aparentes da MS, MO, PB, EE, CT, FDN e CNF semelhantes em dietas de vacas lactantes da raça Holandesa com 0,35 ou 1,0% de uréia na cana também foram obtidas por Mendonça et al. (2004b).

A produção de leite corrigida para 3,5% de gordura e as características físico-químicas do leite, não foram influenciadas ( $P>0,05$ ) pela adição de uréia e cal virgem (Tabela 4). A semelhança entre os resultados pode ser atribuída pela ausência de diferenças no consumo e na digestibilidade dos nutrientes, o que proporcionou a mesma quantidade de nutrientes disponíveis para os animais expressarem seu potencial genético.

A produção de leite variou entre 12,95 a 14,25 Kg/dia, sendo esta produtividade inferior a encontrada por Alves et al. (2010), de 14,78 e 16,49 ( $P<0,05$ ) para vacas mestiças (Holandês x Gir), alimentadas com cana *in natura* e cana hidrolisada, respectivamente.

Valores inferiores foram obtidos por Paiva et al., (1991), de 10,58 L/dia, para vacas mestiças (Holandês x Zebu) alimentadas com cana de açúcar com 0,8% uréia e por Lana et al. (2011) que obtiveram produções entre 7,51 e 10,89L/dia com vacas mestiças (Holandês x Zebu) alimentadas com cana acrescida com 0,5% de uréia e diferentes níveis de concentrado.

Os teores de proteína, gordura, sólidos não gordurosos e lactose, valores de densidade, condutividade e pH do leite não foram alterados em função dos tratamentos. Esses resultados estão coerentes com os obtidos por Alves et al. (2010) ao utilizar óxido de cálcio como agente alcalinizante na cana. Da mesma forma Paiva et al. (1991), Costa et al. (2005) e Aquino et al. (2007) que não observaram diferenças na composição do leite de vacas contendo uréia em suas dietas.

As concentrações séricas de glicose e uréia plasmática, não diferiram entre os tratamentos (Tabela 5) e estão entre os limites para bovinos de acordo com Kaneko et al. (1997), que considera os níveis normais de 45,00 a 75,00 mg/dL para a glicose e de 17,00 a 45,00 mg/dL para a uréia.

Valores médios de glicose plasmática (56,68 mg/dL) próximos aos deste experimento foram encontrados por Lopez et al. (2004) que não obtiveram diferença nos níveis glicêmicos em vacas Jersey. Segundo Gagliostro & Chilliard (1992), devido aos mecanismos de economia de glicose dos ruminantes, os efeitos dos tratamentos sobre as concentrações de glicose plasmática normalmente não são esperados, o que explica a manutenção da glicemia.

As perdas de uréia e nitrogênio na urina (Tabela 5) foram influenciadas pela dieta, sendo a dieta CaCal a que proporcionou os maiores níveis de excreção nitrogênio e de uréia urinaria quando comparadas as dietas Ca e CaUr, contudo, CaUrCal não diferiu de nenhum dos tratamentos.

Em trabalho realizado por Carvalho et al. (2011) utilizando níveis de inclusão de até 2,25% de óxido de cálcio na cana fresca corrigida com 1% de uréia com base na matéria natural para novilhas mestiças Holandês-Zebu, não foi encontrada diferenças significativas nos níveis plasmáticos de uréia e nas excreções urinárias de nitrogênio e uréia, com valores de 31,49 a 35,35 mg/dL, 461,27 mg/dL PC e 206,00 mg/dL PC, respectivamente, e portanto superiores ao deste trabalho. Resultados semelhantes foram relatados por Santos et al. (2009). corrigida a 0,35 e 1% de uréia observaram alterações nos níveis de uréia plasmática

Mendonça et al. (2004a) ao fornecerem a vacas lactantes dietas com cana (58,0 e 51,0 mg/dL), porém não encontraram diferenças nas excreções urinárias de uréia (492,00 mg/dL PC) e de nitrogênio (115,00g/dia). Rangel et al. (2008) ao alimentarem vacas lactantes com cana de açúcar corrigida com uréia em diferentes níveis de inclusão (0,0; 0,4; 0,8 e 1,2% na

matéria natural) também não verificaram diferenças nas concentrações de N-uréico plasmático.

Valores de uréia plasmática de até 34,28 mg/dL, representa a máxima eficiência microbiana e o limite para que não ocorra perdas de proteína (Valadares et al., 1997). Assim, como as concentrações de uréia sanguínea neste trabalho são inferiores a este limite, pode-se inferir que não houve perda de proteína dietética, embora exista diferença nas excreções urinárias de nitrogênio e uréia.

### **Conclusões**

1. A adição do composto uréia mais sulfato de amônia, em 1% da matéria natural, da cana de açúcar não proporcionou diferenças na produção e composição do leite, consumo de alimentos e na digestibilidade de vacas da raça Girolando.

2. A adição de cal virgem, em 1% na matéria natural, da cana por 24 horas, não influenciou significativamente no consumo, na digestibilidade da fração fibrosa e no desempenho de vacas lactantes Girolando, melhorando apenas a digestibilidade de carboidratos não fibrosos da cana de açúcar.

3. A associação de uréia e cal virgem a cana proporcionou melhor eficiência alimentar, porém não houve aumento na produção de leite.



## Referências

ALVES, A.C.N.; EZEQUIEL, J.M.B.; LIMA, M.L.P.; AUGUSTINHO, E.T. Desempenho produtivo de vacas mestiças alimentadas com cana-de-açúcar hidrolisada e “in natura”. **Nucleus Animalium**, v.2, n.2, p. 123-129, 2010.

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

ARANDA, I.E.; MENDOZA, M.G.D.; GARCIA, B.C. CASTREJON, F. Growth of heifers grazing stargrass complemented with sugar cane, urea and a protein supplement. **Livestock Production Science**, v. 71, p. 201-206, 2001.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS (AOAC). **Official methods of analysis of the association of official agriculture chemists**. Washington, 1990.

BERGER, L.L.; FAHEY, G.C; BOURQUIN, L.D. et al. Modification of forage after harvest. In: FAHEY, D.C. (Ed.) **Forage Quality, Evaluation and Utilization**.1.ed. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society, Soil Science Society, p.922-966, 1994.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E.; SILVA, R.R.; PEREIRA, M.L.A.; SANTOS, A.B. PEREIRA, T.C.J. Metabolismo de nitrogênio em

novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.622-629, 2011.

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 na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6 (supl.), p.2437-2445, 2005.

CRAIG, W.M.; HONG, B.J.; BRODERICK, G.A; BULA, R.J. *In vitro* inoculum enriched with particle associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal of Dairy Science**, v.50, n.4, p.523-526, 1984.

EVANS, E.H.; YORSTON, S.A.; BINNENDYK, D.V. Numerous factors affect milk protein percentage. **Feedstuffs**, v.65, n.15, p.14-21, 1993.

EZEQUIEL J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L.; MENDES, A.R.; PEREIRA, E.M.O.; FATURI, C.; NASCIMENTO FILHO, V.F.; FEITOSA, J.V. Processamento da cana-de-açúcar: efeitos sobre a digestibilidade, o consumo e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1704-1710, 2005.

FERREIRA, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FREITAS, A.W.P.; ROCHA F.C.; ZONTA A.; FAGUNDES, J.L.; FONSECA, R.; ZONTA, M.C.M. Desempenho de novilhos recebendo dietas à base de cana-de-açúcar *in natura* ou hidrolisada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.11, p.2532-2537, 2011.

GAGLIOSTRO, G.A.; CHILLIARD, Y. Utilización de lípidos protegidos en la nutrición de vacas lecheras. II- Efectos sobre la concentración plasmática de metabolitos y hormonas, movilización de lípidos corporales y actividad metabólica del tejido adiposo. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.12, n.1, p.17-32, 1992.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates. Nutritional relevance and analysis.** Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.

KANEKO, J.J.; HARVEY, J.W.; BRUSS, M.L. **Clinical Biochemistry of Domestic Animals.** 5.ed. San Diego: Academic Press, 1997. 932p.

LANA, R.P.; ABREU, D.C.; CASTRO, P.F.C.B.; TEIXEIRA, R.M.A.; ZAMPERLINE, B.; SOUZA, B.S.C.B.C. Produção de leite por vacas mestiças em função da suplementação com concentrados energéticos e/ou proteicos a pasto ou confinadas. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v.1, n.1, p.140-145, 2011.

LOPES, J.; EVANGELISTA, A.R.; ROCHA, G.P. Valor nutricional da silagem de cana-de-açúcar acrescida de ÚREA e aditivos absorventes de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4(suplemento), p.1155-1161, 2007.

LÓPEZ, S. E.; LÓPEZ, J.; STUMPF JUNIOR, W. Parâmetros séricos de vacas leiteiras na fase inicial de lactação suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Archivos Latino americanos de Producción Animales**, v.12, n.3, p.96-102, 2004.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Balanço de compostos nitrogenados, produção de proteína microbiana e concentração plasmática de uréia em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.493-503, 2004a.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; SOARES, C.A.; LANA, R.P.; QUEIROZ, A.C.; ASSIS, A.J.; PEREIRA, M.L.A. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004b.

MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C., MORAES, E.H.B.K.; LEÃO, M.I.; VALADARES, R.F.D.; PEREIRA, O.G.; SOLÉRO, B.P. Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio fornecida com diferentes níveis de concentrado para novilhas de corte em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.7, p.1293-1300, 2008.

N.R.C. - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7<sup>a</sup> Ed. rev. Washington, 2001. 381p.

OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C.; SILVA, T.M.; FERNANDES, A.R.M.; CALDEIRÃO, E.; CARABOLANTE, A. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.

PAIVA, J.A.J.; MOREIRA, H.A.; CRUZ, G.M.; VEMEQUE, R.S. Cana-de-açúcar associada à úreia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.

PANCOTI, C.G.; BORGES, A.L.C.C.; LOPES, F.C.F.; SILVA, R.R.; CAMPOS, M.M. Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada com óxido de cálcio para novilhas Holandês x Zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.4, p.905-913, 2011.

PINA, D.S.; TEDESCHIA, L.O.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO J.A.G.; DETMANN, E.; ANDERSON R. Influence of calcium oxide level and time of exposure to sugarcane on in vitro and in situ digestive kinetics. **Animal Feed Science and Technology**, v.153, p.101-112, 2009.

RANGEL, A.H.N.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; BRITO, A.F.; BRAGA, A.P. Produção, composição do leite e concentração de nitrogênio uréico no soro de vacas alimentadas com cana-de-açúcar corrigida. **Revista Caatinga**, v.21, n.4, p.6-11, 2008.

RENNÓ, L.N. **Consumo, digestibilidade total e parcial, produção microbiana, parâmetros ruminais e excreções de uréia e creatinina em novilhos alimentados com**

**dietas contendo quatro níveis de uréia ou dois níveis de proteína.** Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, p.105, 2003.

SANTOS, A.B.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, M.L.A.; PEREIRA, T.C.J.; RIBEIRO, L.S.O.; JUCÁ, A.F.; MENDES, F.B.L. Excreção e concentração de úreia em vacas em lactação alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. ZOOTEC, 2009. **Anais...**, Águas de Lindóia/SP, 2009.

SANTOS, F.A.P.; HUBER, J.T.; THEURER, C.B.; SWINGLE, R.S.; SIMAS, J.M.; CHEN, K.H.; YU, P. Milk yield and composition of lactating cows fed steam flaked sorghum and graded concentrations of ruminally degradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.1, p.215-220, 1998.

SANTOS, F.A.P.; VOLTOLINI, T.V.; PEDROSO, A.M. Balanceamento de dietas com cana-de-açúcar para rebanhos leiteiros: até onde é possível ir? In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO INTENSIVA DE LEITE, 7., 2005, Uberlândia. **Anais...**, Uberlândia/MG, p.208-245. 2005.

SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CAMPOS, J.M.S.; OLIVEIRA G.A.; OLIVEIRA, A.S. Uréia para vacas em lactação. 1. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1639-1649, 2001.

SCHMIDT, P.; MARI, L.J.; NUSSIO L.G.; PEDROSO, A.F.; PAZIANI, S.F.; WECHSLER, S. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química

das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5 (supl.), p.1666-1675, 2007.

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

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I.B. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1270-1278, 1997.

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

Tabela 1. Ingredientes e teores nutricionais das dietas experimentais, na matéria seca, de acordo com os respectivos tratamentos Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal).

Ingredientes	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal
Cana Pura	70,00			
Cana com Uréia		70,00		
Cana com Cal			70,00	
Cana com Uréia mais Cal				70,00
Grão de Milho	12,70	22,55	13,00	22,50
Farelo de Soja	15,00	5,93	15,00	6,00
Uréia	0,80	0,02	0,80	0,02
Sal Mineral <sup>2</sup>	1,00	1,00	1,00	1,18
Calcário Calcítico	0,50	0,50	0,20	0,30
Teores Nutricionais (%) <sup>1</sup>				
Nutrientes Digestíveis Totais (NDT)	64,82	65,75	65,07	65,76
Proteína Bruta (PB)	12,98	13,21	13,01	13,24
Proteína Degradável no Rúmen (PDR)	38,70	40,43	38,82	36,26
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	35,71	35,90	35,74	35,90
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	20,62	20,09	20,63	20,10
Cálcio (Ca)	0,57	0,53	0,77	0,77
Fósforo (P)	0,25	0,23	0,25	0,23

<sup>1</sup> Exigência segundo NRC (1989): Manutenção (450 kgPC) + 7 litros leite (4,5% de gordura) = NDT 63% e PB 12%

<sup>2</sup> Cálcio: 120g; Fósforo: 88 g; Sódio: 132g; Enxofre: 12 g; Cobalto: 55 mg; Cobre: 1.530 mg; Cobre: 1.800 mg; Iodo: 75 mg; Manganês: 1.300 mg; Selênio: 15 mg; Zinco: 3.630 mg; Cromo: 10 mg; Flúor: 880 mg; Fosforilato base: 100g.



Tabela 2. Consumos diários de vacas alimentadas com Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Parâmetros <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>2</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
CMS - kg/dia	12,16	11,90	12,38	11,39	11,96	7,83
CPC - %PC	2,42	2,34	2,47	2,26	2,36	10,30
CPM - g/kgPC <sup>0,75</sup>	114,49	111,07	116,73	106,06	111,49	9,62
CPB - kg/dia	2,01	1,87	2,07	1,99	1,98	27,09
CFDN - kg/dia	4,92	4,80	5,24	4,77	4,94	14,84
CFDA - kg/dia	2,52	2,35	2,40	2,15	2,31	14,55
Eficiência alimentar	1,10 b	1,09 b	1,09 b	1,25 a	1,14	5,27

<sup>1</sup> Consumos de matéria seca (CMS), matéria seca em porcentagem do peso corpóreo (CPC), matéria seca pelo peso metabólico (CPM), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN) e fibra em detergente ácido (CFDA).

<sup>2</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.

Tabela 3. Coeficientes digestibilidade dos nutrientes, porcentagem de nutrientes digestíveis totais na dieta (%NDT) e energia digestível (ED) da dieta de vacas alimentadas com Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias coeficientes de variação (CV).

Parâmetros <sup>1</sup>	Tratamentos <sup>3</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
DMS - %	54,38	54,21	56,54	56,92	55,51	8,32
DMO - %	57,01	57,29	60,07	60,84	58,80	10,07
DPB - %	61,12	60,28	59,58	61,85	60,71	23,46
DFDN - %	25,80	25,74	27,26	28,54	26,84	30,24
DFDA - %	27,18	26,36	27,74	28,37	27,41	14,37
DCT - %	58,90	58,26	59,65	62,42	59,81	5,12
DCNF - %	91,46 ab	90,35 b	95,84 a	94,20 ab	92,96	2,39
DEE - %	80,03	82,43	80,53	82,13	81,28	12,03
DMM - %	18,86	19,11	19,33	19,54	19,21	49,74
NDT - %	58,86	60,46	59,99	60,25	59,89	11,15
ED - kcal/gMS <sup>2</sup>	2,60	2,67	2,64	2,66	2,64	11,15

<sup>1</sup> Digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos totais (DCT), carboidratos não fibrosos (DCNF), extrato etéreo (DEE) e matéria mineral (DMM).

<sup>2</sup> ED:  $((\% \text{NDT}/100) * 4,409)$ , segundo NRC (2001)

<sup>3</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

Tabela 4. Produção e qualidade do leite de vacas alimentadas com Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias coeficientes de variação (CV).

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
Produção de leite <sup>2</sup> (kg/dia)	13,42	12,95	13,37	14,25	13,50	6,20
Proteína (%)	3,36	3,46	3,41	3,53	3,44	4,57
Gordura (%)	4,32	4,21	4,05	3,99	4,14	6,88
Sólidos não gordurosos (%)	9,58	9,89	9,78	10,12	9,84	4,68
Lactose (%)	5,49	5,69	5,63	5,83	5,66	4,72
Densidade (D°)	31,82	34,73	34,73	36,05	34,33	8,88
Condutividade (Z)	4,71	4,74	4,72	4,83	4,75	3,74
pH	6,76	6,71	6,72	6,80	6,75	0,86

<sup>1</sup> Médias nas linhas dos respectivos tratamentos não diferiram entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

<sup>2</sup> Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, segundo Evans et al. (1993), onde: Produção = [(0,432 x kg leite) + (0,1623 x kg de leite x % gordura)]

Tabela 5. Níveis plasmáticos de glicose e uréia, perda de uréia e nitrogênio urinário de vacas alimentadas com Cana *in natura* (Ca); Cana *in natura* com Uréia (CaUr); Cana hidrolisada com Cal Virgem (CaCal) e Cana hidrolisada com Cal Virgem mais Uréia (CaUrCal), com suas respectivas médias e coeficientes de variação (CV).

Parâmetros	Tratamentos <sup>1</sup>				Média	CV (%)
	Ca	CaUr	CaCal	CaUrCal		
Glicose (mg/dL)	56,18	57,29	59,73	58,04	57,81	15,23
Uréia (mg/dL)	29,94	28,56	28,61	29,41	29,13	9,54
Perda de Uréia (g/Dia)	131,90 <sup>b</sup>	146,30 <sup>b</sup>	209,18 <sup>a</sup>	198,30 <sup>ab</sup>	171,42	14,29
Perda de Uréia (mg/kgPC)	260,96 <sup>b</sup>	285,63 <sup>b</sup>	416,00 <sup>a</sup>	389,03 <sup>ab</sup>	337,91	15,64
Perda de Nitrogênio (mg/kgPC)	121,61 <sup>b</sup>	133,10 <sup>b</sup>	193,86 <sup>a</sup>	181,29 <sup>ab</sup>	157,47	15,64

<sup>1</sup> Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes ( $P < 0,05$ ) pelo teste Tukey.

#### 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de uréia, como fonte de nitrogênio não protéico, em 1% da matéria natural da cana foi capaz de suprir o déficit protéico desta forrageira na alimentação animal. Tal técnica permite reduzir o uso de proteína vegetal na alimentação de vacas leiteiras, balanceando assim a dieta e diminuindo os custos de produção. Infere-se, todavia, que o mais importante é corrigir o déficit protéico da cana independente da forma, tendo em vista a ausência de diferenças estatísticas entre os tratamentos controle (cana *in natura* (Ca), no qual a proteína dietética foi corrigida com a uréia adicionada diretamente na ração concentrada) e os contendo uréia (cana com uréia (CaUr) e cana com cal mais uréia (CaUrCal)).

Já a cal virgem na proporção de 1% proporcionou melhora no consumo e digestibilidade da matéria seca e fração fibrosa, embora esse incremento não seja estatisticamente evidenciado. Essa melhora discreta pode ser atribuída ao pouco tempo de ação da cal virgem na cana e quantidade insuficiente para promover uma melhora na hidrólise. Nesse sentido, são recomendados novos estudos com maiores níveis de inclusão de cal virgem e tempos de ação na cana de açúcar.

## 5. ANEXO:

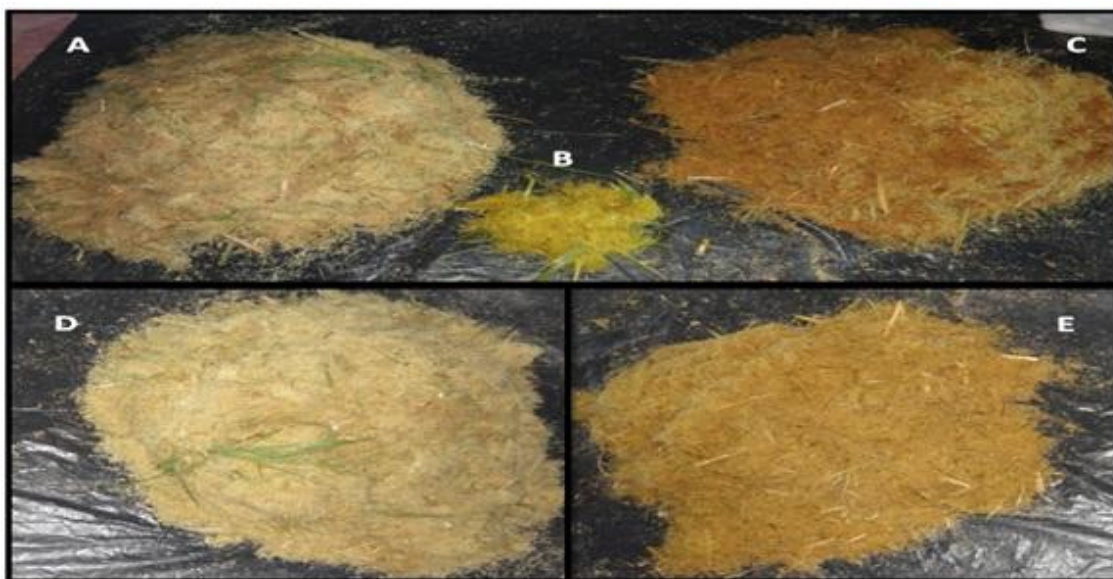


Figura 1. a) Cana *in natura*, b) Cana após adição de cal virgem, c) Cana hidrolisada 24 horas após adição de cal virgem, d) Cana com uréia e e) Cana hidrolisada com cal mais uréia.



Figura 2. Novilho Jersey, usado no ensaio de parâmetros ruminais e degradabilidade.



Figura 3. Vaca Girolando ( $\frac{3}{4}$  Holandês x  $\frac{1}{4}$  Gir) usada para avaliação do desempenho.