

GLEIDSON GIORDANO PINTO DE CARVALHO

**CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM ÓXIDO DE CÁLCIO EM DIETAS
PARA OVINOS, CAPRINOS, NOVILHAS E VACAS EM LACTAÇÃO**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2008

GLEIDSON GIORDANO PINTO DE CARVALHO

**CANA-DE-AÇÚCAR TRATADA COM ÓXIDO DE CÁLCIO EM DIETAS
PARA OVINOS, CAPRINOS, NOVILHAS E VACAS EM LACTAÇÃO**

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

APROVADA: 15 de setembro de 2008.

Prof. Aureliano José Vieira Pires
(Co-orientador)

Prof. Edenio Detmann
(Co-orientador)

Prof.^a Mara Lúcia Albuquerque
Pereira

Prof. Mário Fonseca Paulino

Prof. Rasmô Garcia
(Orientador)

Aos meus amados pais, Firmínio de Carvalho Filho e Eliene Braga de Carvalho, exemplos de luta e força, pelo incentivo e apoio em meus estudos, pelo amor incondicional, pelos conselhos e energia positiva transmitida em todos os momentos.

Às minhas irmãs, Bruna Mara e Lorendane Millena, pelo amor e pela torcida nesta minha caminhada.

À minha querida e inesquecível Madrínha e avó Maria Conceição, pelo amor, pelo carinho, pelo grande exemplo de ser humano, que, apesar de já não se encontrar mais entre nós, se faz presença viva em minha vida e sempre foi torcida fiel a meu favor.

À minha noiva Rosângela, pelo amor, pela atenção e, especialmente, pela ajuda e companhia durante toda essa fase, acreditando que tudo seria possível.

DEDICO

Ao Prof. Rasmô Garcia, pela amizade, por jamais desamparar seus orientados, por todo apoio e especialmente pela confiança.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre iluminar meus caminhos e por jamais deixar faltar forças para vencer os obstáculos.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV), em especial ao Departamento de Zootecnia (DZO), pela oportunidade concedida para realização deste Curso.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), por disponibilizar suas instalações (além do setor de campo, os Laboratórios de Forragicultura e Pastagem, de Nutrição Animal e de Fisiologia animal) para a montagem e condução dos experimentos.

À Fazenda Paulistinha, na pessoal do amigo Lucas, por ter disponibilizado as vacas em lactação e as instalações para a condução do experimento.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro do projeto e pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Rasmão Garcia, pela amizade, pela orientação inestimável, pela atenção e disposição, pela acessibilidade em todos os momentos, pelo apoio e pelo grande exemplo de conduta profissional.

Ao Prof. Aureliano José Vieira Pires, pela co-orientação e apoio irrestrito em todas as fases dos experimentos, pela sincera amizade e pela contribuição ao meu desenvolvimento pessoal e profissional, desde a iniciação científica.

Ao Prof. Edenio Detmann, pela co-orientação, pelo auxílio na execução das análises estatísticas, pelas sugestões e apoio na condução dos experimentos sanando todas as dúvidas relacionadas à análise de alimentos, nutrição animal e a metodologias.

À Prof^ª. Mara Lúcia Albuquerque Pereira, pela acessibilidade e disposição, pelos constantes ensinamentos e pelo apoio disponibilizando alguns de seus bolsistas de Iniciação Científica para ajudar nas análises químicas no Laboratório de Fisiologia Animal.

Ao Prof. Odilon Gomes Pereira, pela co-orientação, pela atenção efetiva, prestada em todos os momentos.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino, pelas sugestões, pela atenção efetiva prestada em todos os momentos e pela amizade.

Ao Prof. Obeid, pelos constantes ensinamentos, pela amizade e pela agradável convivência durante todos esses anos.

Ao Prof. Robério Rodrigues Silva, pela amizade desde a graduação e pela presença efetiva em momentos de conquistas importantes em minha vida. Agradeço também pelo apoio ao projeto disponibilizando seus bolsistas de Iniciação Científica para a condução de etapas imprescindíveis.

À Prof^ª. Cristina Mattos Veloso, pela amizade, pelo apoio nas traduções e pela atenção e disposição em ajudar.

Ao Prof. Fabiano Ferreira da Silva, pela amizade e a ajuda no balanceamento das dietas.

Aos professores Luiz Rech e Carminha, pelo apoio na disponibilização do Laboratório de Nutrição Animal e equipamentos para a condução de algumas análises laboratoriais dos experimentos.

Ao Prof. Marcondes Viana, pelo constante apoio por meio do empréstimo de materiais e equipamentos imprescindíveis para plena execução dos experimentos.

Ao Prof. Paulo Bonomo, pela amizade e pelo auxílio na execução de algumas análises estatísticas.

Ao Prof. Jair de Araújo Marques, pela jovem amizade, pela constante disposição em ajudar e pelo exemplo de conduta profissional.

Ao Prof. Carlos Alberto (Bebeto), pela amizade e pelo constante apoio na busca informações e por sempre estar bem disposto em ajudar.

Aos colegas Alyson (Merominho), Fabrício (Tanquinho) e Danilo, Hermógenes, Aluane, Kauana, Daniel, Marcelo (Motinha), Elisângela, Gustavo (Surfista) e Alexandro pelo apoio irrestrito na condução do experimento e pelos momentos de descontração que, apesar do curto tempo, serão sempre lembrados.

Aos colegas Rodrigo e Alex (Campo Grande) e Aires e sua digníssima Hellen, pela ajuda em alguns momentos de extrema necessidade de mão-de-obra.

Ao meu primo Leandro (Codorno), pela ajuda indispensável na condução de algumas etapas dos experimentos.

Às Barronetes Alana e Taiala, pela ajuda indispensável na realização das análises na urina e sangue dos animais no Laboratório de Fisiologia Animal. À Alana, gostaria de agradecer ainda pelo apoio na tabulação dos dados.

Aos colegas Vinícios, Karina, Daniele e Julinessa, pelo apoio na realização da coleta de dados do comportamento dos animais leiteiros.

Ao amigo Jobel, pela amizade, pela ajuda em momentos essenciais e importantes, pelos momentos de alegria e descontração.

Aos colegas Bolsistas de Iniciação Científica do CNPq, Bianca e Pablo, pela ajuda indispensável na coleta de dados no campo. À Bianca, agradeço ainda pelo apoio nas análises químicas em laboratório em alguns momentos.

À colega Elen (Barro preto), pela ajuda na coleta de dados na fase de campo nos experimentos com ovinos e caprinos.

Aos Amigos Leandro (Leozinho) e Daiane, Bolsistas de Iniciação Científica do CNPq e FAPESB, respectivamente, pelo apoio incondicional em todas as etapas dos experimentos, desde a coleta de dados no campo e análises químicas até a tabulação de dados.

Ao amigo Mário Camarão, pelo apoio ao projeto, sempre rápido e preciso na resolução de eventuais problemas, nunca deixando nada pra depois.

Ao Sr. Miguelão e ao seu filho Lucas, pela amizade e pela disponibilização das instalações e dos animais na Fazenda Paulistinha.

Aos amigos Juá e sua esposa Pretinha, ao pequenino Foguinho, José (Zé do trator) e demais funcionários da fazenda Paulistinha, pela amizade e pelo apoio na condução do experimento com as vacas.

Aos funcionários do Setor de Ovinocultura e Caprinocultura, Edílson e Jesulino (Barriga) pelo constante apoio a todo o momento na realização dos experimentos com ovinos e caprinos.

Ao funcionário do Laboratório de Forragicultura e Pastagem, José, pela amizade e pelo apoio irrestrito nas análises químicas.

Ao Funcionário do Laboratório de Nutrição Animal, Robson, pelas dicas durante as análises de extrato etéreo e pelas descontraídas conversas.

Ao Francisco Éden (Chicão), pela amizade e pelo apoio quando estive ausente de Viçosa para conduzir os experimentos.

Ao ex-companheiro de república, meu peixe, Manoel Mota, pela fraternal amizade, pelo companheirismo e pelo exemplo de conduta.

Ao amigo e ex-vizinho, companheiro Sebastião Peluzio, pela amizade e pela disposição a todo momento e a qualquer hora, será sempre lembrado.

Ao colega de pós-graduação José Augusto, pela sincera amizade e pelo apoio enviando material bibliográfico e por estar sempre disposto a ajudar.

Aos amigos e colegas de curso Jucy, Marlos, Aline, Vitor, Cely, Cacau, JJ, Mônica, Tonucci, Andréia, Juliana e Ronaldinhos (Edson e Anderson Goiano), pela agradável convivência.

À secretária da pós-graduação, Celeste, pela clareza e precisão nas informações e por estar sempre bem disposta.

À minha querida tia Lana, pelo apoio e incentivo em meus estudos, pelo carinho e por estar sempre disposta a ajudar.

À minha querida tia Ennia Débora, pelo exemplo de dedicação e perfeição, pelo apoio em meus estudos e por ter sempre me impulsionado e mostrado o caminho certo, em momentos difíceis.

Ao meu avô Admar Braga, pelo constante incentivo, pelo carinho e pelos momentos de descontração.

À minha querida tia Suely, pelo carinho e pelo exemplo de bondade.

À minha noiva Rosangela, pelo amor, pela paciência e por acreditar que tudo seria possível.

Ao amado João Victor, que apesar de ainda pequenino, já é um grande exemplo de força, perseverança e vida.

Às minhas irmãs Bruna e Lorandane, por tanto amor.

Aos meus pais Firmino e Eliene, que me apoiaram e incentivaram sempre, obrigado por serem tão maravilhosos.

BIOGRAFIA

GLEIDSON GIORDANO PINTO DE CARVALHO, filho de Firmino de Carvalho Filho e Eliene Braga de Carvalho, nasceu em 05 de março de 1980, na cidade de Várzea da Palma - MG.

Iniciou o Curso de Graduação em Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), Itapetinga, BA, em setembro de 2000 e concluiu em dezembro de 2004.

Em março de 2005, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, concentrado estudos na área de Forragicultura e Pastagem, submetendo-se à defesa de Dissertação em 28 de abril de 2006.

Em 15 de maio de 2006, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia, na Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, MG, concentrado estudos na área de Forragicultura e Pastagem, submetendo-se à defesa de Tese em 15 de setembro de 2008.

Em 17 de dezembro de 2008, foi aprovado em primeiro lugar em concurso público para a docência superior na área de Forragicultura na Universidade Federal da Bahia (UFBA), *Campus* de Salvador, BA, sendo nomeado em 31 de dezembro desse mesmo ano, com início das atividades previstas para fevereiro de 2009.

CONTEÚDO

	Página
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xix
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1. LITERATURA CITADA.....	7
Capítulo 1: Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	12
Resumo.....	12
Abstract.....	13
Introdução.....	14
Material e Métodos.....	16
Resultados e Discussão.....	23
Conclusões.....	32
Literatura Citada.....	33
Capítulo 2: Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	36
Resumo.....	36
Abstract.....	37
Introdução.....	38
Material e Métodos.....	39
Resultados e Discussão.....	46

Conclusões.....	58
Literatura Citada.....	59
Capítulo 3: Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	63
Resumo.....	63
Abstract.....	64
Introdução.....	65
Material e Métodos.....	67
Resultados e Discussão.....	74
Conclusões.....	83
Literatura Citada.....	84
Capítulo 4: Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	88
Resumo.....	88
Abstract.....	89
Introdução.....	90
Material e Métodos.....	91
Resultados e Discussão.....	98
Conclusões.....	110
Literatura Citada.....	111
Capítulo 5: Avaliação de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos.....	115
Resumo.....	115
Abstract.....	116
Introdução.....	117
Material e Métodos.....	118
Resultados e Discussão.....	123
Conclusões.....	129
Literatura Citada.....	130

Capítulo 6: Vício de tempo longo de indicadores internos em ensaio de digestão com ovinos e caprinos.....	132
Resumo.....	132
Abstract.....	133
Introdução.....	134
Material e Métodos.....	135
Resultados e Discussão.....	140
Conclusões.....	146
Literatura Citada.....	147
Capítulo 7: Consumo e digestibilidade aparente em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	149
Resumo.....	149
Abstract.....	150
Introdução.....	151
Material e Métodos.....	153
Resultados e Discussão.....	159
Conclusões.....	170
Literatura Citada.....	171
Capítulo 8: Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	174
Resumo.....	174
Abstract.....	175
Introdução.....	176
Material e Métodos.....	177
Resultados e Discussão.....	184
Conclusões.....	196
Literatura Citada.....	197
Capítulo 9: Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	201
Resumo.....	201
Abstract.....	202

Introdução.....	203
Material e Métodos.....	205
Resultados e Discussão.....	212
Conclusões.....	226
Literatura Citada.....	227
Capítulo 10: Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações uréia e síntese de proteína microbiana em vacas em lactação alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.....	231
Resumo.....	231
Abstract.....	232
Introdução.....	233
Material e Métodos.....	234
Resultados e Discussão.....	241
Conclusões.....	252
Literatura Citada.....	253
Capítulo 11: Avaliação de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em bovinos.....	257
Resumo.....	257
Abstract.....	258
Introdução.....	259
Material e Métodos.....	260
Resultados e Discussão.....	266
Conclusões.....	272
Literatura Citada.....	273
2. Conclusões Gerais.....	276

RESUMO

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2008. **Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos, novilhas e vacas em lactação.** Orientador: Rasmão Garcia. Co-orientadores: Aureliano José Vieira Pires, Edenio Detmann e Odilon Gomes Pereira.

O presente trabalho foi desenvolvido mediante a condução de quatro experimentos, os quais geraram informações que serão apresentadas na forma de onze capítulos. Ressalta-se, inicialmente, que a cana-de-açúcar utilizada nos experimentos que serão descritos abaixo foi tratada por um período de 24 horas com doses de óxido de cálcio (CaO) de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% (com base na matéria natural), sendo o tratamento sem adição de CaO (0%) constituído por cana-de-açúcar *in natura* cortada e fornecida fresca aos animais todos os dias. **No primeiro capítulo** avaliou-se o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total (dois e quatro dias) na estimativa da digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também comparar os consumos de MS e NDT observados com os estimados pelo NRC (2006). Foram utilizados oito ovinos Santa Inês machos, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. A avaliação do consumo e digestibilidade foi realizada nos quatro dias finais de cada período. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (14% de proteína bruta), apresentaram 70% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO, corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado. A cana-de-açúcar com CaO promoveu maior consumo de MS, MO,

PB, FDN, FDN, FDN_{cp}, CT, CNF_{cp} e NDT (kg/dia) em relação à cana *in natura*, sendo o mesmo comportamento observado para o consumo expresso em %PV. A digestibilidade da MS e CNF_{cp} da cana-de-açúcar com CaO foi inferior ao da cana-de-açúcar *in natura*. Houve aumento linear do consumo de MS com a adição de CaO à cana-de-açúcar. Por outro lado a digestibilidade da MS e FDN, e o teor NDT reduziram-se linearmente. Observou-se subestimação dos consumos de MS e NDT estimados pelo NRC (2006). O tratamento químico da cana-açúcar com CaO aumenta o consumo mas não melhora a digestibilidade dos nutrientes. Dois dias de coleta total de fezes são suficientes para estimar a digestibilidade aparente total em ovinos. **No segundo capítulo** avaliou-se o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com CaO. O delineamento experimental e as dietas foram semelhantes ao relatado no primeiro capítulo. Os tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio (min/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. As excreções de nitrogênio (N) nas fezes e urina aumentaram com as doses de CaO, entretanto, o N retido (g/dia) não foi afetado. As concentrações de uréia na urina e plasma (mg/dL) e as excreções diárias de uréia (g/dia) e derivados de purinas (mmol/dia) não foram alteradas pela adição de CaO. Com exceção da eficiência microbiana (g PB/kg NDT), que foi maior na cana-de-açúcar *in natura*, as excreções de purinas microbianas e a síntese de N e proteína microbiana não são afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar, em dietas para ovinos Santa Inês. **No terceiro capítulo** avaliou-se o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total (dois e quatro dias) na estimativa da digestibilidade aparente em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também comparar os consumos de MS e NDT observados com os estimados pelo NRC (2006). Foram utilizados oito caprinos Saanen machos, castrados, com peso corporal médio de 22,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. A avaliação do consumo e digestibilidade foi realizada nos quatro dias finais de cada período. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (14% de proteína bruta), apresentaram 70% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado. A maioria das variáveis relacionadas com o consumo foram maiores no tratamento com cana-de-açúcar com CaO em relação à cana *in natura*. O

consumo de MS, MSi, MO, PB, FDNi, CT, CNFcp e NDT (kg/dia) e MS, MO e NDT (% PV) aumentaram com as doses de CaO à cana-de-açúcar. Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e CNFcp foram menores no tratamento com cana-de-açúcar com CaO em relação à cana *in natura*. Verificou-se redução linear do coeficiente de digestibilidade da FDN e efeito quadrático do EE e CNFcp. Observou-se subestimação dos consumos de MS e de NDT estimados pelo NRC (2006). O uso do CaO no tratamento da cana-açúcar aumenta o consumo mas não melhora a digestibilidade dos nutrientes. Dois dias de coleta total de fezes são suficientes para estimar a digestibilidade aparente total em caprinos. **No quarto capítulo** avaliou-se o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com CaO. O delineamento e as condições experimentais foram semelhantes ao relatado no terceiro capítulo. Os tempos despendidos em alimentação, ruminação (min/dia, min/kg MS e min/kg FDN) e ócio (min/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. A eficiência em alimentação e ruminação do mesmo modo não foi afetada pela adição de CaO à cana-de-açúcar. Verificou-se redução ($P<0,05$) no tempo médio despendido por período de alimentação. O balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina não apresentaram efeito em função das doses de CaO à cana-de-açúcar. A alantoína (% das purinas totais) foi maior ($P<0,05$) e o ácido úrico menor ($P<0,01$) nos tratamentos com cana-de-açúcar tratada com CaO em relação à cana *in natura*. A produção e a eficiência microbiana não são afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar, em dietas para caprinos em crescimento. **No quinto capítulo** estudou-se o efeito de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos. Os animais (capítulos 1 e 3) foram observados, 24 horas por dia, ao final de cada período experimental em intervalos de 5, 10, 15 e 20 minutos. O efeito dos intervalos entre observações sobre as variáveis comportamentais foi avaliado pelo teste de Dunnett, de forma independente aos efeitos fixos de tratamento e quadrados latinos. Tanto para ovinos como para caprinos, verificaram-se menores ($P<0,05$) valores para o número de períodos (n° /dia), e maiores ($P<0,05$) para o tempo despendido por período das atividades de alimentação, ruminação e ócio nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. O consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação também apresentou-se inferior ($P<0,05$) nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos em relação ao

de 5 minutos. A utilização dos intervalos de 10, 15 e 20 minutos na avaliação do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos não alteram o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio ($P>0,05$), contudo, conduzem a estimativas superestimadas de tempo médio despendido por período de atividade e estimativas subestimadas de números de períodos de alimentação, ruminação e ócio. Recomenda-se a utilização do intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com ovinos e caprinos. **No sexto capítulo**, objetivou-se avaliar o vício de “tempo longo” (VTL) dos indicadores internos matéria seca indigestível (MSi) e fibra em detergente neutro (FDNi) e ácido (FDAi) indigestíveis em ovinos e caprinos. Amostras de alimentos, sobras e fezes dos animais (capítulos 1 e 3) foram submetidas à incubação ruminal *in situ*, durante 240 horas, para estimativa das concentrações dos indicadores. A relação entre consumo e excreção dos indicadores foi realizada pelo ajustamento de modelo de regressão linear simples, de forma independente aos efeitos fixos de tratamentos e quadrados latinos. Tanto em ovinos como em caprinos, verificou-se recuperação completa dos indicadores MSi e FDNi ($P>0,05$), indicando ausência de VTL para estes indicadores. Já para a FDAi, a recuperação não foi completa, verificando-se VTL de -9,12% ($P<0,05$) na avaliação com ovinos e -3,02% ($P<0,05$) na avaliação realizada com caprinos. **No sétimo capítulo** avaliou-se o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também avaliar a eficiência de predição do consumo de MS e do valor energético dos alimentos pelo sistema de equações do NRC (2001). Utilizaram-se 20 novilhas, mestiças, com peso corporal médio inicial de 200 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de CaO (0; 0,75; 1,5 e 2,25%) utilizadas no tratamento da cana de açúcar. O período experimental foi de 21 dias, sendo o consumo e a digestibilidade avaliada nos sete dias finais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (14% de proteína bruta), apresentaram 71% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 29% de concentrado. Os consumos de MS, EE, FDN, FDNcp, FDNi, CT e CNFcp (kg/dia) não foram afetados pela adição do CaO à cana-de-açúcar. Os consumos de MO, FDN, FDNcp e NDT (% PV) também reduziram linearmente com as doses de CaO. As digestibilidades da MO, FDN, FDNcp, CT e CNFcp e o teor de NDT das dietas não

foram afetados. Entretanto o tratamento da cana-de-açúcar com CaO provocou redução na digestibilidade da MS e PB. As equações propostas pelo NRC (2001) subestimaram os consumos de MS e NDT e de PB e CNF digestíveis e superestimaram os de FDN digestível. O tratamento da cana-açúcar com CaO não melhora o consumo e nem a digestibilidade dos nutrientes em novilhas. As equações propostas pelo NRC (2001) para estimar o consumo de MS e o valor energético de alimentos não se aplicam para as condições tropicais. **No oitavo capítulo** avaliou-se o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com CaO. O delineamento e as condições experimentais foram semelhantes ao relatado no sétimo capítulo. Houve redução linear do número de mastigações diárias ($P < 0,05$) e do tempo total de mastigação (min/dia) ($P < 0,01$). A eficiência de ruminação (n° bolos/dia) associou-se de forma linear e negativamente com as doses de CaO. O balanço de N dos animais também foi influenciado pelas doses de CaO adicionadas à cana-de-açúcar, registrando-se redução tanto no consumo como na quantidade de N digerido e retido. O teor de N retido (% do N ingerido e do digerido) também decresceu linearmente ($P < 0,01$). A utilização de doses de CaO de até 2,25% no tratamento da cana-de-açúcar não afetam as concentrações de uréia na urina e no plasma, a excreção de uréia na urina e a síntese de proteína microbiana em novilhas. **No nono capítulo** avaliou-se o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e a produção e composição do leite em vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada CaO. Objetivou-se também avaliar a eficiência de predição do consumo de MS e do valor energético dos alimentos pelo sistema de equações do NRC (2001). Utilizaram-se 16 vacas em lactação, mestiças, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos de quatro doses de CaO (0; 0,75; 1,5 e 2,25%) adicionadas à cana de açúcar. O período experimental foi de 21 dias, sendo o consumo e a digestibilidade avaliados nos sete dias finais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas (13% de proteína bruta), apresentaram 85% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 15% de concentrado. Com exceção da digestibilidade dos EE, que não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$), a digestibilidade dos demais nutrientes (MS, MO, PB, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e o teor de NDT) se comportou de forma quadrática. A

produção de leite e a eficiência de MS não foram afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar ($P>0,05$). Os teores de gordura, proteína e lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado (kg/dia) do leite não foram alterados pela adição de CaO à cana-de-açúcar ($P>0,05$). As equações propostas pelo NRC (2001) superestimam os consumos de MS e de PB, FDN e CNF digestíveis e subestimam os de EE digestível e o de NDT. O uso do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar não promove melhorias significativas no consumo e digestibilidade dos nutrientes e nem na produção e composição do leite de vacas. As equações propostas pelo NRC (2001) para estimar o consumo de MS e o valor energético de alimentos não se aplicam para as condições tropicais. **No décimo capítulo** avaliou-se o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com CaO. O delineamento e as condições experimentais foram semelhantes ao relatado no nono capítulo. O comportamento ingestivo foi realizado durante dois dias consecutivos, sendo as observações efetuadas em intervalos de cinco minutos. A retenção de N se comportou de forma quadrática em função das doses CaO à cana-de-açúcar. As excreções de nitrogênio na urina e no leite (g/dia) não foram afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar. As concentrações de uréia na urina, no plasma e no leite e as excreções de uréia na urina e leite não foram afetadas pelas doses de CaO. Não houve efeito dos tratamentos sobre as excreções de alantoína na urina e no leite, ácido úrico na urina e excreção de purinas totais. A adição de CaO à cana-de-açúcar não influencia a síntese microbiana em vacas em lactação. **No décimo primeiro capítulo** estudou-se o efeito de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em novilhas e vacas em lactação. Os animais (capítulos 7 e 9) foram observados, 24 horas por dia, ao final do período experimental, em intervalos de 5, 10, 15 e 20 minutos. O efeito dos intervalos entre observações sobre as variáveis comportamentais foi avaliado pelo teste de Dunnett, de forma independente aos efeitos fixos de tratamentos e quadrados latinos. Tanto para novilhas como para vacas, verificaram-se menores ($P<0,05$) valores para o número de períodos (n° /dia) e maiores ($P<0,05$) para o tempo médio despendido por período de atividades de alimentação, ruminação e ócio nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. O consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação também foram menores ($P<0,05$) nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. Os intervalos entre observações de 10, 15 e 20

subestimam o número de períodos (n^o/dia) e superestimam o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio (min) em novilhas e vacas em lactação, conduzindo a estimativas sofismáticas. Recomenda-se o uso do intervalo de 5 minutos em estudos de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos.

ABSTRACT

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September, 2008. **Sugar cane treated with calcium oxide in diets for sheep, goats, dairy heifers and cows.** Adviser: Rasmô Garcia. Co-advisers: Aureliano José Vieira Pires, Edenio Detmann and Odilon Gomes Pereira.

The present work was developed by the conduction of four experiments, which generated information that will be presented in the form of eleven chapters. Initially, it is important to emphasize that the sugar cane used in the experiments that will be described below was treated by a 24 hours period with calcium oxide (CaO) doses of 0; 0.75; 1.5 and 2.25% (in natural matter basis), with the treatment without CaO addition (0%) constituted by sugar cane *in natura* cut and offered fresh to the animals every day. **In the first chapter** it was evaluated the nutrients' intake, apparent digestibility and the effect of days of total collection (two and four days) in the estimative of apparent digestibility in sheep fed with diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). The objective was also to compare the DM and TDN intakes observed with that estimated based on NRC (2006). Eight castrated male Santa Inês sheep, with 16.6 kg average body weight were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four experimental periods of 14 days each. The intake and digestibility evaluation was realized at the last four days of each period. The diets were formulated to be isonitrogenous (14% crude protein), presented 70% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO, corrected with 1% urea and 30% of concentrate. The sugar cane with CaO addition doses was chopped, treated and being offered to the animals after 24 hours of storage. The sugar sugar cane with CaO

promoted increase of DM, OM, CP, NDF, NDFap, TC, NFCap and TDN intake (kg/day) in relation to the cane in natural, being the same behavior observed for the intake (% BW). There was lineal increase of the intake of DM sugar cane with CaO. The DM and NFCap digestibility reduced linearly. On the other hand the digestibility of DM and NDF, and TDN lineal decrease. It was observed a under estimative of DM and TDN intakes estimated by NRC (2006). The sugar cane chemical treatment with CaO increase of intake but does not improve nutrients digestibility. Two days of total fecal collection are sufficient to estimate the total apparent digestibility in sheep. **In the second chapter** it was evaluated the ingestive behavior, the nitrogen balance, the urea concentrations in urine and plasma and the microbial protein synthesis in sheep fed diets containing sugar cane treated with CaO. The experimental design and the diets were similar to that reported in the first chapter. The times expended in feeding, ruminating and idle (min/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. As excreções de nitrogênio (N) nas fezes e urina aumentaram com as doses de CaO, entretanto, o N retido (g/dia) não foi afetado. Nitrogen (N) feces and urine excretion increased with CaO doses, however, the retained N (g/day) was not affected. Urine and plasma urea concentration and daily urea and purine derivatives excretion were not altered by CaO addition. With the exception of microbial efficiency (g CP/kg TDN) that it was larger in the in natural sugar cane, microbial purine excretion and N and microbial protein synthesis are not affected by addition of CaO to sugar cane, in diets to Santa Inês sheep. **In the third chapter** it was evaluated the intake, the apparent digestibility of nutrients and the effect of days of total collection (two and four days) in apparent digestibility estimative in goats fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). The objective was also to compare the DM and TDN intake observed with that estimated by NRC (2006). Eight castrated male Saanen goats, with 22.6 kg average body weight were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four experimental periods of 14 days each. The intake and digestibility evaluation was realized at the last four days of each period. The diets were formulated to be isonitrogenous (14% crude protein), presented 70% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO corrected with 1% urea and 30% of concentrate. Most of the variables related with the intake was larger in the treatment with sugar cane with CaO in relation to the in natural sugar cane. The intakes of DM, DMi, OM, CP, NDFi, TC, NFCap and TDN (kg/day) and DM, OM and TDN (% BW) increased with CaO

doses added to the sugar cane. The DM, CP and NFCap coefficient of digestibility they were smaller in the treatment with sugar cane with CaO in relation to the natural sugar cane. It was verified reduced linearly of coefficient of digestibility NDF and effect quadratic of the EE e NFCap. It was observed sub estimative of DM and TDN intakes estimated by NRC (2006). The CaO use in sugar cane treatment increase of intake but did not improve nutrients digestibility. Two days of total feces collection are sufficient to estimate the total apparent digestibility in goats. **In the fourth chapter** it was evaluated the ingestive behavior, nitrogen balance, urine and plasma urea concentrations and microbial protein synthesis in goats fed with diets containing sugar cane treated with CaO. The design and experimental conditions were similar to that related in the third chapter. The times in feeding, ruminating (min/day; min/kg DM and min/kg NDF) and idle (min/day) did not show effect in function of CaO doses added to sugar cane. Except for feeding time in min/kg DM, that reduced linearly, the times expended feeding (min/day; min/kg DM and min/kg NDF), ruminating and in idle (min/day, min/kg DM and min/kg NDF) were not affected by CaO addition to sugar cane. To chewing activities, it was verified effect only to total time expended in min/kg DM. The feeding and ruminating efficiency were not affected by CaO addition to sugar cane. It was verified a reduction ($P<0.05$) in average time spent in each feeding period. The nitrogen balance, urine and plasma urea concentrations and urine urea excretion did not show effect in function of CaO doses added to sugar cane. The allantoin (% of total purines) increased and the uric acid reduced in the treatments with sugar cane treated with CaO in relation to the natural cane. The microbial production and efficiency are not affected by CaO addition to sugar cane, in diets for growing goats. **In the fifth chapter** it was studied the effect of intervals among observations in the estimative of sheep and goats ingestive behavior. The animals (chapters 1 and 3) were observed 24 hours per day, at the end of each experimental period, in intervals of 5, 10, 15 and 20 minutes. The effect of intervals among observations on the behavior variables was evaluated by Dunnett test, in independent manner to fixed effects of treatment and Latin squares. As far as to sheep as to goats, lesser values ($P<0.05$) to number of periods (no/day) and greater values ($P<0.05$) to time expended for period of feeding, ruminating and idle activities in 10, 15 and 20 minutes were verified. The DM and NDFap average intake per feeding period also presented low ($P<0.05$) in 10, 15 and 20 minutes intervals compared to that of 5 minutes. The use of the intervals of 10, 15 and 20

minutes in ingestive behavior evaluation of sheep and goats does not alter the time spent in feeding, rumination and idle ($P>0.05$), though, conduct to overestimated estimative of average time expended in each activity period and under estimated estimative of number of feeding, ruminating and idle periods. It is recommended the use of the 5 minutes interval among observations for the ingestive behavior studies with sheep and goats. **In the sixth chapter** the objective was to evaluate the “long time” vice (LTV) of the internal markers indigestible dry matter (iDM) and indigestible neutral (iNDF) and acid detergent fiber (iADF) in sheep and goats. Feed, scraps and feces samples (chapters 1 and 3) were submitted to *in situ* ruminal incubation, during 240 hours, for the estimative of the markers’ concentration. The ratio between intake and excretion of markers was realized by adjustment of simple linear regression model, in independent way from fixed effects of treatments and Latin squares. Both in sheep and goats, complete recovered of iDM and iNDF markers was verified ($P>0.05$), indicating absence of LTV for these markers. For iADF, the recovery was not complete, verifying LTV of -9.12% ($P<0.05$) in sheep evaluation and -3.02% ($P<0.05$) in the evaluation realized with goats. **In the seventh chapter** it was evaluated the intake and apparent digestibility of nutrients in dairy heifers fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). It was also objective to evaluate the prediction efficiency by NRC (2001) system of equations of the DM intake and feeds energetic value. Twenty Holstein-zebu crossbred dairy heifers, with 200 kg average initial body weight were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and five repetitions. The treatments were constituted of four doses of CaO (0; 0.75; 1.5 and 2.25%) used in sugar cane treatment. The experimental period was of 21 days, with intake and digestibility evaluated at the last seven days. The diets were formulated to be isonitrogenous (14% crude protein), presented 71% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 and 2.25% CaO corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 29% of concentrate. The DM, EE, NDF, NDFap, iNDF, TC and NFCap intakes (kg/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. The OM, NDF, NDFap and TDN intakes (% BW) reduced linearly with CaO doses. The OM, NDF, NDFap, TC and NFCap digestibilities and the diets’ TDN content were not affected. However, the sugar cane treatment with CaO caused reduction of DM and CP digestibility. The equations proposed by NRC (2001) underestimated the DM and TDN intakes and digestible CP and NFC and overestimated that of digestible NDF. The sugar cane

treatment with CaO do not improve the nutrients intake and digestibility in dairy heifers. The equations proposed by NRC (2001) to estimate the DM intake and feed's energetic value are not applied to tropical conditions. **The eighth chapter** it was evaluated the ingestive behavior, the nitrogen (N) balance, the urea concentrations in urine and plasma and the microbial protein synthesis in heifers fed diets containing sugar cane treated with CaO. The design and experimental conditions were similar to that reported in the seventh chapter. There was linear reduction of the number of daily mastication's ($P < 0.05$) and of total time of mastication (min/day) ($P < 0.01$). The rumination efficiency (number of bolus/day) had linear negatively with the CaO doses added to sugar cane. The animals' N balance was also affected by the CaO doses added to sugar cane, registering reduction also of the intake as of the digested and retained N quantity. The retained N content (% of N ingested and digested) also decreased linearly ($P < 0.01$). The use of the CaO doses of up to 2.25% in sugar cane treatment did not affected the urine and plasma urea concentrations, the urine urea excretion and the microbial protein synthesis in dairy heifers. **In the ninth chapter** it was evaluated the intake, apparent digestibility of nutrients and milk production and composition of dairy cows fed diets containing sugar cane treated with CaO. It was also objective to evaluate the prediction efficiency by NRC (2001) system of equations of the DM intake and feeds' energetic value. Sixteen crossbred dairy cows were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and four repetitions. The treatments were constituted of four CaO (0; 0.75; 1.5 and 2.25%) doses added to the sugar cane. The experimental period was of 21 days, with the intake and digestibility evaluated at the seven last days. The diets were formulated to be isonitrogenous (13% crude protein), presented 85% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% CaO corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 15% of concentrate. The DM, OM, NDF, NDFap, TC and NFCap intakes (kg/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. With the exception of the EE digestibility, that it didn't present significant effect ($P > 0.05$), the other nutrients' digestibility (DM, OM, CP, NDF, NDFap, TC and TDN) had quadratic behavior. Milk production and DM efficiency were not affected by sugar cane addition ($P > 0.05$). Milk fat, protein, lactose, total solids and defatted dry extract contents (kg/day) were not altered by CaO addition to sugar cane ($P > 0.05$). The equations proposed by NRC (2001) overestimate the DM and CP intakes and digestible NDF and NFC and

underestimate that of digestible EE and of TDN. The use of CaO chemical treatment of sugar cane does not promote significant improve in nutrients' intake and digestibility neither in cows' milk production and composition. The equations proposed by NRC (2001) to estimate the DM intake and feeds' energetic value do not apply to tropical conditions. **In the tenth chapter** it was evaluated the ingestive behavior, nitrogen (N) balance, urine and plasma urea concentrations and microbial protein synthesis in dairy cows fed diets containing sugar cane treated with CaO. The design and experimental conditions were similar to that reported in the ninth chapter. The ingestive behavior was realized during two consecutive days, with the observations done at five minutes intervals. The rumination (min/day) reduced linearly ($P<0.05$). The N retention had quadratic behavior with the CaO addition to sugar sugar cane. The excretions of nitrogen in the urine and in the milk (g/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. The urine, plasma and milk urea concentrations and the urine and milk urea excretions were not affected by CaO doses. There was no effect of the treatments on urine and milk allantoin excretions, uric acid in urine and excretion of total purines. The CaO addition to sugar cane does not influence the microbial synthesis in dairy cows. **In the eleventh chapter** it was studied the effect of intervals among observations in the estimative of ingestive behavior in dairy heifers and cows. The animals (chapters 7 and 9) were observed, 24 hours a day, at the end of the experimental period, in 5, 10, 15 and 20 minutes intervals. The effect of intervals among observations on the behavioral variables was evaluated by the Dunnett test, in independent way from fixed effects of CaO doses and Latin squares. Both for heifers as for cows, lesser values ($P<0.05$) were verified for number of periods (no/day) and greater ($P<0.05$) for average time spent per period of activities of feeding, rumination and idle at the 10, 15 and 20 minutes intervals. The average DM and NDFap intake per feeding period was also lesser ($P<0.05$) at 10, 15 and 20 minutes intervals. The intervals among observations of 10, 15 and 20 minutes underestimate the number of periods (no/day) and overestimate the average time spent per feeding, rumination and idle period (min) in dairy heifers and cows, conducting to fallacy estimates. It is recommended the use of the 5 minutes interval in studies of cattle ingestive behavior evaluation.

1. INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil apresenta excelentes condições para a exploração de ovinos, caprinos e bovinos em pastagens; porém, em determinadas regiões, a dificuldade de se produzir forragens de boa qualidade em distintas épocas do ano constitui problema para muitos produtores rurais.

Sem dúvida, a sazonalidade de produção forrageira ainda constitui um dos maiores entraves à produção animal, pois a pecuária brasileira se caracteriza pela dependência de pastagens; que são constituídas, principalmente, por forrageiras tropicais nativas e cultivadas, com produção vegetal sazonal.

A busca por alternativas alimentares assume grande importância nos sistemas de produção animal. Entre as forrageiras com potencial para suprir a demanda de nutrientes dos animais ruminantes, em especial no período de menor disponibilidade de pasto, a cana-de-açúcar apresenta-se como fonte alimentar promissora.

Atualmente, no cenário do agronegócio brasileiro, a cana-de-açúcar tem recebido grande destaque, verificando-se expansão das áreas de produção e aumento da produtividade, com variedades podendo alcançar produções de massa verde entre 80 e 120 t/ha (Evangelista & Lima, 2002). Em 2007, a estimativa de produção de cana-de-açúcar foi de 515.325.403 t, sendo a produção esperada para o ano de 2008 de 549.606.230 t (IBGE, 2008).

A cana-de-açúcar como recurso forrageiro para a alimentação de ruminantes que vem se perpetuando ao longo dos anos; sendo, atualmente, realidade em muitas propriedades brasileiras, principalmente aquelas com menor grau de tecnificação. Tradicionalmente, a cana-de-açúcar é utilizada *in natura* na alimentação de rebanhos por meio do corte e fornecimento diário.

Produtores de leite que adotam o sistema de confinamento dos animais têm buscado alternativas de substituição total ou parcial da silagem de milho devido ao alto custo de produção. Mendonça et al. (2004) e Oliveira et al. (2007) indicaram a possibilidade de uso eficiente da cana-de-açúcar em dietas para vacas em lactação de alta produção. Desse

modo, não só para bovinos de corte, a cana-de-açúcar constitui alternativa alimentar (Nussio et al., 2003).

Entre as principais vantagens da cana-de-açúcar *in natura* na alimentação de ruminantes estão à disponibilidade de técnicas adequadas de cultivo e de variedades com elevada produtividade de biomassa; baixo custo de produção por unidade de matéria seca; coincidência do melhor valor nutritivo no período da seca; e boa aceitação pelos animais (Mendes, 2006). Entretanto, essa prática exige diariamente mão-de-obra para as atividades de corte, despalhamento, desintegração e transporte, estabelecendo limitações de ordem operacionais na suplementação de grandes rebanhos (Nussio et al., 2002).

Além disso, a utilização de cana-de-açúcar como volumoso único em dietas para ruminantes, apresenta limitações de ordem nutricionais relacionados à sua composição química, como baixo teor de proteína bruta e elevado teor de fibra em detergente neutro de baixa digestibilidade (Prado & Moreira, 2002; Ezequiel et al., 2005). O uso de aditivos químicos no tratamento de volumosos, entretanto, tem sido uma opção viável à melhoria do valor nutritivo de diversas forrageiras.

O tratamento químico de volumosos com o intuito de melhorar o valor nutritivo, foi muito estudado e ainda continua sendo objeto de estudo em diversas pesquisas em todo o país. Tais avaliações envolveram a adição de sulfeto de sódio (Pires et al., 2004), uréia (Cândido et al., 1999; Bertipaglia et al., 2005; Carvalho et al., 2006a) amônia anidra (Neiva et al., 1998; Cardoso et al., 2004; Pires et al., 2004), hidróxido de sódio (Pedroso et al., 2007; Pires et al., 2006; Siqueira et al., 2007) e óxido de cálcio (Cavali, 2006; Moraes, 2006; Mota et al., 2007) em diferentes volumosos.

Os aditivos químicos são freqüentemente adicionados aos volumosos com o intuito de conservar e/ou promover redução nos constituintes da fração fibrosa, tornando-os mais digestíveis. Para os aditivos uréia e amônia anidra, além dos benefícios observados na redução dos constituintes da parede celular, é evidenciado elevação dos teores de nitrogênio dos materiais tratados (Souza et al., 2001).

Segundo Garcia & Pires (1998), dentre os resultados observados no tratamento químico de volumosos, a atuação do produto alcalino na fração fibrosa, rompendo as ligações químicas entre a lignina e a hemicelulose; com solubilização da hemicelulose e quebra parcial da estrutura da celulose pela ruptura das ligações de hidrogênio, constituem-se os maiores benefícios, pois, de acordo com esses autores, todas essas reações que ocorrem causam expansão da fibra e facilitam o acesso do complexo enzimático celulase ao substrato, melhorando o processo de digestão.

Estudo desenvolvido por Alves et al. (2001) foi observado que o tratamento com 2% de NaOH elevou a digestibilidade da FDN (23,8 vs 31,7%). Do mesmo modo melhorias na digestibilidade e incremento na ingestão voluntária com a utilização da cana-de-açúcar tratada com NaOH também foram observadas por Ezequiel et al., 2005. Nesse estudo os autores testaram a cana-de-açúcar tratada com 1,5% do peso verde, de uma solução de NaOH a 50%, e relataram aumentos na digestibilidade da FDN para o material tratado, encontrando valores de 29,4% de digestibilidade para a cana *in natura* e 65,4% para a cana-de-açúcar tratada com NaOH.

Aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi relatado por Siqueira et al. (2007) ao ensilarem a cana-de-açúcar com 1% de NaOH. Os valores encontrados foram de 52,6% de DIVMS para a silagem de cana sem tratamento e de 66,2% para a cana ensilada com 1% de NaOH. Ressalta-se, entretanto, que ao ensilar a cana-de-açúcar, perdas de matéria seca podem ocorrer em função da fermentação alcoólica e das perdas por efluente e por gases, fato este evidenciado em diversos trabalhos de pesquisa (Coan et al., 2002; Santos et al., 2005).

Coan et al. (2002), ao avaliarem cana-de-açúcar fresca ou ensilada, relataram diminuição no teor de MS (27,3 vs 20,9%), aumento nos teores de FDN (42,1 vs 54,9%), de FDA (34,9 vs 43,8%) e de lignina (6,8 para 7,2%) quando a cana foi ensilada. Segundo Bernardes et al. (2002) a diminuição nos teores de carboidratos solúveis, o qual ocorre em decorrência do processo de fermentação alcoólica, acarreta aumento proporcional nos teores de constituintes de parede celular.

A produção excessiva de etanol e a redução do valor nutritivo em silagens de cana-de-açúcar sem aditivos foram relatadas por Andrade et al. (2001) e Silva (2003), que verificaram redução de cerca de 30% no conteúdo total de açúcares para a cana ensilada em relação à cana fresca e teores de etanol de 7,8 a 17,5% da MS.

Nesse sentido, em estudos recentes têm-se buscado alternativas para a produção de silagem de cana-de-açúcar de melhor qualidade. Balieiro Neto et al. (2007), avaliando os efeitos do óxido de cálcio aplicado no momento da ensilagem de cana-de-açúcar, nas doses de 0; 0,5; 1 e 2%, verificaram redução dos teores de FDN (55,48, 51,33, 49,30 e 45,36%) e aumento da DIVMS (66,50, 71,06, 71,09 e 72,17%, respectivamente). Em estudo conduzido por Cavali (2006), adicionaram-se doses crescentes de CaO (0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0%, na matéria natural) na cana-de-açúcar *in natura*, e verificou-se aumento na DIVMS.

Nos últimos anos têm sido crescente o interesse pela utilização de Ca(OH)_2 ou do CaO no tratamento da cana-de-açúcar (Moraes, 2006; Campos, 2007, Pontes, 2007). Entre

os fatores que estão associados ao crescente uso desses aditivos como alternativa aos demais produtos alcalinos, destacam-se o menor tempo exigido para o tratamento quando comparado à uréia ou à amônia anidra e ao fato dos mesmos apresentarem menor risco à saúde humana, quando comparados ao NaOH.

A adição do CaO na cana-de-açúcar é realizada no material desintegrado e deixado em repouso por períodos que variam de 10 a 24 horas antes do fornecimento aos animais. De acordo com Martines (2006), esse tempo é necessário para que a hidrólise possa ocorrer de forma eficiente. Mota et al. (2007) estudaram três períodos de tratamento (12, 36 e 60 horas) da cana-de-açúcar com 0,5% de CaO e não observaram diferença na composição química, constatando-se, entretanto, menores valores de fibra no material tratado em relação à cana *in natura*.

A possibilidade de armazenar a cana-de-açúcar já desintegrada por maiores períodos de tempo, sob o ponto de vista econômico e operacional, proporciona redução de custo com maquinário e mão-de-obra, os quais poderão ser destinados à execução de outras atividades na propriedade (Nussio et al., 2003).

A redução do teor de fibra e o aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar por ocasião do tratamento com CaO foi verificada em diversos experimentos (Cavali, 2006; Balieiro Neto et al., 2007; Domingues et al., 2007; Teixeira Júnior et al., 2007). Contudo, resultados mostrando o efeito da cana-de-açúcar tratada com CaO na alimentação de ruminantes são escassas e pouco conclusivas. Moraes (2006) avaliou o consumo, o desempenho e a digestibilidade em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com 1% de CaO e verificaram redução do consumo, da digestibilidade e do ganho de peso dos animais.

A avaliação do comportamento ingestivo em estudos envolvendo a produção de pequenos ruminantes mediante o fornecimento de diferentes dietas, é crescente em todo o país (Carvalho et al., 2004, Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006b; Carvalho et al., 2008). As estimativas de comportamento ingestivo têm sido relatadas como importantes ferramentas na avaliação de dietas, permitindo o ajuste do manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho (Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006b).

Albright (1993) enfatizou a importância do comportamento ingestivo para o sistema de produção animal, relatando que, além de contribuir para as práticas de manejo e dimensionamento das instalações e da qualidade e quantidade da dieta, no caso de animais em lactação, o mesmo poderá ser aplicado ainda para elucidar os problemas decorrentes da

diminuição do consumo em épocas críticas para a produção de leite, como a fase inicial de lactação.

Estimativas confiáveis de variáveis comportamentais dependem da escolha acertada de um intervalo entre observações que não comprometa os resultados a serem obtidos. O intervalo de cinco minutos entre observações tem sido adotado como padrão na maioria das pesquisas (Moore et al., 1990; Bürger et al., 2000; Queiroz et al., 2001; Salla et al., 2003; Cardoso et al., 2006).

Estudos envolvendo a avaliação de comportamento ingestivo são laboriosos, pois requerem o acompanhamento constante das atividades dos animais por períodos contínuos de 24 horas. Desse modo, intervalos entre observações superiores ao de cinco minutos, mas que promovam resultados confiáveis, podem aumentar a praticidade do sistema de avaliação e diminuir o trabalho envolvido neste tipo de experimentação. Deswysen et al. (1993) utilizaram o intervalo de sete minutos, enquanto outros autores utilizaram o intervalo de 10 minutos (Miranda et al., 1999; Gonçalves et al., 2001; Costa et al., 2003; Carvalho et al., 2004) ou de 15 minutos (Fischer et al., 1998; Portugal et al., 2000). Entretanto, verifica-se que a escolha desses intervalos tem sido realizada de forma arbitrária, o que pode comprometer significativamente as estimativas comportamentais (Dutilleul, 1997) e comparações inter-experimentais.

Na realização de estudos de digestibilidade *in vivo*, as estimativas são obtidas a partir da excreção de material seco fecal, que na maioria das vezes é realizada via coleta total. A busca por estimativas acuradas de recuperação fecal de matéria seca por intermédio de indicadores internos, aqueles presentes naturalmente nos alimentos, tem sido objeto de estudo (Freitas et al., 2002; Oliveira Júnior et al., 2004; Barros et al., 2007). A possibilidade de uso desta técnica viabiliza os ensaios de digestão, imputando praticidade ao sistema de coleta na obtenção das estimativas (Silva & Leão, 1979), além de minimizar a interferência sobre o comportamento animal em comparação a procedimentos de quantificação total de fezes (Detmann et al., 2004).

Os indicadores internos comumente usados em ensaios de digestão para a obtenção das estimativas de recuperação de matéria seca fecal e posteriormente das digestibilidades, são a matéria seca indigestível (MSi), a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) (Penning & Johnson, 1983; Van Soest, 1994; Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007).

De acordo com Owens & Hanson (1992), um indicador constitui um composto utilizado como monitor químico (hidrólise e síntese) e físico (fluxo) de aspectos da

digestão e/ou de metabólitos. Dessa forma, a verificação das características ideais sobre indicadores internos deve-se centrar sobre questões relacionadas à recuperação desses após a submissão aos eventos do trato gastrintestinal, podendo a acurácia de tal procedimento ser realizada por meio da avaliação do vício de tempo longo (VTL) (Detmann et al., 2007). O VTL foi definido por Langlands et al. (1963), citado por Detmann et al. (2007), como a capacidade do indicador em ser excretado em quantidade similar à consumida, constituindo característica inerente ao próprio indicador.

Desse modo, a avaliação de determinado indicador interno sob a ótica de que o que foi excretado é igual à quantidade consumida, apresentando, portanto, VTL nulo, indicará a possibilidade de uso do indicador na obtenção de estimativas confiáveis em ensaios de digestão. Contudo, nos casos em que um indicador apresente VTL significativo, com excreção do indicador diferente da quantidade consumida, sua aplicação tornar-se-á comprometedor em estudos de digestão, uma vez que não apresentará a característica de recuperação fecal total, demandada para um indicador ideal (Owens & Hanson, 1992; Detmann et al., 2007).

Diante do exposto, fica claro, portanto, que a escolha e aplicação segura de determinado indicador interno em ensaios de digestão, está na dependência da constante observação da ausência de vício de recuperação, denotado VTL, constituindo-se numa característica primária na definição do indicador a ser adotado (Detmann et al., 2007b).

O presente trabalho foi conduzido para avaliar a cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para ovinos, caprinos, novilhas e vacas em lactação. Objetivou-se também estudar a influência dos intervalos entre observações sobre as estimativas comportamentais dos animais e avaliar o vício de tempo longo dos indicadores internos matéria seca indigestível, fibra em detergente neutro indigestível e fibra em detergente ácido indigestível em ensaios de digestão com ovinos e caprinos.

1.1. LITERATURA CITADA

- ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BARROS, E.E.L.; FONTES, C.A.A.; DETMANN, E. et al. Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e de óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2102-2108, 2007.
- BERNARDES, T.F.; SILVEIRA, R.N.; COAN, R.M. et al. Características fermentativas e presença de levedura na cana-de-açúcar crua pó queimada ensilada com aditivo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.
- BERTIPAGLIA, L. M. A.; LUCA, S.; MELO, G. M. P.; REIS, R. A. Avaliação de fontes de urease na amonização de fenos de *Brachiaria brizantha* com dois teores de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.378-386, 2005.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CAMPOS, M.M. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada ou não com óxido de cálcio com diferentes níveis de uréia em ovinos**. 2007. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M. et al. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.928-935, 1999.
- CARDOSO, G.C.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. et al. Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004 (suplemento 2).
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006a.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006b.

- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2006.
- COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNERDES, T.F. et al. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 39. 2002, Recife. **Anais...Pernambuco: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2002.
- COSTA, C.O.; FISCHER, V.; VETROMILLA, M.A.M. et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.418-424, 2003.
- DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P.A.; GODFRIN, J.P. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. **Journal of Animal Science**, v.71, n.10, p.2739-2747, 1993.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Avaliação da técnica dos indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.45, p.40-57, 2004.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007b.
- DOMINGUES, F.N.; OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A. et al. Parâmetros bromatológicos da cana-de-açúcar tratada com doses crescentes de cal virgem (CaO) microprocessada em diferentes tempos de exposição ao ar. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais... Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2007. (CD-ROM).
- DUTILLEUL, P. Incorporating scale in study design: data analysis. In: PETERSON, D.L.; PARKER, V.T. (Eds.) **Ecological scale: theory and application**. New York: Columbia University Press, 1997. p.1-77.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. **Silagens: do cultivo ao silo**. 2ª.ed. Lavras: UFLA, 2002. 200p.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530, 2002.

- GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa: AMEZ, 1998. p.33-60.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.
- IBGE. **Censo agropecuário**. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2008.
- MARTINES, E. Processo de hidrólise da cana para alimentação de vacas em lactação. **Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR**. Disponível em: (<http://www.sbrt.ibict.br>). Acesso em 02 de fev. 2008.
- MENDES, C.Q. **Silagem de cana-de-açúcar na alimentação de ovinos e caprinos: valor nutritivo, desempenho e comportamento ingestivo**. 2006. 104p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2006.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.7, p.614-620, 1999.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLER, R.S. Influence of roughage source on kinetics of degestion and passage, and on calculated extends of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.12, p.3412-3420, 1990.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, UFV, Viçosa, 2006.
- MOTA, D.A.; OLIVEIRA, M.D.S.de.; DOMINGUES, F.N. et al. Avaliação da composição bromatológica da cana-de-açúcar submetida ou não a hidrólise in naturacom diferentes tipos de cal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- NEIVA, J.N.M.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.466-473, 1998.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. et al. Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. 1. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 1, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.49-74.
- OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R. et al. Avaliação de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore alimentados

- com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.749-758, 2004.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Substituição do milho por casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1172-1182, 2007.
- OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S. et al. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.558-564, 2007.
- PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal of Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. de. et al. Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com óxido cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminação em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, p.154-159, 2000.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. 1^a.ed. Maringá: UEM, 2002. 162p.
- QUEIROZ, A.C.; NEVES, J.S.; MIRANDA, L.F. et al. Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças holandês-zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.84-88, 2001.
- SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X. et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.683-689, 2003.
- SANTOS, M.C. **Aditivos químicos para o tratamento da cana-de-açúcar in natura e ensilada (*Saccharum officinarum*)**. 2007. 112p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Livroceres. 1979. 384p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.

SOUZA, A.L. de.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Composição químico-bromatológica da casca de café tratada com amônia anidra e sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.983-991, 2001 (suplemento 1).

TEIXEIRA JÚNIOR, D.J.; OLIVEIRA, M.D.S.de.; MOTA, D.A. et al. Efeito da cal virgem (óxido de cálcio) como agente hidrolisante sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar após 24 horas de tratamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

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

CAPÍTULO 1

Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total (dois e quatro dias) na estimativa da digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também comparar os consumos de matéria seca (MS) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados com os estimados com base no NRC (2006). Foram utilizados oito ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², e as avaliações do consumo e da digestibilidade foram realizadas nos quatro dias finais de cada período. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta (PB) e apresentaram 70% de cana-de-açúcar tratada com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado. A cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO foi desintegrada, tratada e fornecida após 24 horas de armazenamento. A cana-de-açúcar com CaO promoveu maior consumo de MS, MO, PB, FDN, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e NDT (kg/dia) em relação à cana *in natura*, sendo o mesmo comportamento observado para o consumo expresso em %PV. A digestibilidade da MS e CNFcp da cana-de-açúcar com CaO foi inferior ao da cana-de-açúcar *in natura*. Houve aumento linear do consumo de MS com a adição de CaO à cana-de-açúcar. Por outro lado a digestibilidade da MS e FDN, e o teor NDT reduziram-se linearmente. Observou-se subestimação dos consumos de MS e NDT estimados pelo NRC (2006). O tratamento químico da cana-açúcar com CaO aumenta o consumo mas não melhora a digestibilidade dos nutrientes. Dois dias de coleta total de fezes são suficientes para estimar a digestibilidade aparente total em ovinos.

Palavras-chave: cal, matéria seca, tratamento químico, volumoso

Intake, apparent digestibility and days of total collection on digestibility estimative of sheep fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The experiment was conducted to evaluate the intake, nutrients apparent digestibility and the effect of days of total collection (two and four days) in the estimate of apparent digestibility in sheep fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). The objective was also to compare the dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) intakes observed with that estimated based on NRC (2006). Eight castrated male Santa Inês sheep breed, with 16.6 kg average body weight were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four experimental periods of 14 days each. The animals were kept in individual barns of 1.2 m² and the intake and digestibility evaluations were realized at the last four days of each period. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 14% crude protein (CP) and presented 70% sugar cane treated with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO (in natural matter basis) corrected with 1% urea and 30% of concentrate. The sugar cane with CaO addition doses was chopped, treated and being offered to the animals after 24 hours of storage. The sugar sugar cane with CaO promoted increase of DM, OM, CP, NDF, NDFap, TC, NFCap and TDN intake (kg/day) in relation to the cane in natural, being the same behavior observed for the intake (% BW). There was lineal increase of the intake of DM sugar cane with CaO. The DM and NFCap digestibility reduced linearly. On the other hand the digestibility of DM and NDF, and TDN lineal decrease. It was observed a under estimative of DM and TDN intakes estimated by NRC (2006). The sugar cane chemical treatment with CaO increase of intake but does not improve nutrients digestibility. Two days of total fecal collection are sufficient to estimate the total apparent digestibility in sheep.

Key words: lime, dry matter, chemical treatment, roughage

Introdução

A criação de ovinos na Região Nordeste se destaca como atividade de grande importância sócio-econômica. Segundo o IBGE (2008), o rebanho de ovinos no Brasil em 2006 foi estimado em 13.856.747 de cabeças, dos quais 7.752.139 encontram-se na Região Nordeste. Detentora do maior rebanho brasileiro de ovinos (55,9%), esta região abrange uma área total de 166,2 milhões de hectares, sendo que 95,2 milhões (57 %) estão inseridos na zona semi-árida, sendo esta, uma região caracterizada por apresentar longos períodos de estiagem, com produção forrageira altamente estacional.

Nesse sentido, a cana-de-açúcar, forrageira amplamente utilizada na alimentação animal, por apresentar fácil cultivo, alta produtividade e ponto de colheita que coincide com o período de escassez de forragens, constitui opção promissora para suprir a demanda de nutrientes em ovinos, em períodos onde há baixa disponibilidade de forragens com qualidade.

Apesar do grande potencial produtivo como forrageira, com algumas variedades como a IAC 862480, podendo alcançar mais de 153 t/ha (Landell et al., 2002), a cana-de-açúcar apresenta algumas limitações nutricionais como baixo teor de proteína bruta e elevada concentração de fibra de baixa digestibilidade. A adição de uréia à cana-de-açúcar no momento do fornecimento aos animais tem sido muito utilizada para corrigir a deficiência em proteína; contudo, os efeitos negativos da baixa digestibilidade da fração fibrosa ainda tem sido desafio para a pesquisa.

A baixa digestibilidade da fibra provoca redução na taxa de passagem, refletindo diretamente no consumo voluntário de alimentos, que pode diminuir consideravelmente (Prado & Moreira, 2002). Nesse sentido, alternativas têm sido pesquisadas e propostas para aumentar o aporte de nutrientes no sistema ruminal e aumentar a eficiência do aproveitamento da fibra potencialmente digestível e elevar a taxa de passagem de fibra indigestível.

O uso de quantidades elevadas de concentrados em dietas tem sido uma alternativa quando a cana-de-açúcar participa como volumoso único em dietas para ruminantes. Entretanto, o elevado preço desses insumos pode onerar o sistema de produção. Outra opção que tem sido muito discutida atualmente se refere ao uso de aditivos químicos alcalinos no tratamento de volumosos. Nesta segunda opção apresentada, as abordagens têm sido direcionadas basicamente para dois focos principais: o aumento do aporte de nitrogênio e a melhoria na digestibilidade da fração fibrosa dos alimentos.

Existem diversos aditivos alcalinos com potencial de serem utilizados no tratamento químico de volumosos, sendo a uréia e a amônia anidra os mais empregados (Souza et al., 2002). Dentre os benefícios observados, diversos autores (Pires et al., 2004; Carvalho et al., 2006) comentaram sobre o incremento da fração nitrogenada que esses produtos promovem nos materiais tratados. O uso de hidróxido de sódio e óxido de cálcio, entretanto, não contribui para o aumento no aporte de nitrogênio, mas podem provocar maior efeito de hidrólise na parede celular dos volumosos, melhorando a digestibilidade da fibra e, conseqüentemente, o consumo (Andrade et al., 2001; Oliveira et al., 2002; Oliveira et al., 2007).

Estudos direcionados para a nutrição de ruminantes constantemente têm buscado soluções práticas para amenizar o trabalho experimental. A coleta total de fezes, prática indispensável e necessária em alguns experimentos com animais em confinamento, para a obtenção da excreção fecal de matéria seca e estimação de digestibilidade dos nutrientes, exige, na maioria das vezes, grande disponibilidade de mão-de-obra para as atividades de coleta, que são executadas em períodos contínuos de 24 horas. Desse modo, menores intervalos de coleta total, mas que promovam estimativas confiáveis de excreção fecal e digestibilidade, são importantes para incrementar a praticidade nas avaliações e diminuir o labor experimental.

Embora esforços tenham sido despendidos na obtenção de informações acerca da exigência nutricional de pequenos ruminantes no Brasil, ainda constitui-se fato real a utilização de tabelas estrangeiras de exigência nutricionais por pesquisadores brasileiros, principalmente o NRC (2006), o que não são totalmente aplicáveis nas condições de produção nacionais. Estima-se que a variabilidade na composição química dos alimentos, principalmente a elevada concentração de fibra em detergente neutro nas forragens tropicais, seja um dos principais fatores envolvidos na baixa acurácia do sistema NRC quando utilizado nestas condições. Em avaliações com bovinos confinados, Pina et al. (2006) e Oliveira (2005) observaram inadequação do NRC (2001) em estimar o consumo de nutrientes nas condições brasileiras. Já para ovinos, estudos dessa natureza são escassos, fato este que motivou a realização de tal avaliação neste trabalho.

O presente trabalho foi conduzido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total na estimação da digestibilidade aparente em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, além de avaliar a acurácia dos consumos de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais estimados segundo NRC (2006).

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizados oito ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de 16,6 kg e três meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m² com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia e alimentados com dietas contendo 70% de cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado (Tabela 1), com base na matéria seca. A cana-de-açúcar *in natura* sem tratamento (0% de CaO) foi desintegrada e fornecida no momento do fornecimento das dietas. Por sua vez, a cana-de-açúcar tratada com as doses de CaO foi previamente desintegrada, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Durante todo o período de tratamento (24 horas) da cana-de-açúcar, foi realizado o monitoramento da temperatura, o qual pode ser verificado na Figura 1.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% de uréia (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

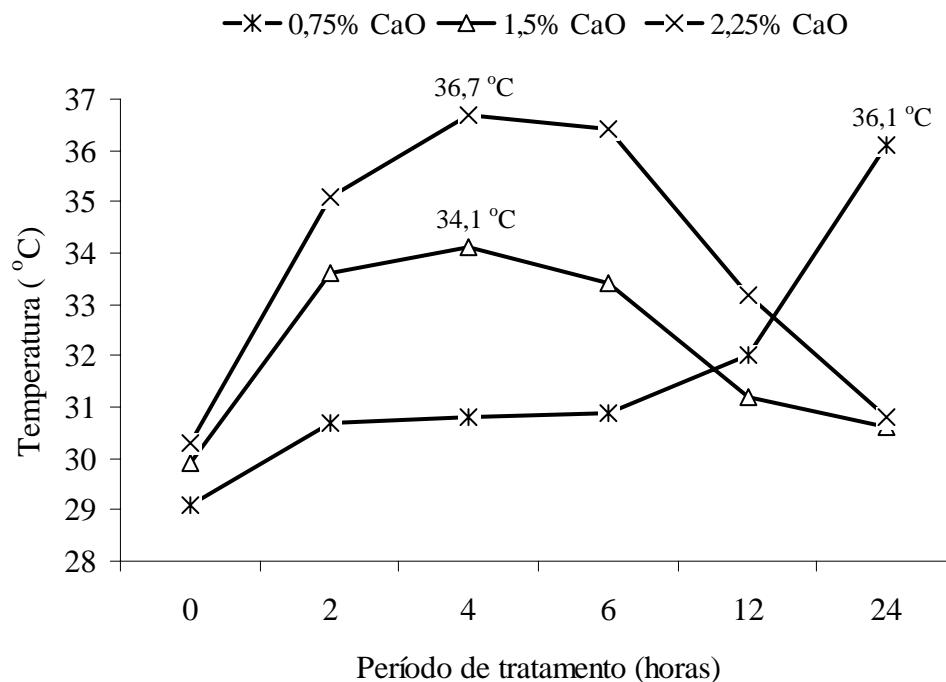


Figura 1 - Temperatura média (°C) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO, % na MN) durante 24 horas de tratamento

A cana, em todos os tratamentos, no momento do fornecimento aos animais, foi corrigida com 1% uréia, na base da matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia (NRC, 2006). As dietas foram balanceadas para conterem aproximadamente 14% de proteína bruta (PB) e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água.

A composição química da cana-de-açúcar *in natura* sem uréia, da cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO) e da cana-de-açúcar tratada com as doses de CaO, corrigidas com 1% de uréia, bem como do concentrado pode ser verificada na Tabela 2 e a composição das dietas experimentais na Tabela 3. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizado o monitoramento do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO, utilizando-se refratômetro.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca indigestível (MSi), nutrientes digestíveis totais (NDT), açúcares solúveis (^oBrix) e valores de pH na cana-de-açúcar, da cana de açúcar com diferentes doses do óxido de cálcio (CaO) e do concentrado

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹					
	Cana de açúcar <i>in natura</i>	0	0,75	1,5	2,25	Concentrado
MS	30,1	28,8	29,1	30,2	31,5	85,7
MO ²	96,8	96,7	94,4	92,3	90,4	90,0
PB ²	3,3	11,9	11,5	11,4	11,4	23,3
PIDN ³	32,8	12,6	11,0	10,6	14,8	12,3
PIDA ³	14,3	5,2	7,5	4,4	5,8	4,3
EE ²	1,4	1,9	2,1	1,5	1,4	3,5
Cinza ²	3,2	3,3	5,6	7,7	9,6	10,0
CT ²	92,1	82,2	80,8	79,3	77,6	63,3
FDN ²	54,4	53,6	55,4	51,4	47,7	20,7
FDNcp ²	52,0	51,2	53,3	48,7	44,9	12,3
FDNi ²	32,2	31,3	32,2	27,6	23,2	1,8
FDNpd	22,1	22,3	23,2	23,8	24,5	18,9
CNF ²	37,7	28,6	25,4	27,9	29,8	38,6
CNFcp ²	40,2	31,1	27,6	30,6	32,7	46,9
FDA ²	36,8	36,2	38,0	33,5	33,0	10,2
FDAi ²	27,4	25,5	25,0	24,5	18,1	1,0
Hemicelulose ²	17,6	17,4	17,4	17,9	14,7	10,5
Celulose ²	29,2	29,6	30,2	26,7	26,5	10,8
Lignina ²	6,6	7,2	7,1	6,1	5,6	1,1
MSpD ²	69,6	70,7	69,8	74,2	78,5	97,6
MSi ²	35,6	34,3	35,9	30,6	26,1	4,5
NDT ^{2,4}	61,3	60,4	58,2	58,7	58,4	73,2
^o Brix	21,4	20,6	19,4	19,7	20,2	-
pH ⁵	5,5	5,5	7,3	9,3	11,2	-

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em porcentagem da MS. ³/ Valores em porcentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001). ⁵/ Obtido na cana-de-açúcar antes da adição de 1% de uréia.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca indigestível (MSi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
PIDN ³	17,2	16,1	15,8	18,7
PIDA ³	7,3	8,9	6,7	7,7
EE ²	2,4	2,5	2,1	2,0
Cinza ²	5,3	6,9	8,4	9,7
CT ²	75,4	74,4	73,3	72,1
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpD ²	21,3	21,9	22,3	22,9
CNF ²	31,6	29,4	31,1	32,5
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Hemicelulose ²	15,3	15,3	15,7	13,5
Celulose ²	24,0	24,4	21,9	21,8
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3
MSpD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
NDT ^{2,4}	64,3	62,7	63,0	62,8

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

As doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para a que ocorra a hidratação da CaO. De acordo com este autor, é necessário apenas 1,0 mol de H₂O para cada mol de CaO para a formação do hidróxido de cálcio Ca(OH)₂, ou seja, para cada 56,0 g de cal são necessários 18,0 g de água.

O experimento teve duração de 56 dias, constituído de quatro períodos experimentais, com 14 dias cada, sendo os dez primeiros dias destinados à adaptação dos animais e os quatro dias finais à coleta de dados.

As dietas foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00, sendo ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido. No período de coleta, do 11^o ao 14^o dia de cada período experimental, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental.

Para efeito de quantificação e avaliação do consumo voluntário foram considerados os alimentos fornecidos entre o 10^o e 13^o dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 11^o e 14^o dia.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de faca (1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) obtidos segundo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi obtida segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados em adaptação ao proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e os CNF corrigidos para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest), dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$;

sendo que, nas equações acima:

$FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25);

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; e

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25.

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Os consumos de MS e NDT observados foram comparados com os valores estimados pelo NRC (2006).

O procedimento de validação foi realizado de forma independente aos tratamentos aplicados, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos e observados, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão, sob as seguintes hipóteses:

$$H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_0 : \beta_1 = 1$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

$$H_a : \beta_1 \neq 1$$

Em caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, concluiu-se pela similaridade entre valores preditos e observados. Em situação contrária, nova equação de regressão foi traçada, suprimindo-se o parâmetro relativo ao intercepto, estimando-se o vício global das estimativas, segundo Detmann et al. (2005), como:

$$B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

B = vício global das estimativas (%); $\hat{\beta}$ = estimativa do coeficiente de inclinação para a relação entre consumo observado e predito, assumindo-se intercepto nulo.

Para a estimação dos coeficientes de digestibilidade aparente, foi realizada coleta total de fezes dos animais do 11^o ao 14^o dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de uma tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada baia. As fezes foram pesadas pela manhã, e retirados, aproximadamente, 10% do total, congelados em freezer a -10°C para posteriores

análises. A partir das amostras diárias, foram elaboradas duas amostras compostas das fezes para a comparação do período de coleta, sendo a primeira amostra relativa aos dois primeiros dias, do 11^o ao 12^o dia, e a segunda referente aos quatro dias consecutivos de coleta.

Para a estimação dos teores de MSi e FDNi para obtenção dos consumos, amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado) e sobras foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008), em duplicata (20 mg MS/cm²), em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²), no rúmen de dois novilhos mestiços recebendo dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados, conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi.

A comparação de dias de coleta total na estimativa da excreção fecal e da digestibilidade dos nutrientes foi realizada em um esquema de parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram compostas pelas dietas (diferentes doses de CaO) e as subparcelas, pelos dias de coleta.

As estimativas de consumo, digestibilidade dos nutrientes e NDT foram comparadas entre os tratamentos por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	<i>Cana in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os tratamentos englobando a cana-de-açúcar tratada com CaO apresentaram maior consumo ($P<0,01$) de MS, MO, PB, FDN, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e NDT (kg/dia) em relação à cana *in natura* (0% de CaO). O mesmo comportamento foi observado para o consumo expresso em % do peso vivo (PV), no qual a cana tratada com CaO apresentou superioridade ao controle (cana-de-açúcar *in natura*), com maiores consumos ($P<0,01$) de MS, MO, FDN, FDNcp e NDT (Tabela 5).

Recorrendo-se aos demais contrastes para a detecção de relação funcional entre a adição de CaO à cana-de-açúcar e as variáveis resposta em questão, verificou-se aumento linear nos consumos de MS ($P<0,05$) e CNFcp ($P<0,01$) em kg/dia e de MS ($P<0,05$) em %PV. Registrou-se também comportamento linear crescente do consumo de MS ($P<0,05$) expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$. Os consumos de MSi e FDNi em kg/dia, entretanto, associaram-se de forma linear e negativamente com as doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar.

A cana-de-açúcar submetida ao tratamento com as doses de CaO apresentaram boas características químicas (Tabela 2) e, pelo que tudo indica, boa palatabilidade, explicando o maior consumo de nutrientes nas dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO. A elevação do consumo de MS, conforme observado, é algo que tem sido buscado em diversos trabalhos com uso de aditivos alcalinos no tratamento da cana-de-açúcar (Moraes, 2006; Amaral, 2007; Campos, 2007). Contudo, o uso desses aditivos químicos no tratamento de volumosos nem sempre tem provocado elevação do consumo de nutrientes em animais ruminantes.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos consumos de matéria seca (MS), matéria seca indigestível (MSi), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Consumo (kg/dia)							
MS ²	0,637	0,709	0,765	0,776	8,1	0,0002	0,0337	0,3785
MSi ³	0,105	0,126	0,114	0,090	29,6	0,4999	0,0015	0,4995
MO	0,600	0,657	0,696	0,695	8,3	0,0017	0,1705	0,4119
PB	0,118	0,126	0,134	0,136	7,8	0,0039	0,0703	0,4685
EE ⁴	0,015	0,019	0,016	0,015	15,4	0,2365	0,0050	0,4973
FDN	0,247	0,289	0,296	0,284	10,7	0,0021	0,7395	0,4569
FDNcp	0,220	0,260	0,260	0,246	10,9	0,0044	0,3022	0,5828
FDNi ⁵	0,102	0,119	0,111	0,088	16,8	0,6294	0,0024	0,3439
CT	0,466	0,512	0,546	0,545	8,4	0,0013	0,1462	0,3748
CNFcp ⁶	0,247	0,252	0,286	0,299	7,9	0,0016	0,0003	0,2719
NDT	0,431	0,476	0,494	0,495	9,5	0,0062	0,3976	0,6586
	Consumo (% do peso vivo)							
MS ⁷	3,39	3,64	3,94	3,99	6,6	0,0002	0,0109	0,2494
MO	3,19	3,37	3,59	3,58	6,7	0,0039	0,0949	0,2807
FDN	1,32	1,48	1,53	1,46	8,7	0,0038	0,7426	0,3045
FDNcp	1,17	1,33	1,34	1,26	8,8	0,0081	0,2318	0,4077
NDT	2,30	2,44	2,54	2,55	7,6	0,0131	0,2488	0,5509
	Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS ⁸	70,42	76,29	82,61	83,68	6,8	0,0001	0,0128	0,2710

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 0,682532 + 0,0447946X$ ($r^2 = 0,8672$); ^{3/} $\hat{Y} = 0,146196 - 0,0239499X$ ($r^2 = 0,9672$); ^{4/} $\hat{Y} = 0,0202923 - 0,00254223X$ ($r^2 = 0,9497$); ^{5/} $\hat{Y} = 0,137230 - 0,0208223X$ ($r^2 = 0,9335$); ^{6/} $\hat{Y} = 0,232067 + 0,0313977X$ ($r^2 = 0,9371$); ^{7/} $\hat{Y} = 3,50389 + 0,234219X$ ($r^2 = 0,8507$); ^{8/} $\hat{Y} = 73,4770 + 4,92180X$ ($r^2 = 0,8557$).

Moraes (2006), ao fornecer cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1% de CaO (% MN) por 24 horas a novilhas mestiças, verificou redução do consumo de nutrientes nos animais alimentados com cana-de-açúcar tratada. Segundo o autor, a alta temperatura da cana-de-açúcar com CaO, quando comparada com a *in natura*, pode ter sido o fator responsável pelo menor consumo de nutrientes observado. No presente

trabalho, entretanto, à exceção da cana-de-açúcar tratada com 0,75% de CaO, na qual tudo indica que ocorreu fermentação devida ao aumento da temperatura após 24 horas de tratamento (Figura 1), os demais tratamentos com 1,5% e 2,25% de CaO apresentaram temperaturas elevadas nas primeiras horas após a adição do CaO, mas, após as 24 horas, os valores reduziram-se para próximo da temperatura ambiente (Figura 1).

Por outro lado, os incrementos no consumo de fibra, em kg/dia e em % do peso vivo (contraste: C vs. CaO), decorrente a adição de CaO à cana-de-açúcar (Tabela 5), podem estar relacionados com possíveis benefícios decorrentes do tratamento químico, o qual, a partir desta dose, pode não ter apresentado efeito. Em trabalho realizado por Pires et al. (2004), observaram-se maiores consumos de MS e FDN em novilhas alimentadas com os volumosos tratados com 4% de NH₃ (% MS), refletindo em maior desempenho dos animais. Segundo os autores, as alterações na fração fibrosa do material tratado foram fundamentais para os resultados observados.

Pontes (2007) avaliou o efeito de dietas com cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamentos (0 e 24 horas), com três doses de CaO (0; 0,5 e 1%) (% MN), e não verificou efeito destes tratamentos sobre os consumos de MS, MO, PB, FDN, CNF e NDT, em kg/dia, em carneiros. Diante dos resultados obtidos no presente estudo e os observados na literatura, citados anteriormente, verifica-se que a adição de CaO no tratamento da cana-de-açúcar pode ou não promover acréscimo no consumo dos nutrientes, sendo os efeitos negativos deste aditivo, sobre estas variáveis, contrários às pressuposições de melhoria de digestibilidade e consumo voluntário, ainda pouco entendidos.

O consumo de MS (% PV), conforme apresentado na Tabela 5, aumentou linearmente ($P < 0,01$), sendo estimados valores de 3,67; 3,85 e 4,03%, respectivamente, nas doses de CaO de 0,75; 1,5 e 2,25%. Esse aumento correspondeu a acréscimos de 8,3; 13,6 e 18,9% no consumo de MS, em % PV, respectivamente, nas dietas com cana-de-açúcar tratada com 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO em relação à dieta com cana-de-açúcar *in natura*. Possíveis benefícios do tratamento químico na cana-de-açúcar com CaO podem ter propiciado elevação na taxa de passagem dos alimentos, acarretando o aumento no consumo, explicando a elevação do consumo nestes tratamentos.

Quanto a digestibilidade, analisando os contrastes cana-de-açúcar *in natura* vs. cana-de-açúcar com CaO (C vs. CaO), observou-se menor digestibilidade da MS e dos CNFcp nos tratamentos com cana-de-açúcar tratada com CaO. Os demais componentes não apresentam efeito significativo ($P > 0,05$). Os coeficientes de digestibilidades da MS, FDN e o teor de NDT associaram-se de forma linear e negativamente ($P < 0,05$) às doses de

CaO aplicadas à cana-de-açúcar (Tabela 6). A redução na digestibilidade da MS, observada nas dietas com cana-de-açúcar submetida ao tratamento com CaO, contraria as suposições apresentadas por diversos autores (Pires et al., 2003; Cavali, 2006; Balieiro et al., 2007), os quais afirmaram que o tratamento alcalino influencia positivamente a digestibilidade da MS. É possível que a digestibilidade tenha sido influenciada pela taxa de passagem devido às elevadas taxas de consumos observadas.

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e nível de nutrientes digestíveis totais (NDT) em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
MS ²	68,0	67,3	65,9	65,1	2,5	0,0100	0,0146	0,7009
MO	69,8	69,5	69,0	69,5	2,3	0,4829	0,9952	0,4140
PB	77,1	77,0	76,1	74,4	3,4	0,2539	0,0638	0,7096
EE	70,9	75,3	69,4	70,2	9,1	0,8013	0,1334	0,2459
FDN ³	42,3	46,1	43,6	39,6	10,4	0,6604	0,0077	0,6699
FDNcp	40,5	46,3	42,8	43,7	11,0	0,0688	0,2826	0,3163
CT	67,8	67,4	67,1	68,3	2,5	0,7236	0,2874	0,3528
CNFcp	91,9	88,7	89,1	87,8	2,4	0,0016	0,4273	0,3903
NDT ⁴	63,4	65,2	61,0	60,1	5,6	0,4901	0,0213	0,2175

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 68,2931 - 1,47549X$ ($r^2 = 0,9793$). ^{3/} $\hat{Y} = 49,7375 - 4,44526X$ ($r^2 = 0,9796$). ^{4/} $\hat{Y} = 66,7807 - 2,96250X$ ($r^2 = 0,7955$).

Resultados diferentes foram observados por Cavali (2006), que avaliou doses de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de CaO (% MN), aplicadas no momento da ensilagem da cana-de-açúcar, e verificou elevação da DIVMS. De acordo com os resultados apresentados pela autora, os valores de DIVMS foram de 48,4; 65,6; 74,9; 78,2 e 81,5%, correspondendo a aumentos de 35,5; 54,8; 61,6 e 68,4%, respectivamente, para os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% em relação ao tratamento controle (0%), sem adição de CaO. Aumento na DIVMS também foi verificado por Oliveira et al. (2007), que adicionaram doses de 0; 0,5 e 1% de

CaO (% MN) na cana-de-açúcar *in natura*, e registram valores de 63,2; 64,8 e 65,6% de DIVMS, respectivamente.

De modo geral, as respostas obtidas em ensaios conduzidos *in vitro*, conforme os relatados anteriormente, divergem dos resultados obtidos *in vivo*. Na maioria dos estudos *in vitro*, verifica-se elevação da digestibilidade da cana-de-açúcar tratada com CaO, ao passo que, nos ensaios com animais, verifica-se redução ou ausência de efeito na digestibilidade com a aplicação do CaO à cana-de-açúcar. Em estudo com carneiros alimentados com cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamento (0 e 24 horas) e três doses de CaO (0; 0,5 e 1%), Pontes (2007) observou redução linear nos valores de digestibilidade da MS, sendo o comportamento observado no presente trabalho semelhante ao observado pelo autor. Redução da digestibilidade da MS também foi verificada por Moraes (2006), quando forneceu cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1% de CaO, relatando valores de digestibilidade aparente de 62,8 e 56,9%, respectivamente, para as dietas contendo cana-de-açúcar sem e com CaO. O autor avaliou também a digestibilidade aparente ruminal das dietas, e não verificou nenhum efeito da adição de CaO na cana-de-açúcar sobre a digestibilidade dos nutrientes.

Desse modo, a redução da digestibilidade da MS e FDN, observada neste trabalho, pode ser, em parte, suportada pelas afirmações de Moraes (2006) e Pontes (2007), os quais relataram que reduções na digestibilidade de dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO podem estar associadas aos elevados valores de pH. Assim, é possível que a elevação do pH da cana-de-açúcar tratada com as doses de CaO (Tabela 2) possa ter causado efeito deletério aos microrganismos ruminais, provocando redução da digestibilidade. Outra possível explicação está relacionada ao aumento do consumo de MS, tanto em g/dia como em % PV, que, conforme visto anteriormente, pode ter contribuído para a elevação da taxa de passagem dos alimentos, provocando redução dos coeficientes de digestibilidade da MS. Ressalta-se, entretanto, que o decréscimo do coeficiente de digestibilidade da MS foi de 1,6; 3,4 e 5,1%, respectivamente, nas dietas com cana-de-açúcar tratada com 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO em relação à dieta com cana *in natura* (sem adição de CaO). Esses valores foram modestos frente aos observados para o aumento do consumo, o qual atingiu patamares próximos a 20% para a maior dose de CaO.

O tratamento de cana-de-açúcar com CaO empregado neste estudo contraria a pressuposição de Ezequiel et al. (2005), no qual comentaram que o tratamento de volumosos com produtos alcalinos, quando influencia a digestibilidade das frações fibrosas, proporciona melhor aproveitamento da fibra da dieta, disponibilizando mais

energia para o crescimento microbiano. A ausência de efeito significativo ($P > 0,05$) para a maioria dos componentes e a redução no coeficiente de digestibilidade da FDN com a inclusão das doses de CaO na cana-de-açúcar é forte indicativo que o tratamento químico não atinge sua máxima eficiência em todas as situações. Pelos resultados observados na literatura, tudo leva a crer que o NaOH por ser um aditivo químico com maior poder de alcalinização, seu efeito é mais efetivo no tratamento de volumosos.

Maior eficiência de ação de NaOH sobre os componentes fibrosos de volumosos pode observada nos trabalhos de Ezequiel et al. (2005) e Pires et al. (2006). Entretanto, Nussio et al. (2003) comentaram que embora apresente resultados satisfatórios, o uso de NaOH tem sido evitado, em decorrência da possibilidade de contaminação do ambiente, do excesso de sódio na dieta, nas fezes e urina dos animais e, sobretudo, pelo risco que o mesmo apresenta à saúde humana durante sua aplicação.

A ausência de efeito positivo ao uso CaO sobre a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar também foi relatado por Campos (2007), o qual avaliou a adição de 0,6% de CaO no tratamento da cana-de-açúcar em combinação com o fornecimento de diferentes níveis de uréia (0; 0,33; 0,66 e 0,99%, com base na MN) e a cana-de-açúcar *in natura* corrigida com 1% de uréia em dietas para ovinos. O autor observou redução da digestibilidade da FDNcp no tratamento com 0,6% de CaO sem o fornecimento de uréia, e ausência de efeito para o CaO combinado com os níveis de uréia, o qual apresentou valores similares de digestibilidade entre si e semelhantes ao da cana-de-açúcar *in natura*.

As estimativas médias dos consumos de MS e NDT observados e preditos, as estimativas dos parâmetros da regressão com os respectivos níveis de probabilidade associados às hipóteses de nulidade e os coeficientes de variação destas variáveis são apresentados na Tabela 7.

A avaliação das estimativas de consumo de MS apontou não-aceitação de ambas as hipóteses de nulidade ($P < 0,01$) (Tabela 7). Submetendo-se esta variável ao ajuste de equação de regressão, sem considerar o intercepto, observou-se vício global elevado sobre o consumo de MS (-24,5%) (Figura 2). Diante do comportamento verificado, com grande concentração dos pontos abaixo da reta de igualdade ($Y = X$), fica explícita a subestimação do consumo de MS de ovinos em condições tropicais por intermédio dos procedimentos descritos no NRC (2006). Em estudo com vacas em lactação, Oliveira (2005), do mesmo modo, observou subestimação dos consumos de MS estimados por sistemas de equações em relação aos observados, relatando vício global de -17,6%, -17,1%, -11,9% e -5,9%,

respectivamente, para as equações de predição do NRC (1989), CNCPS (2003), AFRC (1993) e NRC (2001).

Tabela 7 - Médias, coeficiente de variação (CV), estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade do consumo de matéria seca (CMS) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2006) em ovinos

Item	Médias (kg/dia)			Regressão linear			
	Observado	Estimado	CV(%)	Intercepto		Coeficiente de inclinação	
				Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b
CMS	0,721	0,555	7,1	0,2825	P<0,0001	0,3778	P<0,0001
CNDT	0,474	0,327	8,6	0,1623	P<0,0001	0,3471	P<0,0001

^a/H₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^b/ H₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$.

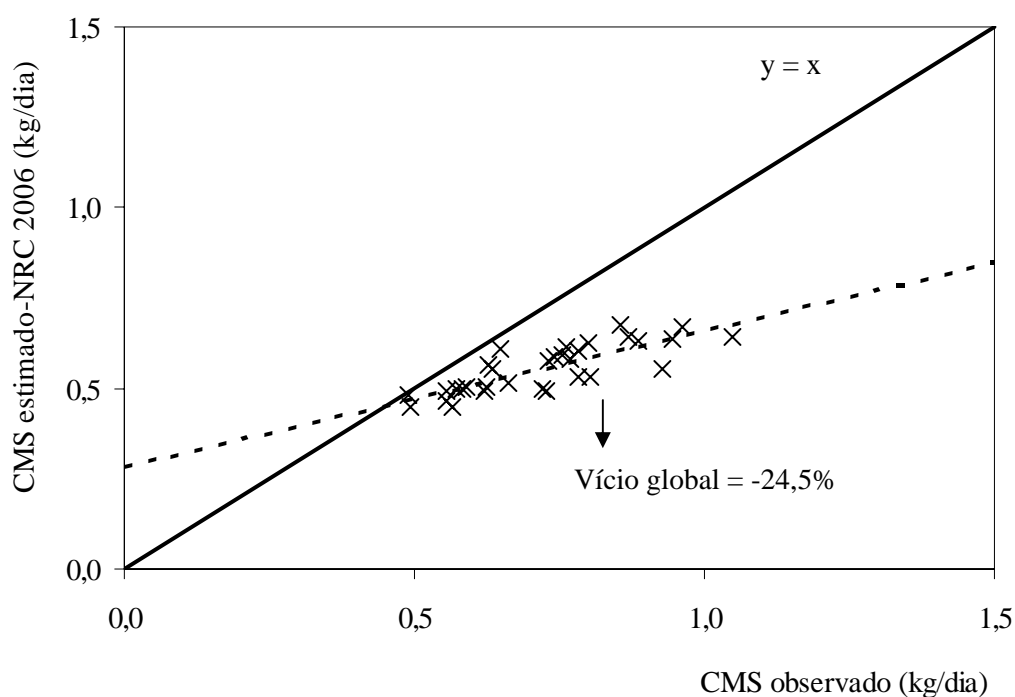


Figura 2 - Relação entre consumo de matéria seca (CMS) observado e estimado pelo NRC (2006) em ovinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados) e estimativa do vício global segundo Detmman et al. (2005).

Quanto ao NDT, avaliando-se as relações entre o consumo estimado e o observado, verifica-se também a ocorrência de rejeição de ambas as hipóteses de nulidades (Tabela 7),

permitindo evidenciar a elevada concentração dos pontos (Figura 3) abaixo da reta de igualdade ($Y = X$) e, por conseguinte, vício global significativo. Observando as retas de mínimos quadrados obtidas para os consumos de MS e NDT (Figuras 2 e 3, respectivamente), verifica-se comportamento similar, sendo em ambas notório a falta de relação entre os valores preditos e observados, denotando presença constante de vício nas estimativas.

O vício global obtido para a estimativa das relações entre consumo de NDT estimado pelo NRC (2006) e os valores observados no experimento foi elevado (-32,3%). Em trabalho conduzido com vacas em lactação por Pina et al. (2006), também observaram presença de vício global para a relação entre consumo de NDT predito e observado, indicando que as equações do NRC (2001) não são adequadas para as condições tropicais.

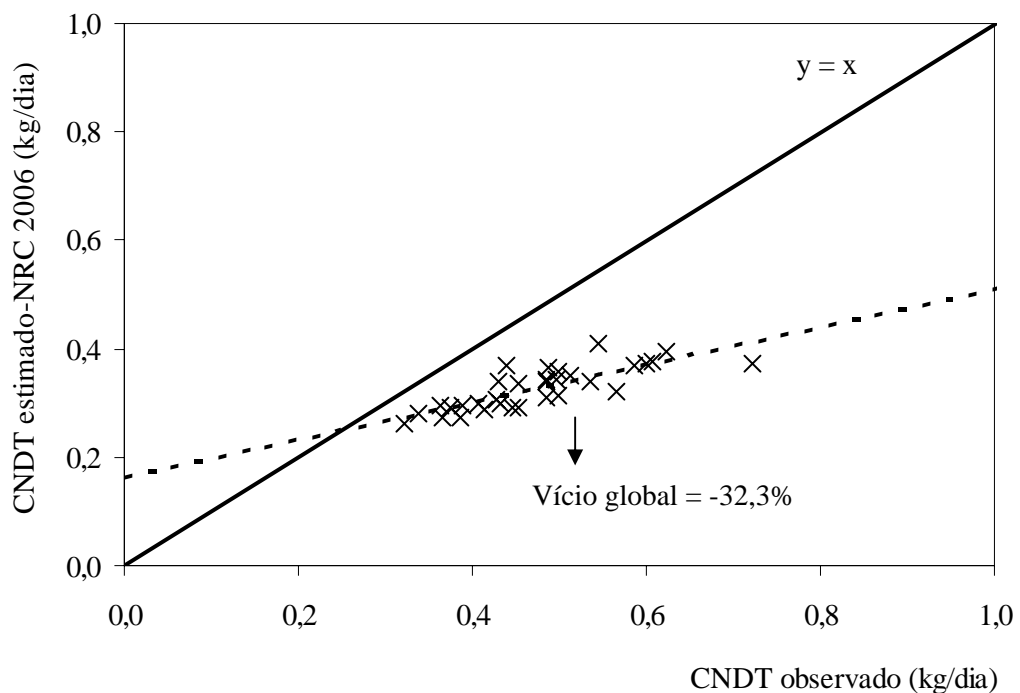


Figura 3 - Relação entre consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2006) em ovinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados) e estimativa do vício global segundo Detmman et al. (2005).

As estimativas da excreção fecal de MS, dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e do teor de NDT em função dos dias de coleta total de fezes estão apresentadas na Tabela 8.

Na avaliação dos efeitos dos dias de coleta total (dois ou quatro dias) sobre as estimativas dos valores de excreção fecal de matéria seca, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e teor de NDT das dietas, não se observou diferença ($P>0,05$) entre as médias em nenhuma das variáveis avaliadas, permitindo sugerir que dois dias de coleta total são suficientes para estimar acuradamente as variáveis (Tabela 8). Em experimentos com ovinos sob regime de confinamento, a possibilidade de utilização de dois dias de coleta de fezes ao invés de quatro, possibilita a obtenção das estimativas de excreção fecal e dos coeficientes de digestibilidade de modo mais prático e rápido. Além disso, contribui para o menor dispêndio com mão-de-obra, otimizando o tempo e reduzindo o estresse causado pelo uso de sacolas e outros procedimentos no manejo dos animais, durante a coleta.

Tabela 8 - Médias e coeficiente de variação (CV) das excreções de matéria seca fecal (EXMSF) e dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados utilizando dois ou quatro dias de coleta total de fezes em ovinos

Item	Dias de coleta total		CV (%)
	2 dias	4 dias	
EXMSF (kg/dia)	0,233 ^a	0,242 ^a	22,9
	Coeficientes de digestibilidade e NDT (%)		
MS	67,6 ^a	66,6 ^a	4,5
MO	70,4 ^a	69,5 ^a	4,0
PB	76,9 ^a	76,1 ^a	4,5
EE	72,4 ^a	71,5 ^a	10,2
FDN	44,7 ^a	42,9 ^a	15,4
FDNcp	45,1 ^a	43,3 ^a	15,5
CT	68,7 ^a	67,7 ^a	4,5
CNFcp	89,7 ^a	89,4 ^a	3,8
NDT	63,7 ^a	62,6 ^a	7,3

Médias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

Ao comparar as estimativas dos coeficientes de digestibilidade de diferentes forragens (cana-de-açúcar, silagem de cana, silagem de soja, silagem de mombaça e feno de Tifton-85), obtidas em três ou cinco dias de coleta total de fezes, Magalhães (2007) não verificou diferença entre períodos de coleta, recomendando utilizar três dias em ensaio

convencional de digestão com bovinos para a obtenção das estimativas de digestibilidade dos nutrientes.

Os resultados observados também estão em concordância com os relatados por Barbosa (2005). O autor comparou as estimativas dos coeficientes de digestibilidade obtidas em um, dois e três dias de coleta total com as estimativas obtidas em quatro dias de coleta e, em outra avaliação no mesmo estudo, comparou as estimativas obtidas em um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta total com as estimativas obtidas em seis dias de coleta, verificando que os coeficientes de digestibilidade podem ser obtidos a partir de coletas totais de fezes de um a seis dias. A autora destacou, entretanto, que a precisão é melhorada com o aumento dos dias coleta.

Conclusões

Dietas contendo cana-de-açúcar tratada com até 2,25% de óxido de cálcio na alimentação de ovinos provocam aumento do consumo da maioria dos nutrientes, entretanto, diminui os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e o teor de nutrientes digestíveis totais.

Mesmo com as modestas reduções observadas nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e no teor de nutrientes digestíveis totais, a elevação do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro, os quais apresentaram acréscimos de aproximadamente 20%, justifica o uso do óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar para alimentação de ovinos.

Tanto dois como quatro dias de coleta total de fezes podem ser usados nas estimativas de excreção fecal de matéria seca e de digestibilidade aparente em ovinos.

O NRC (2006) subestima os consumos de matéria seca e nutrientes digestíveis totais estimados para ovinos em condições tropicais alimentados com cana-de-açúcar.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and protein requirement of ruminant**. Wallingford, UK. CAB internacional 1993, 159p.
- AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- ANDRADE, J. B.; FERRARI Jr., E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com hidróxido de sódio e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.10, p.1265-1268, 2001.
- BARBOSA, A.M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore**. 2005. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- CAMPOS, M.M. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada ou não com óxido de cálcio com diferentes níveis de uréia em ovinos**. 2007. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CNCPS 5.0 – **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes**: documentação do Modelo CNCPS. / Fox, D.G. et al. Tradução: Lopes, F.C.F. et al. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 de abril. 2008.

- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. A variedade IAC 862480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. Série Tecnológica APTA, **Boletim Técnico IAC**, n.193, 36p. 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MAGALHÃES, K.A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 263p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washington, DC: National Academic Press. 1989. 157p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 1, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.49-74.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005, 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. 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.; QUEIROZ, M.A.A.; CALDEIRÃO, E. et al. Efeito da hidrólise com NaOH sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.). **Ars Veterinária**, v.18, n.2, p.167-173, 2002.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2461-2468, 2006.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.

- PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. de. et al. Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada com óxido cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: UEM, 2002. 162p.
- RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- SAS-STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G. et al. Valor nutritivo da casca de café tratada com amônia anidra. **Revista Ceres**, v.26, n.286, p.669-681, 2002.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

CAPÍTULO 2

Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: Conduziu-se o experimento para avaliar o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Foram utilizados oito ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m² com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros individuais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta e apresentaram 70% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado. A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do fornecimento das dietas, enquanto aquela com a adição das doses de CaO, foi triturada em desintegradora estacionária, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Os tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio (min/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. As excreções de nitrogênio (N) nas fezes e urina aumentaram com as doses de CaO, entretanto, o N retido (g/dia) não foi afetado. As concentrações de uréia na urina e plasma (mg/dL) e as excreções diárias de uréia (g/dia) e derivados de purinas (mmol/dia) não foram alteradas pela adição de CaO. Com exceção da eficiência microbiana (g PB/kg NDT), que foi maior na cana-de-açúcar *in natura*, as excreções de purinas microbianas e a síntese de N e proteína microbiana não são afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar, em dietas para ovinos Santa Inês.

Palavras-chave: alimentação, hipoxantina, retenção de nitrogênio, xantina, produção microbiana

Ingestive behavior, nitrogen balance, urea concentrations and microbial protein synthesis in sheep fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The experiment was conducted to evaluate the ingestive behavior, the nitrogen balance, the urea concentrations in urine and plasma and the microbial protein synthesis in sheep fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). Eight castrated male Santa Inês sheep breed, with 16.6 kg average body weight were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four experimental periods of 14 days each. The animals were kept in individual barns of 1.2 m² with wood battened floor, with individual feeders and drinkers. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend (14% crude protein), presented 70% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO (in natural matter basis) corrected with 1% urea and 30% of concentrate. The without treated sugar cane (0% CaO) was chopped and offered at the moment in which diets were offered, while that with CaO addition doses was chopped in stationary chopper, weighted and stored in 50 liters plastic gallons and treated with CaO doses, being offered to the animals after 24 hours of storage. The times expended in feeding, ruminating and idle (min/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. As excreções de nitrogênio (N) nas fezes e urina aumentaram com as doses de CaO, entretanto, o N retido (g/dia) não foi afetado. Nitrogen (N) feces and urine excretion increased with CaO doses, however, the retained N (g/day) was not affected. Urine and plasma urea concentration and daily urea and purine derivatives excretion were not altered by CaO addition. With the exception of microbial efficiency (g CP/kg TDN) that it was larger in the in natural sugar cane, microbial purine excretion and N and microbial protein synthesis are not affected by addition of CaO to sugar cane, in diets to Santa Inês sheep.

Key words: feeding, hipoxantine, nitrogen retention, xantine, microbial production

Introdução

Com produção de cana-de-açúcar estimada em 549.606.230 t para o corrente ano (IBGE, 2008), o Brasil é o maior produtor de cana-de-açúcar do mundo. Embora a maior parte da produção seja destinada à produção de açúcar e álcool, é crescente o interesse pelo uso da cana-de-açúcar na alimentação animal. A utilização dessa forrageira na alimentação animal está associada a algumas características importantes da cultura, como: elevada produção de matéria seca (MS) e nutrientes digestíveis totais (NDT) e a coincidência da colheita com o período de escassez de alimento, como ocorre frequentemente na Região Nordeste do país. Contudo, quando utilizada como volumoso exclusivo na dieta de ruminantes, a cana-de-açúcar possui limitações do ponto de vista nutricional, apresentando deficiência em nutrientes, como baixos teores de proteína e minerais, principalmente o fósforo, e elevada concentração de fibra de baixa digestibilidade (Pedroso, 2003).

A ingestão de matéria seca é considerada item de grande relevância no sistema de produção de ruminantes, pois é a partir dela que o animal garante os nutrientes para realizar suas funções metabólicas e atender as exigências de manutenção e produção. Nesse contexto, a baixa digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar, constantemente relatada em trabalhos de pesquisa (Schmidt, 2006; Amaral, 2007) exerce efeito negativo provocando redução na taxa de passagem e no aproveitamento dos alimentos no rúmen, refletindo diretamente no consumo voluntário dos alimentos.

O uso de aditivos alcalinos, entretanto, apresenta-se como opção viável à melhoria do valor nutritivo da cana-de-açúcar. O óxido de cálcio (CaO) tem sido apontado como potencial aditivo para o tratamento da cana-de-açúcar. Em trabalho com cana-de-açúcar *in natura* tratada com CaO por um período de 24 horas, Teixeira Júnior et al. (2007) avaliaram doses de 0, 0,5; 1,0 e 1,5% e verificaram redução significativa nos teores de fibra em detergente neutro, registrando valores de 42,1; 41,0; 35,4 e 34,5%, respectivamente.

Em outro estudo, Cavali (2006) avaliou diferentes doses de CaO no momento da ensilagem de cana-de-açúcar e verificou redução nos teores de fibra e elevação da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), relatando valores de DIVMS de 48,4; 65,6; 74,9; 78,2 e 81,5%, respectivamente, para os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de CaO.

Pelos resultados apresentados, tudo indica que o CaO constitui aditivo com grande potencial de uso no tratamento da cana-de-açúcar. Novas técnicas de alimentação, entretanto, podem provocar alterações no comportamento físico metabólico do animal,

refletindo no seu comportamento alimentar. Além disso, alterações no sincronismo entre proteína e energia também podem ocorrer, provocando alterações na síntese de proteína microbiana. Assim, as avaliações desses parâmetros são importantes e necessários para verificar e estabelecer limites de aplicações de novas tecnologias, sem que prejuízos sejam causados a produção animal.

Conduziu-se o experimento para avaliar o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar sem tratamento ou tratada com CaO.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizados oito carneiros da raça Santa Inês, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg e três meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m² com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia e alimentados com dietas contendo 70% cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% de uréia (%MN). ²/ Quantidade por kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

A cana-de-açúcar *in natura* (0% de CaO) foi desintegrada e oferecida no momento do fornecimento das dietas. Já a cana-de-açúcar com adição das doses de CaO, foi triturada

em picadeira estacionária, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. A cana *in natura* e tratada com as doses de CaO, no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% de uréia na base da matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia (NRC, 2006). As dietas foram balanceadas para conterem aproximadamente 14% de proteína bruta e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água. A composição química das dietas experimentais pode ser observada na Tabela 2. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizada a mensuração do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO utilizando refratômetro, o qual apresentou média de 20,3 °Brix.

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para a que ocorra a hidratação da CaO. De acordo com este autor, é necessário apenas 1,0 mol de H₂O para cada mol de CaO para a formação do hidróxido de cálcio Ca(OH)₂, ou seja, para cada 56,0 g de cal são necessários 18,0 g de água.

O experimento teve duração de 56 dias, constituído de quatro períodos experimentais de 14 dias cada, sendo os dez primeiros dias destinados à adaptação dos animais e os quatro dias finais à coleta de dados.

As dietas foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00, sendo ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento a quantidade oferecida de cana-de-açúcar e concentrado foram registrados, diariamente. No período de coleta, do 11^o ao 14^o dia de cada período experimental, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para estimar as excreções de urina e nitrogênio uréico em porcentagem do peso vivo.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca indigestível (MSi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
PIDN ³	17,2	16,1	15,8	18,7
PIDA ³	7,3	8,9	6,7	7,7
EE ²	2,4	2,5	2,1	2,0
Cinza ²	5,3	6,9	8,4	9,7
CT ²	75,4	74,4	73,3	72,1
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpd	21,3	21,9	22,3	22,9
CNF ²	31,6	29,4	31,1	32,5
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Hemicelulose ²	15,3	15,3	15,7	13,5
Celulose ²	24,0	24,4	21,9	21,8
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3
MSpD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
NDT ^{2,4}	64,3	62,7	63,0	62,8

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia (%MN) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, os mesmos foram submetidos a períodos de observação visual durante dois dias, ao final de cada período experimental, sendo a primeira observação no 12º dia de cada período experimental. Neste dia os animais foram observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

No dia seguinte, 13^o dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde e noite. Nestes períodos, foi observado o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminção de cada bolo. Este procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimação das variáveis comportamentais alimentação e ruminção (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminção (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 12^o e 13^o dias de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 13^o e o 14^o dias.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminção (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminção de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão da quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminção foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminção e TRU (h/dia) = tempo de ruminção.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminção e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminção e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

No Laboratório de Forragicultura e Pastagens, amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) obtidos segundo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e os CNF, corrigido para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest), dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$, onde:

FDNp = FDN – PIDN (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25);

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos;

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25.

Para valores de EE < 1, na equação (EE - 1) = 0

Para a estimativa dos teores de MSi e FDNi das dietas, amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado) foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008), em duplicata (20 mg MS/cm²), em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²), no rúmen de dois novilhos mestiços recebendo dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados, conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi.

A coleta total de fezes foi efetuada do 11^o ao 14^o dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada baia. As fezes foram pesadas pela manhã, e retirados aproximadamente 10% do total, o qual foi congelado em freezer a -10°C para posteriores análises.

No 14^o dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de uréia, nitrogênio, creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

Ao final do quarto período experimental, os animais foram alocados em gaiolas de metabolismo para a coleta total de urina. Em cada animal, foi adaptada uma sacola de napa para evitar a contaminação da urina com fezes. Baldes plásticos cobertos com telas, contendo 20 mL de HCl (1:1) para evitar a volatilização de N e possível fermentação, foram inseridos embaixo das gaiolas para aparar a urina, sendo a coleta realizada sempre no mesmo horário, pela manhã, durante quatro dias ininterruptos. O volume total de urina foi pesado diariamente, dos quais amostras de 10% do total foram acondicionadas em potes plásticos de 100 mL, devidamente identificados por animal, e armazenadas em freezer para posterior análise de creatinina.

A excreção diária de creatinina (mg/kg de PV) foi, portanto, obtida nos próprios animais do experimento, como: $ECCT \text{ (mg/L)} \times VU \text{ (L)} / PV \text{ (kg)}$;

Em que: ECCT = excreção de creatinina (mg/L) na amostra de urina (coleta total); VU = o volume urinário médio obtido nos quatro dias de coleta de urina; PV = peso vivo do animal (kg).

O volume urinário utilizado para estimar a excreção diária de purinas totais (PT) das amostras de urina *spot* foi obtido, para cada animal, nos diferentes tratamentos, dividindo-se a excreção de creatinina obtida no procedimento anterior, da coleta total (mg/kg PV), pela concentração média de creatinina (mg/dL) na amostra de urina *spot*, multiplicando-se o resultado pelo respectivo PV do animal.

A coleta de sangue foi realizada na veia jugular, no 14º dia, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos (*VacutainerTM*) de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos e o plasma acondicionado em ependorfs e mantido congelado (-20°C) até a realização das análises.

No Laboratório de Fisiologia Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, as concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e uréia na urina e plasma foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de uréia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva & Queiroz, 2002).

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado como: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio das equações propostas por Chen & Gomes (1992), para ovinos:

$$PT(\text{mmol/dia}) = 0,84PA + (0,150PV^{0,75} e^{-0,25PA})$$

em que: PT corresponde às purinas totais (mmol/dia) e PA são as purinas absorvidas (mmol/dia). O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM(\text{g/dia}) = \frac{70 \times PA}{0,83 \times 0,116 \times 1000}$$

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas; e 0,116 para a relação $N_{PURINA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias.

Nas análises estatísticas dos resultados, procedeu-se à decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

O consumo de MS e FDNcp, quantificado durante a avaliação do comportamento ingestivo e as variáveis comportamentais obtidas para alimentação, ruminação, mastigação e ócio estão apresentadas na Tabela 4.

O consumo de MS foi afetado pela utilização de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar, verificando maiores valores de consumo ($P<0,05$) nos tratamentos com óxido em detrimento ao com cana *in natura*.

As atividades de alimentação, em min/dia e min/kg MS e FDNcp não foram afetadas ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar, a exceção do tempo em alimentação expresso em min/kg MS que foi menor ($P<0,05$) nos tratamentos com CaO em

relação ao controle (cana *in natura*). As atividades de ruminação expressas em min/dia e min/kg MS e FDNcp, não foram afetadas ($P>0,05$) pela adição de CaO à cana-de-açúcar.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes dos consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Consumo em 24 horas (kg)								
CMS	0,634	0,720	0,780	0,786	17,5	*	ns	ns
CFDNcp	0,221	0,266	0,272	0,252	15,2	ns	ns	ns
Alimentação								
Min/dia	315,0	300,6	332,5	324,4	16,2	ns	ns	ns
Min/kg MS	497,6	435,2	432,6	432,0	22,2	*	ns	ns
Min/kg FDNcp	1455,5	1200,1	1245,8	1417,7	30,7	ns	ns	ns
Ruminação								
Min/dia	604,4	613,1	602,5	611,9	10,3	ns	ns	ns
Min/kg MS	977,1	895,1	785,4	810,2	15,8	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	2843,7	2473,0	2261,3	2638,6	22,2	ns	ns	ns
Mastigação								
Nº/bolo	85,5	82,3	82,4	80,2	12,6	ns	ns	ns
Seg/bolo	49,1	47,6	49,4	48,1	12,3	ns	ns	ns
Nº/dia	63114	63611	60170	61105	9,9	ns	ns	ns
Min/dia	919,4	913,7	935,0	936,3	7,4	ns	ns	ns
Min/kg MS	1474,7	1330,3	1218,0	1242,2	14,6	*	ns	ns
Min/kg FDNcp	4299,2	3673,1	3507,1	4056,3	22,9	ns	ns	ns
Ócio								
Min/dia	520,0	526,3	505,0	503,8	13,4	ns	ns	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo ($P>0,05$) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

A proximidade dos teores de FDN obtidos nas dietas experimentais (Tabela 2) pode constituir possível explicação para a ausência de efeito na maioria das atividades avaliadas, já que alterações significativas podem ser observadas para dietas com diferentes níveis de FDN (Mertens, 1996; Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006b). Essa pressuposição pode ser também suportada pelas afirmações de Van Soest (1994), o qual comentou que o

tempo de ruminação constitui variável que se relaciona direta e proporcionalmente ao teor de FDN e à forma física da dieta.

O evidente efeito da fibra sobre as variáveis comportamentais pode ser observado no estudo conduzido por Carvalho et al. (2006b), que avaliaram diferentes níveis de FDN da forragem (20, 27, 34, 41 e 48%) na dieta de cabras e verificaram aumento dos tempos de alimentação e ruminação, o qual provocou a redução do tempo em ócio. Dado & Allen (1995), no entanto, enfatizaram que o número de períodos em que se observa a ruminação eleva com o aumento do teor de fibra, refletindo a necessidade de processar a digesta ruminal, a fim de maximizar a eficiência digestiva.

Por outro lado, o maior do consumo de MS ($P < 0,05$) nos tratamentos com CaO (vide contraste: C vs. CaO, Tabela 4), explica o maior tempo despendido em alimentação em min/kg MS, uma vez que o tempo total em alimentação em 24 horas não foi alterado pela adição do CaO à cana-de-açúcar.

O tamanho de partícula constitui fator que exerce grande influência nos tempos despendidos nas atividades, principalmente as de ruminação e mastigação, os quais são potencializadas para manter a eficiência na redução das partículas dos alimentos. McLeod & Minson (1988) afirmaram, entretanto, que, as atividades de ruminação e mastigação não respondam pela quebra total de partículas grandes, sugerindo que 17% da redução são atribuídos à quebra por digestão microbiana e fricção no rúmen, elas são as mais importantes no processo de redução do tamanho de partículas, respondendo por mais de 80%. Relacionando essas informações com os resultados obtidos neste estudo, estima-se que a ausência de efeito na maioria das atividades de mastigação, em função das doses de CaO na cana-de-açúcar, decorrem da semelhança no processo de obtenção das dietas, no qual a cana-de-açúcar oferecida foi desintegrada em mesmo equipamento durante todo período experimental e, o concentrado, na mesma proporção, foi o mesmo em todas as dietas. Assim, embora não mensurado nessa avaliação, é possível que as dietas tenham apresentado o mesmo tamanho de partícula, explicando a semelhança nas atividades de mastigação, uma vez que o CaO na cana-de-açúcar provocou pequenas alterações na composição química.

Os resultados obtidos neste estudo, para as atividades de alimentação, ruminação e ócio, estão de acordo com os obtidos por Carvalho et al. (2006a), que avaliaram o comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo capim-elefante amozinado ou não com 5% de uréia e concentrado com 40% de farelo de cacau ou torta de dendê em substituição ao milho e farelo de soja. Assim como neste estudo, os

autores não observaram efeito significativo das dietas sobre as atividades, registrando valores de 326,7; 633,6 e 479,7 min/dia, respectivamente, para as atividades de alimentação, ruminação e ócio. Entretanto, maiores valores para as atividades de mastigação, expressas em n°/bolo e n°/dia, foram verificados no presente experimento, sendo atribuídos à maior dificuldade dos animais em reduzir a partícula e a fibra da cana-de-açúcar.

Apenas o tempo médio despendido na mastigação total, expresso em min/kg MS, foi afetado pelas doses de CaO na cana-de-açúcar, verificando maior tempo para o tratamento cana *in natura*. Este resultado pode ser explicado pelo maior do consumo de MS observado na cana-de-açúcar com CaO (contraste: C vs CaO). Como nenhuma alteração foi verificada nas atividades de alimentação e ruminação, em min/dia, o tempo despendido em ócio manteve-se constante, inalterado em função das doses de CaO na cana-de-açúcar.

Incremento na atividade de mastigação total foi relatado por Carvalho et al. (2006b) para o uso de níveis crescente de FDN da forragem, na dieta cabras. Esses autores registraram valores de 546,9; 631,7; 687,5; 764,2 e 819,4 min/dia, respectivamente, para os níveis de FDN de 20, 27, 34, 41 e 48%. No presente trabalho, entretanto, embora não se tenha verificado efeito significativo para esta variável, os valores foram nitidamente superiores, 919,4; 913,7; 935,0 e 936,3 min/dia, respectivamente, para as doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO na cana-de-açúcar. Como essa atividade constituiu ponderação entre as atividades da alimentação e ruminação, é possível que a cana-de-açúcar utilizada neste experimento, volumoso predominantemente fibroso, tenha contribuído para elevação dos valores observados. Resultados semelhantes aos observados neste estudo foram relatados por Carvalho et al. (2006a), os quais também utilizaram ovinos Santa Inês na avaliação do comportamento ingestivo e não observaram efeito das dietas sobre a atividade de mastigação total, registrando valor médio de 960,0 min/dia.

A eficiência de alimentação não foi afetada ($P>0,05$) pelas doses de CaO. Verificou-se, entretanto, efeito significativo ($P<0,05$) da eficiência de ruminação, expressa em g de MS/hora, no qual os tratamentos com cana-de-açúcar com CaO apresentaram maior valor em relação ao tratamento cana *in natura* (Tabela 5). Por outro lado, a eficiência de ruminação expressa em número de bolos ruminados/dia, g FDNcp/bolo e g FDNcp/hora, não foi afetada pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 5).

A semelhança entre os resultados obtidos nas diferentes dietas para a atividade de ruminação e o acréscimo no consumo de MS contribuíram para a elevação da eficiência de

ruminação (g MS/hora). Wetch (1982) destacou que a eficiência de ruminação exerce grande importância no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, podendo o animal ruminar maiores quantidades de alimentos de baixa digestibilidade, durante oito ou nove horas comuns de ruminação, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo. Os resultados observados no presente estudo estão integralmente em concordância com essas afirmações. Verificou-se, inclusive, tempo despendido em ruminação superior ao relatado por Wetch (1982), o que pode estar relacionado com a baixa taxa de passagem da cana-de-açúcar, associada à ineficiência do CaO em promover melhorias na qualidade parede celular deste volumoso. Neste trabalho, o tempo de ruminação diário situou-se próximo a dez horas.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das eficiências de alimentação e ruminação em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Eficiência de alimentação							
g MS/hora	122,6	143,6	141,4	148,4	19,4	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	42,6	52,8	49,2	47,7	23,8	ns	ns	ns
	Eficiência de ruminação							
Bolos (n ^o /dia)	740,3	785,4	738,0	773,2	12,0	ns	ns	ns
g MS/bolo ²	0,87	0,94	1,07	1,05	20,2	ns	ns	ns
g FDNcp/bolo	0,30	0,35	0,37	0,34	24,7	ns	ns	ns
g MS/hora ³	64,5	70,0	78,3	78,2	17,0	*	ns	ns
g FDNcp/hora	22,3	25,8	27,3	25,0	20,7	ns	ns	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Outros resultados concordantes com os obtidos neste trabalho foram relatados por Carvalho et al. (2008), os quais avaliaram o comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês e não observaram efeito das dietas sobre as eficiências de alimentação e ruminação. Tudo indica que o consumo de MS e a qualidade desta MS ingerida tem grande influência sobre estas variáveis. Tal pressuposição é suportada não só pelos resultados observados no

presente estudo, mas também pelos achados de Carvalho et al. (2004), os quais verificaram menor eficiência nas dietas que apresentaram menores consumos.

O número de períodos e o tempo médio despendido por período de atividade não mostraram relação alguma ($P>0,05$) com as doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6). Observou-se média de 17,6 períodos de alimentação por dia, com duração média de 19,3 minutos e média de 22,5 períodos ruminativos, com duração de 28,4 minutos.

Embora o consumo de MS tenha sido maior ($P<0,05$) nos tratamentos com CaO (contraste: C vs. CaO), os animais ajustaram o número de refeições diárias de forma similar, indicando semelhança quanto ao perfil químico entre as dietas, uma vez que variações excessivas nos teores de fibra e energia podem afetar severamente esta variável. Ausência de efeito para o número de períodos de alimentação e ruminação também foi observado Carvalho et al. (2008).

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes do número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
Número de períodos (nº/dia)								
Alimentação	16,1	16,3	19,5	18,3	27,4	ns	ns	ns
Ruminação	21,5	22,8	22,8	22,5	18,8	ns	ns	ns
Ócio	28,9	31,8	31,1	32,4	14,6	ns	ns	ns
Tempo gasto por período (min)								
Alimentação	20,6	18,9	18,1	19,5	31,0	ns	ns	ns
Ruminação	31,1	27,3	27,0	28,1	28,2	ns	ns	ns
Ócio	18,8	17,1	16,8	16,1	20,8	ns	ns	ns
Consumo médio por período de alimentação (kg)								
MS	0,0414	0,0444	0,0438	0,0470	29,6	ns	ns	ns
FDNcp	0,0143	0,0163	0,0153	0,0150	32,2	ns	ns	ns

¹/ (ns): não-significativo ($P>0,05$). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Os consumos médios de MS e FDN, por período de alimentação, não foram afetados ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6). Diferenças significativas nessas variáveis seriam esperadas, caso o tempo de alimentação e o número de períodos de alimentação fossem influenciados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. Ao avaliar dietas contendo cana-de-açúcar para novilhas, Miranda et al. (1999) também não verificaram efeito nos períodos de tempo médio despendido por atividade de alimentação, ruminação e ócio.

As ingestões médias diárias de nitrogênio (N), N excretado nas fezes e urina e balanço de N (N-retido) são apresentados na Tabela 7. Embora tenham sido pequenos os incrementos ingestão de N, de N excretado nas fezes e N digerido, expressos em g/dia, a análise estatística indicou efeito para o contraste cana *in natura* vs. cana com CaO (C vs. CaO, Tabela 7), observando-se maior valor nos tratamentos com CaO. Recorrendo-se aos demais contrastes para a detecção de relação funcional entre CaO e as variáveis resposta, observou-se comportamento linear positivo do N excretado nas fezes e urina (g/dia).

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes da ingestão de nitrogênio (N-ING), excreção de nitrogênio nas fezes (N-fezes), nitrogênio digerido (N-DIG), excreção de nitrogênio na urina (N-urina) e nitrogênio retido (N-retido) em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
N-ING (g/dia)	18,9	20,2	21,5	21,7	7,8	**	ns	ns
N-fezes (g/dia) ²	4,4	4,7	5,2	5,6	11,7	**	**	ns
N-DIG (g/dia)	14,5	15,5	16,3	16,1	9,5	*	ns	ns
N-DIG (% do N-ING)	77,1	77,0	76,1	74,4	3,4	ns	ns	ns
N-urina (g/dia) ³	9,9	10,1	10,6	11,8	13,7	ns	*	ns
N-retido (g/dia)	4,6	5,4	5,7	4,3	38,9	ns	ns	ns
N-retido (% do ING)	24,8	26,5	26,3	20,2	35,1	ns	ns	ns
N-retido (% do DIG)	32,0	34,3	34,6	27,1	33,9	ns	ns	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo ($P>0,05$) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 4,23099 + 0,611181X$ ($r^2 = 0,9995$). ^{3/} $\hat{Y} = 9,07544 + 1,17458X$ ($r^2 = 0,9460$).

Ressalta-se, entretanto, que, a partir da média da excreção de creatinina avaliada nas amostras de coleta total de urina, e da concentração de creatinina avaliada nas amostras

de urina *spot*, estimou-se o volume urinário, o qual foi considerado nos cálculos do balanço nitrogenado e excreções de uréia e derivados de purinas, que serão discutidos posteriormente. As doses de CaO na cana-de-açúcar não influenciaram a excreção de creatinina, que foi, em média, 17,53 mg/kg de PV.

De acordo com Zeoula et al. (2003), aumentos do teor de PB da dieta, do consumo de N e o tipo de fonte de N utilizado podem refletir na relação entre N excretado pelas vias urinária e fecal. Neste estudo, as perdas de N na urina foram maiores em relação à via fecal. Diminuição na proporção de compostos nitrogenados fecais, à medida que a ingestão de N aumenta, tem sido observada na literatura (Sampaio, 2007). Ao fornecer dietas isoprotéicas para ovinos (15,4% de PB), utilizando como fontes de N o farelo de soja e a uréia, Lavezzo et al. (1996) observaram maior excreção de N via urina (52,3% do N consumido) que nas fezes (24,4% do N consumido). Estes resultados estão de acordo com os observados no presente estudo, no qual se observou que as perdas de N ocorreram de forma mais efetiva pela via urinária, concentrando mais de 50% do N ingerido. Vale ressaltar que as dietas foram isoprotéicas e as fontes protéicas utilizadas foram a uréia e o farelo de soja. A uréia foi utilizada na proporção de 1% na cana-de-açúcar (%MN), assim, é possível que a amônia resultante da rápida hidrólise ruminal da uréia, e sua posterior absorção pelas paredes ruminais, tenha propiciado valores mais expressivos de excreção de N pela urina, na forma de uréia.

O balanço de N, representado pelo teor de N-retido na Tabela 7, não foi afetado ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar, sendo o valor médio de N-retido de 5 g/dia e em relação ao N ingerido e digerido, 24,5 e 32,0%, respectivamente. Estes valores observados estão de acordo com os apresentados por Zeoula et al. (1999) para ovinos recebendo dietas com 17,5% de PB e sincronizadas para as fontes de amido e nitrogênio, de alta ou baixa degradabilidade ruminal.

Em estudo realizado por Mouro et al. (2007), foi avaliada a influência de duas fontes de carboidratos (casca de soja e milho grão) e dois níveis de volumoso de 40 e 70%, em dietas para ovinos, e, assim como no presente trabalho, não observaram efeito das dietas sobre a retenção de N, relatando valor médio de 5,72 g/dia. Esse valor de retenção de N observado pelos autores é próximo da média de 5 g/dia verificada no presente trabalho. Vale ressaltar que três das quatro dietas avaliadas pelos autores foram balanceadas utilizando uréia como uma das fontes de N.

Verificou-se ausência de efeito ($P>0,05$) para as concentrações de nitrogênio uréico (N-uréico) na urina e no plasma e excreções diárias de uréia e nitrogênio uréico na urina

em função das doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 8). Pressupõe-se que a correção do teor de PB da cana-de-açúcar com 1% de uréia, em todos os tratamentos, tenha contribuído para os valores similares de excreção de uréia na urina e concentração de N uréico no plasma, uma vez que a mesma apresenta elevada degradação ruminal. Tal pressuposição pode ser reforçada pelas afirmações de Broderick & Clayton (1997) e Chizzotti (2004), os quais relataram que a concentração de N no plasma apresenta alta correlação positiva com os teores dietéticos de PB; e pelas afirmações de Oliveira et al. (2001) e Chizzoti (2004) que relatam que estes possuem correlação também com os níveis de proteína degradável no rúmen. Assim, diante da ausência de efeito do CaO empregado no tratamento químico da cana-de-açúcar, estima-se que as dietas tenham apresentado degradabilidades ruminais semelhantes para a PB, justificando a semelhança entre os tratamentos.

Tabela 8 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das concentrações de nitrogênio uréico (N-uréico) na urina e no plasma e excreções diárias de uréia e nitrogênio uréico na urina em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Concentrações (mg/dL)							
N-uréico na urina	715,1	695,0	689,6	684,1	5,9	ns	ns	ns
N-uréico no plasma	25,7	27,1	29,8	29,0	13,7	ns	ns	ns
	Excreções (g/dia)							
Uréia na urina	8,5	9,7	9,1	8,1	20,9	ns	ns	ns
N-uréico na urina	3,8	4,3	4,1	3,6	20,9	ns	ns	ns
	Excreções (mg/kg PV)							
Uréia na urina ²	444,9	471,2	467,2	410,1	19,4	ns	ns	ns
N-uréico na urina ³	198,7	210,5	208,7	183,1	19,4	ns	ns	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 565,307 - 68,0919X$ ($r^2 = 0,9953$). ^{3/} $\hat{Y} = 252,466 - 30,4098X$ ($r^2 = 0,9460$).

Vários autores (Valadares et al., 1997; Valadares et al., 1999) demonstraram que a concentração plasmática de uréia está positivamente relacionada à ingestão de N e, quanto maior são os valores N uréico no plasma, mais fortes são os indícios de perdas nitrogenadas. Neste estudo, os valores de N uréico no plasma mostraram-se relativamente

elevados e estão de acordo com os valores relatados para ruminantes na literatura (Oliveira et al., 2001; Silva et al., 2001; Pina et al., 2006). Segundo Sampaio (2007), as estimativas de N do plasma têm sido empregadas para se diagnosticar a adequação de utilização de compostos nitrogenados no rúmen em função da disponibilidade de MO degradável. Esse autor afirmou, entretanto, que valores muito elevados indicam excesso de compostos nitrogenados dietéticos em relação à disponibilidade de energia no rúmen. Associando essas informações aos valores verificados neste estudo, acredita-se que concentrações de N uréico no plasma, entre 20 e 30 mg/dL, possam até indicar perdas de N, contudo, estima-se que esse indicativo de excesso de N não seja prejudicial à fermentação ruminal. Essa pressuposição pode ser confirmada pelos resultados apresentados por diversos autores (Oliveira et al., 2001; Pina et al., 2006), os quais utilizaram dietas com 60% de silagem de milho e 40% de concentrado e observaram concentrações de N uréico no plasma acima de 20 mg/dL, verificando bom desempenho produtivo dos animais. No trabalho conduzido por Silva et al. (2001), as autores avaliaram níveis de uréia de 0; 0,7; 1,4 e 2,1% na dieta de vacas utilizando 60% de volumoso (silagem de milho) e 40% concentrado, e não observaram diferença significativa nas concentrações de N uréico no plasma, registrando valor médio de 21,6 mg/dL.

Pelos valores de N uréico na urina, apresentados na Tabela 8, observa-se que mais de 30% do N excretado via urinária (Tabela 7) foi na forma de NNP, sendo explicado pela rápida hidrólise da uréia e posterior absorção pelas paredes ruminais. De acordo com Lobley et al. (1995), a absorção de amônia através da parede do rúmen é a rota principal para a amônia que não foi assimilada pelos microrganismos, sendo removida da circulação portal pelo fígado, onde entra no ciclo da uréia. Russell et al. (1992) destacou, entretanto, que a uréia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados do organismo de mamíferos; quando a taxa de síntese de amônia supera a sua utilização pelos microrganismos, observa-se elevação da concentração de amônia no rúmen, com conseqüente aumento da excreção de uréia e incremento do custo energético da produção de uréia, resultando, dessa forma, em perda de proteína.

Não se verificou efeito ($P>0,05$) das doses de CaO na cana-de-açúcar sobre as excreções de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e purinas microbianas absorvidas, em mmol/dia. A produção microbiana de N e PB também não foram influenciadas ($P>0,05$) pelos tratamentos (Tabela 9). Por outro lado, a inspeção do contraste cana *in natura* vs. cana com CaO (C vs CaO, Tabela 9) indicou presença de efeito significativo ($P<0,01$) na eficiência microbiana, observando-se menor valor no grupo

de tratamentos com cana-de-açúcar com CaO. A baixa eficiência do CaO como aditivo químico na cana-de-açúcar e o fato das dietas experimentais terem sido isoprotéicas (aproximadamente 14% de PB) com mesma proporção de volumoso (70% de cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia) e concentrado (30%, à base de milho e farelo de soja), podem ter contribuído para a similaridade entre os valores observados de excreção de derivados de purinas.

Tabela 9 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e purinas totais, purinas absorvidas, porcentagem de alantoína, ácido úrico e xantina e hipoxantina nas purinas totais, nitrogênio e proteína microbiana e eficiência microbiana em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Excreções urinárias (mmol/dia)								
Alantoína	3,40	2,85	2,99	2,76	22,5	ns	ns	ns
Ácido úrico	0,76	0,70	0,53	0,58	37,7	ns	ns	ns
Xantina e hipoxantina	0,65	0,66	0,64	0,63	12,5	ns	ns	ns
Purinas totais	4,82	4,21	4,16	3,98	20,6	ns	ns	ns
Purinas microbianas (mmol/dia)								
Absorvidas	5,1	4,6	4,6	4,4	16,0	ns	ns	ns
Derivados de purinas (% das purinas totais)								
Alantoína	68,1	67,6	70,8	69,0	5,4	ns	ns	ns
Ácido úrico	17,1	15,9	13,0	14,6	24,0	ns	ns	ns
Xantina e hipoxantina	14,8	16,5	16,3	16,4	14,2	ns	ns	ns
Produção microbiana (g/dia)								
N-microbiano	3,7	3,4	3,3	3,2	16,0	ns	ns	ns
PB-microbiana	23,3	21,0	20,9	20,2	16,0	ns	ns	ns
Eficiência microbiana								
g PB/kg NDT ²	55,4	47,6	43,4	41,5	19,6	**	ns	ns

^{1/} (ns) e (**): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Embora a análise estatística não tenha detectado efeito significativo, fazendo-se uma análise dos resultados na Tabela 9, observa-se predominância de menores valores absolutos para as excreções de derivados de purinas, purinas microbianas absorvidas e produção microbiana nas dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO. Embora os tratamentos tenham sido homogêneos quanto às características dos ingredientes das dietas, conforme relatado acima, verifica-se um possível efeito negativo do CaO sobre as variáveis, podendo estar relacionado com o elevado pH ruminal, que, embora não mensurado, estima-se que foi elevado devido aos valores observados na cana-de-açúcar tratada com CaO.

Em trabalho conduzido por Bueno (2002), o autor avaliou a produção de N microbiano em ovinos Santa Inês alimentados com fenos de alfafa, braquiária e Tifton-85, relatando valores de 14,0; 3,6; e 5,1 g/dia, respectivamente. Os valores médios observados no presente estudo estão de acordo com o valor verificado para o tratamento com feno de braquiária utilizado pelo autor. Avaliando dietas contendo capim-colonião e concentrado para ovinos, Jetana et al. (2000) relataram valores de N microbiano variando entre 7,8 e 10,8 g/dia.

Os microrganismos do rúmen degradam as fontes protéicas, produzindo o nitrogênio amoniacal, que é utilizado para incorporação e crescimento (Zeoula et al., 2003). O crescimento da flora e fauna ruminais, por sua vez, tem o papel fundamental na degradação dos alimentos, sendo maior à medida que ocorre maior concentração de microrganismos no rúmen. Assim, a produção de proteína microbiana está diretamente relacionada com a concentração dos microrganismos ruminais, os quais, no caso deste estudo, podem ter tido suas atividades depreciadas devido aos elevados valores de pH, de 7,3; 9,3 e 11,2, observados na cana-de-açúcar submetida ao tratamento com CaO, respectivamente, nas doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO. Esta pressuposição pode ser suportada pelas afirmações de Smith et al. (1972), os quais relataram que os microrganismos celulolíticos têm suas atividades potencializadas numa faixa de pH entre 6,0 e 6,8, e que valores muito abaixo ou acima prejudicam a atividade microbiana.

Apesar dos valores de eficiência microbiana (g PB/kg NDT) obtidos para ovinos em crescimento não apresentarem nenhuma relação com a eficiência apresentada pelo NRC (2001) (130gPB/kg NDT), as proporções dos derivados de purinas, expressos em % das purinas totais, estão em concordância com os valores relatados para ovinos por Chen & Gomes (1992), os quais citaram faixas de 60-80% para a alantoína, 10-30% para o ácido

úrico e 5-10% para a xantina + hipoxantina. Neste estudo, apenas os valores de xantina + hipoxantina (14,8-16,5%) situaram-se um pouco acima da faixa relatada pelos autores.

Conclusões

Os tempos de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em ovinos não são afetados pela utilização de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar melhora o consumo e a eficiência em ruminação de matéria seca em ovinos Santa Inês.

O balanço de compostos nitrogenados, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina não são influenciados pelo uso do óxido de cálcio.

Dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio para ovinos Santa Inês em crescimento não melhoram a produção de compostos nitrogenados microbianos, e ainda provocam redução na eficiência microbiana.

Literatura Citada

- AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- BUENO, I.C.S. **Cinética digestiva e síntese microbiana ruminal em ovinos alimentados com fenos de três qualidades distintas**. 2002. 97p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2002.
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006.
- CARVALHO, G.G.P. de.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006a.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006b.
- CARVALHO, G.G.P. de.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.

- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitation, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.
- IBGE – **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 de abril. 2008.
- JETANA, T.; ABDULLANH, N.; HALIM, R.A. et al. Effects of energy and protein supplementation on microbial-N synthesis and allantoin excretion in shepp fed guinea grass. **Animal Feed Science and Technology**, v.84, n.3/4, p.167-181, 2000.
- LAVEZZO, O.E.N.; LAVEZZO, W.; BURINI, R.C. Efeitos nutricionais da substituição parcial do farelo de soja, em dietas de ovinos. Comparação da digestibilidade aparente e balanço de nitrogênio com a cinética do metabolismo da n-glicina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.282-297, 1996.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- LOBLEY, G.E.; CONNELL, A.; LOMAX, M.A. et al. The effect of nitrogen and protein supplementation on feed intake, growth and digestive function of steers with different *Bos taurus* genotypes when fed a low quality grass hay. **Brazilian Journal of Nutrition**, v.72, n.5, p.667-685, 1995.
- McLEOD, M. N.; MINSON, D. J. Large particle breakdown by cattle eating ryegrass and alfalfa. **Journal of Animal Science**, v.66, n.4, p.992-999, 1988.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MERTENS, D.R. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. **Journal of Animal Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1996.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; HARMON, D.L. et al. Fontes de carboidratos e porcentagem de volumosos em dietas para ovinos: balanço de nitrogênio, digestibilidade e fluxo portal de nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.489-498, 2007.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de

compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1552-1559, 2006.

RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

RUSSELL, B.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3551-3581, 1992.

SAMPAIO, C.B. **Consumo, digestibilidade e dinâmica ruminal em bovinos alimentados com forragem tropical de baixa qualidade suplementados com compostos nitrogenados**. 2007, 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. 2006. 228p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2006.

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

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

SMITH, L.W.; GOERING, M.K.; GORDON, C.H. Relationship of forage compositions with rates of cell wall digestion and indigestibility of cell walls. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.8, p.1140-1148, 1972.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

TEIXEIRA JÚNIOR, D.J.; OLIVEIRA, M.D.S.de.; MOTA, D.A. et al. Efeito da cal virgem (óxido de cálcio) como agente hidrolisante sobre a composição bromatológica da cana-de-açúcar após 24 horas de tratamento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C., SAMPAIO, I.B. et al. Metodologia de coleta de urina em vacas utilizando sondas de folley. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1279-1282, 1997.

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

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

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.885-895, 1982.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; GERON, L.J.V. et al. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.491-502, 2003.

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; CECATO, U. et al. Valor nutritivo de rações compostas de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.1159-1167, 1999.

CAPÍTULO 3

Consumo, digestibilidade aparente e dias de coleta total na estimativa da digestibilidade em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: O trabalho foi desenvolvido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total (dois e quatro dias) na estimativa da digestibilidade aparente em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também comparar os consumos de matéria seca (MS) e de nutrientes digestíveis totais (NDT) observados com os estimados pelo NRC (2006). Foram utilizados oito caprinos da raça Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros individuais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta (PB) e apresentaram 70% de cana-de-açúcar tratada com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado. A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do oferecimento das dietas, e a tratada com as doses de CaO após 24 horas de armazenamento. A maioria das variáveis relacionadas com o consumo foram maiores no tratamento com cana-de-açúcar com CaO em relação à cana *in natura*. O consumo de MS, MSi, MO, PB, FDNi, CT, CNFcp e NDT (kg/dia) e MS, MO e NDT (% PV) aumentaram com as doses de CaO à cana-de-açúcar. Os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e CNFcp foram menores no tratamento com cana-de-açúcar com CaO em relação à cana *in natura*. Verificou-se redução linear do coeficiente de digestibilidade da FDN e efeito quadrático do EE e CNFcp. Observou-se subestimação dos consumos de MS e de NDT estimados pelo NRC (2006). O uso do CaO no tratamento da cana-açúcar aumenta o consumo mas não melhora a digestibilidade dos nutrientes. Dois dias de coleta total de fezes são suficientes para estimar a digestibilidade aparente total em caprinos.

Palavras-chave: CaO, cana hidrolisada, tratamento químico, volumoso

Intake, apparent digestibility and days of collection in digestibility estimate in goats fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The work was developed to evaluate the intake, the apparent digestibility of nutrients and the effect of days of total collection (two and four days) in apparent digestibility estimate in goats fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). The objective was also to compare the dry matter (DM) and total digestible nutrients (TDN) intake observed with that estimated by NRC (2006). Eight castrated male Saanen goats breed, with 22.6 kg average body weight and four months of age were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four 14 days experimental periods. The animals were maintained in individual barns of 1.2 m² with wood battened floor, provided with individual feeders and drinkers. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 14% crude protein (CP) and presented 70% sugar cane treated with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO (in natural matter basis) corrected with 1% urea and 30% of concentrate. The without treated sugar cane (0% CaO) was chopped and offered at the moment in which diets were offered, while that treated with CaO addition doses go offered to the animals after 24 hours of storage. Most of the variables related with the intake was larger in the treatment with sugar cane with CaO in relation to the in natural sugar cane. The intakes of DM, DMi, OM, CP, NDFi, TC, NFCap and TDN (kg/day) and DM, OM and TDN (% BW) increased with CaO doses added to the sugar cane. The DM, CP and NFCap coefficient of digestibility they were smaller in the treatment with sugar cane with CaO in relation to the in natural sugar cane. It was verified reduced linearly of coefficient of digestibility NDF and effect quadratic of the EE e NFCap. It was observed sub estimative of DM and TDN intakes estimated by NRC (2006). The CaO use in sugar cane treatment increase of intake but did not improve nutrients digestibility. Two days of total feces collection are sufficient to estimate the total apparent digestibility in goats.

Key words: CaO, hydrolyzed cane, chemical treatment, roughage

Introdução

A criação de caprinos na Região Nordeste se destaca como atividade de grande importância sócio-econômica. Detentora do maior rebanho brasileiro de caprinos com 90,7% do efetivo nacional, o qual foi estimado em 7.109.052 milhões de cabeças em 2006 (IBGE, 2008), esta região apresenta sérias limitações para a produção forrageira devido às condições climáticas, na qual se observa longos períodos de estiagem, comprometendo o crescimento e desenvolvimento das forrageiras.

Embora os caprinos se adaptem muito bem em condições ambientais menos favoráveis em relação a outras espécies como os ovinos e os bovinos (Moraes, 2007), a necessidade de volumosos de bom valor nutritivo constitui realidade para atender aos requisitos nutricionais destes animais no período seco.

Muitas alternativas alimentares, como a produção de silagem e feno, banco de proteína e suplementação com concentrados, têm sido pesquisadas e apresentadas como opções para minimizar os efeitos da estacionalidade de produção forrageira.

A cana-de-açúcar tem sido muito utilizada na alimentação de animais ruminantes, pois constitui forrageira que apresenta custo de produção relativamente baixo comparada com outros volumosos como a silagem de milho e sorgo e, apesar de possuir baixo teor de proteína e elevado de fibra indigestível, apresenta elevado teor de energia (sacarose), pequena variação na composição química em função da maturação, apresentando ponto de colheita que coincide com o período de escassez de pastagens (Prado & Moreira, 2002).

O uso de aditivos químicos para melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar e de seus subprodutos tem sido amplamente estudado em todo país (Pires et al., 2004; Ezequiel et al., 2005; Carvalho et al., 2006). A principal contribuição da adição de produtos químicos como o hidróxido de sódio (NaOH) e óxido de cálcio (CaO) na cana-de-açúcar está calcada sobre a ação que os mesmos apresentam, provando alterações na parede celular e melhorando a digestibilidade (Pires et al., 2006). O CaO, entretanto, tem despertado interesse em pesquisadores, pois nos últimos anos é crescente o número de trabalhos realizados com este aditivo na cana-de-açúcar (Balieiro Neto et al., 2007; Cavali, 2006; Moraes, 2006; Ribeiro et al., 2007; Siqueira et al., 2007). Apesar desse produto apresentar menor eficiência em relação ao NaOH, este tem sido preferido devido ao fato do NaOH apresentar maior possibilidade de contaminação do ambiente, além de provocar riscos à saúde humana no momento do seu manuseio.

A coleta total de fezes é realizada em experimentação com animais ruminantes em confinamento, tendo como função primária a obtenção da estimativa da excreção fecal de

matéria seca para estimar a digestibilidade aparente total dos nutrientes. Entretanto, de um modo geral, estes métodos são laboriosos e requerem disponibilidade irrestrita de mão-de-obra para auxiliar durante o período de coleta, o que tem resultado na busca por alternativas para amenizar o trabalho experimental. Buscando praticidade para a coleta total de fezes em ruminantes, Zeoula et al. (2002) estudaram a recuperação fecal de matéria seca e a digestibilidade dos nutrientes em ruminantes utilizando indicadores internos dos alimentos, cinza insolúvel em detergente ácido (CIDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e indicaram que a CIA e a FDNi foram os indicadores mais eficientes, uma vez que seus valores de recuperação fecal não diferiram de 100%, quando comparados à coleta total de fezes. O uso de indicadores internos dos alimentos para estimar a excreção fecal de matéria seca, entretanto, requer animais fistulados, o que em algumas situações torna-se impraticável o uso desta técnica. Assim, a indicação de intervalos (dias) de coleta total cada vez menores, mas que seja representativo e proporcione estimativas confiáveis dos resultados, poderá contribuir para a redução de custo e o labor experimental em ensaios de digestão com ruminantes confinados.

Os requisitos nutricionais dos ruminantes, nos trópicos, são atendidos pela ingestão dos nutrientes contidos nas diversas partes das forrageiras tropicais, que são armazenados por intermédio da fixação da energia luminosa, durante a fotossíntese. Exigência em consumo de nutrientes por pequenos ruminantes frequentemente tem sido obtida no NRC, como ponto de partida para o balanceamento de dietas. Em decorrência das informações contidas neste sistema serem obtidas a partir de experimentos conduzidos em regiões de clima temperado, a sua aplicação nas condições de Brasil nem sempre tem sido adequado (Valadares Filho et al. 2003).

Nesse sentido, o trabalho foi desenvolvido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e o efeito de dias de coleta total (dois e quatro dias) na estimativa da digestibilidade aparente em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Foi objetivo neste estudo também avaliar a viabilidade dos consumos de MS e NDT estimados pelo NRC (2006) nas condições tropicais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Utilizaram-se oito caprinos Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia e alimentados com dietas contendo 70% cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado (Tabela 1). A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do fornecimento das dietas. Já a cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi desintegrada, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Durante todo o período de tratamento (24 horas) da cana-de-açúcar foi realizado o monitoramento da temperatura, o qual pode ser verificado na Figura 1.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% de uréia (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

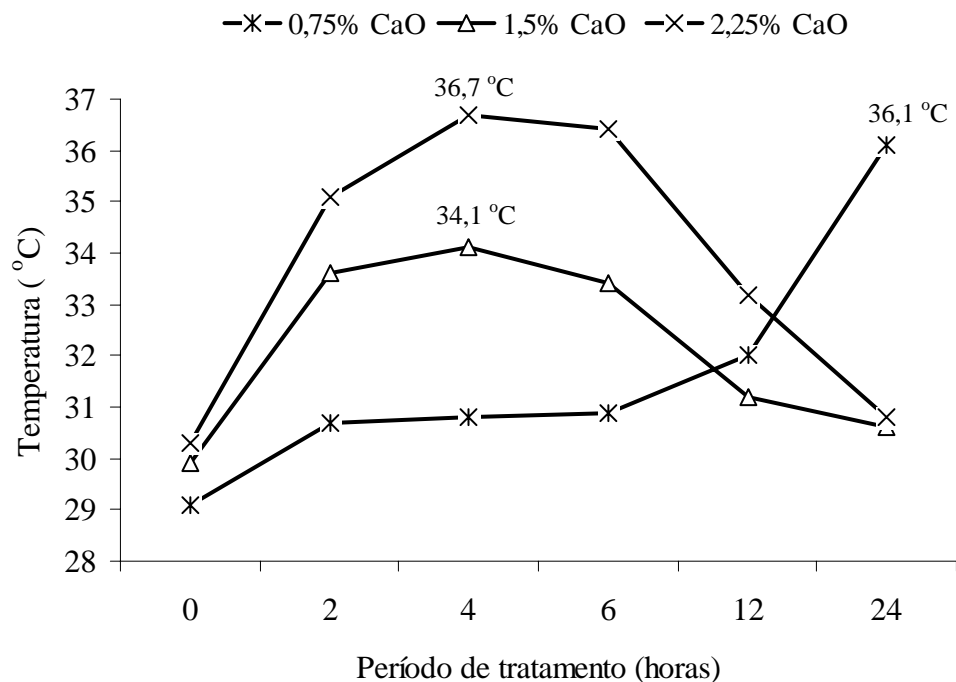


Figura 1 - Temperatura média (°C) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO, % na MN) durante 24 horas de tratamento

A cana sem tratamento (0% de CaO) e a com adição das doses de CaO, no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% uréia na base da matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia (NRC, 2006). As dietas foram balanceadas para conterem aproximadamente 14% de proteína bruta e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água.

A composição química da cana-de-açúcar *in natura* sem uréia, da cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO) e da cana-de-açúcar tratada com as doses de CaO, corrigidas com 1% de uréia, bem como o concentrado podem ser verificadas na Tabela 2 e a composição das dietas experimentais na Tabela 3. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizado o monitoramento do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO utilizando refratômetro.

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há a necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para a que ocorra a hidratação CaO. De acordo com a autora, é necessário apenas 1,0 mol de H₂O para cada mol de CaO para a

formação do hidróxido de cálcio Ca(OH)_2 , ou seja, para cada 56,0 g de cal são necessários 18,0 g de água.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca indigestível (MSi), nutrientes digestíveis totais (NDT), açúcares solúveis ($^{\circ}$ Brix) e valores de pH na cana-de-açúcar, na cana de açúcar com diferentes doses do óxido de cálcio (CaO) e no concentrado

Item	Cana de açúcar <i>in natura</i>	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹				Concentrado
		0	0,75	1,5	2,25	
MS	30,1	28,8	29,1	30,2	31,5	85,7
MO ²	96,8	96,7	94,4	92,3	90,4	90,0
PB ²	3,3	11,9	11,5	11,4	11,4	23,3
PIDN ³	32,8	12,6	11,0	10,6	14,8	12,3
PIDA ³	14,3	5,2	7,5	4,4	5,8	4,3
EE ²	1,4	1,9	2,1	1,5	1,4	3,5
Cinza ²	3,2	3,3	5,6	7,7	9,6	10,0
CT ²	92,1	82,2	80,8	79,3	77,6	63,3
FDN ²	54,4	53,6	55,4	51,4	47,7	20,7
FDNcp ²	52,0	51,2	53,3	48,7	44,9	12,3
FDNi ²	32,2	31,3	32,2	27,6	23,2	1,8
FDNpd	22,1	22,3	23,2	23,8	24,5	18,9
CNF ²	37,7	28,6	25,4	27,9	29,8	38,6
CNFcp ²	40,2	31,1	27,6	30,6	32,7	46,9
FDA ²	36,8	36,2	38,0	33,5	33,0	10,2
FDAi ²	27,4	25,5	25,0	24,5	18,1	1,0
Hemicelulose ²	17,6	17,4	17,4	17,9	14,7	10,5
Celulose ²	29,2	29,6	30,2	26,7	26,5	10,8
Lignina ²	6,6	7,2	7,1	6,1	5,6	1,1
MSpD ²	69,6	70,7	69,8	74,2	78,5	97,6
MSi ²	35,6	34,3	35,9	30,6	26,1	4,5
NDT ^{2,4}	61,3	60,4	58,2	58,7	58,4	73,2
$^{\circ}$ Brix	21,4	20,6	19,4	19,7	20,2	-
pH ⁵	5,5	5,5	7,3	9,3	11,2	-

^{1/} Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ^{2/} Valores em percentagem da MS. ^{3/} Valores em percentagem da PB. ^{4/} Estimado segundo NRC (2001). ^{5/} Obtido na cana-de-açúcar antes da adição de uréia.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD), matéria seca indigestível (MSi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
PIDN ³	17,2	16,1	15,8	18,7
PIDA ³	7,3	8,9	6,7	7,7
EE ²	2,4	2,5	2,1	2,0
Cinza ²	5,3	6,9	8,4	9,7
CT ²	75,4	74,4	73,3	72,1
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpD ²	21,3	21,9	22,3	22,9
CNF ²	31,6	29,4	31,1	32,5
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Hemicelulose ²	15,3	15,3	15,7	13,5
Celulose ²	24,0	24,4	21,9	21,8
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3
MSPD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
NDT ^{2,4}	64,3	62,7	63,0	62,8

^{1/} Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ^{2/} Valores em percentagem da MS. ^{3/} Valores em percentagem da PB. ^{4/} Estimado segundo NRC (2001).

O experimento teve duração de 56 dias, constituído de quatro períodos experimentais, com 14 dias cada, sendo os dez primeiros dias destinados à adaptação dos animais e os quatro dias finais para coleta de dados.

As dietas foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, as 7h00 e as 15h00 horas, sendo ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento cana-de-açúcar e o concentrado oferecido foi registrado diariamente. No período de coleta, do 11^o ao 14^o dia

de cada período experimental, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para estimar o consumo de nutrientes em percentagem do peso vivo.

Para efeito de quantificação e avaliação do consumo voluntário foram considerados os alimentos fornecidos entre o 10º e 13º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 11º ao 14º dia.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) obtidos seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo: CNFcp = (100 - %FDNcp - %PB - %EE - %cinzas).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: NDTest = 0,98 [100 - (%FDNp + %PB + %EE + %cinza)] x PF + PB x exp [-1,2 x (PIDA/PB)] + 2,25 x (EE - 1) + 0,75 x (FDNp - Lignina) x [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7 e para o cálculo do NDTest das rações

concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$

sendo que, nas equações acima:

$FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Foi estimado o consumo de MS, MSi, MO, PB, EE, FDN, FDNcp, FDNi, CT, CNFcp e NDT em kg/dia, de MS, MO, FDN, FDNcp e NDT (em %PV) e MS em relação ao peso metabólico ($g/kg^{0,75}$).

Os consumos de MS e NDT observados foram comparados com os valores estimados pelo NRC (2006).

O procedimento de validação foi realizado de forma independente aos tratamentos aplicados, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos e observados, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão sob as seguintes hipóteses:

$$\begin{array}{ll} H_0 : \beta_0 = 0 & H_0 : \beta_1 = 1 \\ H_a : \beta_0 \neq 0 & H_a : \beta_1 \neq 1 \end{array}$$

Em caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, optou-se pela similaridade entre valores preditos e observados. Em situação contrária, nova equação de regressão foi traçada, suprimindo-se o parâmetro relativo ao intercepto, estimando-se o vício global das estimativas segundo Detmann et al. (2005), como:

$$B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

B = vício global das estimativas (%); $\hat{\beta}$ = estimativa do coeficiente de inclinação para a relação entre consumo observado e predito, assumindo-se intercepto nulo.

Para a estimativa da digestibilidade aparente dos nutrientes, foi realizada coleta total de fezes dos animais do 11º ao 14º dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de uma tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada baia. As fezes foram pesadas pela manhã, e retirado aproximadamente 10% do total, o qual foi congelado em freezer a $-10^\circ C$ para posteriores análises. A partir das amostras diárias, foram elaboradas duas amostras compostas das fezes para a comparação do período de coleta, sendo a primeira amostra

relativa aos dois primeiros dias, do 11^o ao 12^o dia e, a segunda, referente aos quatro dias consecutivos de coleta.

Na estimação dos teores de MSi e FDNi para obtenção dos consumos, amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado) e sobras foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de dois novilhos mestiços recebendo dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi.

A comparação de dias de coleta total na estimação da excreção fecal e da digestibilidade dos nutrientes foi realizada em um esquema de parcelas subdivididas, no qual as parcelas foram compostas pelas dietas (diferentes doses de CaO) e as subparcelas, pelos dias de coleta.

As estimativas de consumo, digestibilidade dos nutrientes e NDT foram comparadas entre os tratamentos por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem

linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

Observou-se que todos os tratamentos englobando o uso do CaO apresentaram consumos de MS, MO, PB, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e NDT (em kg/dia) superior ao tratamento controle (cana *in natura*) ($P < 0,05$). O mesmo comportamento foi verificado para os consumos de MS, MO, FDN, FDNcp e NDT expressos em % do peso vivo (% PV) e para o consumo de MS em $\text{g/kg}^{0,75}$.

Analisando-se os demais contrastes para a detecção de relação funcional entre o CaO e as variáveis de consumo, observou-se comportamento linear positivo nos consumos de MS, MSi, MO, PB, FDNi, CT, CNFcp e NDT, em kg/dia, ($P < 0,05$). Os consumos de MS, MO e NDT em %PV e o consumo de MS em $\text{g/kg}^{0,75}$ também se associaram de forma linear e positivamente com as doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 5).

Em primeiro momento, diante dos resultados apresentados para o consumo de nutrientes, pode-se inferir que o tratamento da cana-de-açúcar com o CaO foi benéfico, pois proporcionou incremento do consumo voluntário. A busca por maiores consumos de volumosos tratados com produtos alcalinos é uma pressuposição básica que impulsiona e motiva as pesquisas nesta área, sendo suportada pelos resultados apresentados por Ezequiel et al. (2005), os quais verificaram efeito positivo do tratamento da cana-de-açúcar com NaOH sobre o consumo voluntário e digestibilidade.

Para os maiores consumos de nutrientes, observados no presente estudo, atribui-se a ação positiva do CaO sobre os componentes fibrosos da cana-de-açúcar (Tabela 2), o qual pode ter influenciado positivamente os resultados obtidos. Nesse sentido, pressupõe-se que uma possível elevação da taxa de passagem dos alimentos tenha influenciado o consumo de nutrientes, principalmente os de MS e FDN, em % PV, os quais apresentaram acréscimos de 9,2; 18,4 e 27,5% e de 5,3; 10,7 e 16,8%, respectivamente, nas dietas contendo cana-de-açúcar tratada com as doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, em relação à dieta com cana-de-açúcar *in natura*. Estudos avaliando a viabilidade de volumosos tratados com produtos alcalinos na alimentação de caprinos em crescimento são escassos. Contudo, em estudos com ovinos e bovinos, respostas variáveis têm sido obtidas para consumo de nutrientes quando a cana-de-açúcar tratada com CaO é utilizada.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos consumos de matéria seca (MS), matéria seca indigestível (MSi), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Consumo (kg/dia)							
MS ²	0,793	0,861	0,906	1,015	10,8	0,0030	0,0048	0,4531
MSi ³	0,170	0,204	0,182	0,174	15,3	0,1661	0,0451	0,5690
MO ⁴	0,747	0,799	0,827	0,912	10,8	0,0133	0,0204	0,4642
PB ⁵	0,144	0,148	0,157	0,174	11,2	0,0367	0,0084	0,6289
EE	0,019	0,022	0,019	0,020	16,2	0,5552	0,2267	0,2335
FDN	0,320	0,354	0,357	0,377	13,5	0,0389	0,3466	0,6899
FDNcp	0,285	0,320	0,317	0,329	13,8	0,0477	0,6676	0,6842
FDNi ⁶	0,148	0,175	0,156	0,145	15,6	0,3013	0,0251	0,6918
CT ⁷	0,584	0,629	0,651	0,719	10,9	0,0100	0,0205	0,4571
CNFcp ⁸	0,299	0,310	0,334	0,390	9,6	0,0027	0,0001	0,2700
NDT ⁹	0,539	0,569	0,573	0,648	9,8	0,0236	0,0120	0,1654
	Consumo (% do peso vivo)							
MS ¹⁰	3,20	3,43	3,66	4,09	9,9	0,0019	0,0017	0,5263
MO ¹¹	3,01	3,18	3,34	3,68	10,0	0,0102	0,0082	0,5384
FDN	1,29	1,42	1,44	1,52	12,6	0,0326	0,2703	0,7552
FDNcp	1,15	1,28	1,28	1,32	12,7	0,0412	0,5497	0,7638
NDT ¹²	2,18	2,27	2,32	2,62	8,8	0,0165	0,0035	0,1836
	Consumo (g/kg ^{0,75})							
MS ¹³	71,3	76,6	81,6	91,3	10,0	0,0019	0,0018	0,4964

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 0,773145 + 0,102933X$ ($r^2 = 0,9461$). ^{3/} $\hat{Y} = 0,216683 - 0,0201613X$ ($r^2 = 0,9368$). ^{4/} $\hat{Y} = 0,733329 + 0,075204X$ ($r^2 = 0,9205$). ^{5/} $\hat{Y} = 0,133689 + 0,0171657X$ ($r^2 = 0,9731$). ^{6/} $\hat{Y} = 0,188640 - 0,019846X$ ($r^2 = 0,9719$). ^{7/} $\hat{Y} = 0,577119 + 0,0594325X$ ($r^2 = 0,9170$). ^{8/} $\hat{Y} = 0,264366 + 0,0533269X$ ($r^2 = 0,9513$). ^{9/} $\hat{Y} = 0,517122 + 0,0530530X$ ($r^2 = 0,7875$). ^{10/} $\hat{Y} = 3,06966 + 0,439648X$ ($r^2 = 0,9703$). ^{11/} $\hat{Y} = 2,90934 + 0,327428X$ ($r^2 = 0,9573$). ^{12/} $\hat{Y} = 2,05076 + 0,233205X$ ($r^2 = 0,8556$). ^{13/} $\hat{Y} = 68,5258 + 9,75140X$ ($r^2 = 0,9652$).

Em trabalho conduzido por Pontes (2007), avaliaram-se a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamentos (0 e 24 horas), com três doses de CaO (0; 0,5 e 1%) (% MN), em dietas para carneiros, e não verificou efeito destes tratamentos sobre os

consumos de MS, MO, PB, FDN, CNF e NDT, em kg/dia. Já em trabalho de Moraes (2006), o mesmo tratou a cana-de-açúcar com 1% de CaO e forneceu a novilhas mestiças após 24 horas de tratamento, encontrando resultados negativos sobre o consumo voluntário de nutrientes, pois a cana-de-açúcar *in natura* sem tratamento proporcionou maior consumo. Os motivos para a falta de resposta do tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO, obtida em trabalhos de pesquisa, ainda não estão bem elucidados e têm contrariado o princípio básico da hidrólise alcalina, o qual preconiza incremento no consumo voluntário e aumento na digestibilidade dos nutrientes.

Amaral (2007) avaliou a utilização da cana-de-açúcar *in natura*, cana-de-açúcar ensilada sem aditivo, cana-de-açúcar ensilada com 1% de CaO e cana-de-açúcar ensilada com 1% de calcário na alimentação de ovinos e não encontrou melhoria no consumo de nutrientes. Dentre os tratamentos testados, a cana *in natura* foi a que promoveu melhores resultados, enquanto as silagens produzidas não diferiram entre si, apresentando valores inferiores aos obtidos para a cana-de-açúcar sem tratamento. Menor consumo para animais alimentados com silagens é frequentemente observado na literatura e justificado, dentre outros fatores, pela presença de ácidos orgânicos na silagem, principalmente ácido acético. Assim, embora os consumos observados pelos autores não possam ser confrontados diretamente com os observados no presente estudo, fica clara a ausência de efeito do CaO também em silagens, sem benefícios potenciais no consumo dos nutrientes.

Menores coeficientes de digestibilidade da MS ($P < 0,01$), PB ($P < 0,05$) e CNFcp ($P < 0,05$) foram observados no grupo de tratamentos contendo cana-de-açúcar tratada com CaO em relação ao grupo controle (cana *in natura*, contraste: C vs. CaO). Inspeccionando os demais contrastes para a detecção de possíveis efeitos das doses de CaO sobre as variáveis, observou-se efeito linear negativo das doses de CaO sobre o coeficiente de digestibilidade da FDN, ao passo que os coeficientes de digestibilidade do EE e dos CNFcp se comportaram de forma quadrática ($P < 0,01$) (Tabela 6).

A falta de relação e/ou a redução de alguns coeficientes de digestibilidade, conforme apresentado anteriormente, contraria o princípio do tratamento químico com produtos alcalinos, que é o aumento da digestibilidade dos nutrientes, por ocasião de benefícios potenciais ocorridos na parede celular do material. Segundo Van Soest (1994), o tratamento com produto alcalino remove grupos ésteres e aumenta a solubilidade das moléculas expostas, verificando-se aumento na digestão da fibra. Contudo, o autor destacou que as respostas ao tratamento químico são variáveis. Neste trabalho, atribui-se o menor coeficiente de digestibilidade da MS para o grupo de tratamentos com CaO (vide

contraste C vs. CaO, Tabela 6) à elevação do consumo de nutrientes, pois uma possível elevação na taxa de passagem dos alimentos por ocasião do aumento no consumo, que se apresentou bastante acentuado, pode ter influenciado a digestibilidade. Evidencia-se, entretanto, que a redução na digestibilidade não ocorreu de forma tão proeminente, como foi observado para a elevação do consumo, sendo verificada redução máxima de 5,5% na dieta com cana-de-açúcar tratada com 2,25% de CaO.

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e nível de nutrientes digestíveis totais (NDT) em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
MS	68,7	66,2	64,0	65,1	4,6	0,0097	0,5022	0,2200
MO	70,1	68,3	67,3	69,4	4,2	0,1610	0,4351	0,2175
PB	76,1	73,2	71,5	73,2	4,7	0,0253	0,9645	0,2788
EE ²	74,9	78,3	69,4	75,4	7,7	0,8237	0,3211	0,0079
FDN ³	46,2	46,1	43,4	39,3	10,9	0,1135	0,0100	0,7226
FDNcp	45,1	47,1	46,6	41,7	13,5	0,9843	0,0952	0,4077
CT	68,3	66,7	66,1	68,3	4,7	0,3303	0,3142	0,3275
CNFcp ⁴	89,8	86,9	84,4	90,1	2,7	0,0147	0,0168	0,0009
NDT	64,8	63,9	60,6	60,7	6,0	0,0575	0,1126	0,3093

¹/ C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ²/ $\hat{Y} = 101,856 - 41,3043X + 13,1219X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ³/ $\hat{Y} = 49,8013 - 4,56837X$ ($R^2 = 0,9846$). ⁴/ $\hat{Y} = 97,5795 - 19,6091X + 7,22999X^2$ ($r^2 = 1,0000$).

Trabalhos utilizando métodos alternativos para a estimação de parâmetros da digestibilidade por intermédio de ambientes *in situ* e *in vitro* têm sido muito utilizados para a avaliação de volumosos tratados com produtos alcalinos. Contudo, as respostas têm apresentado vícios substanciais, produzindo resultados amplamente divergentes dos resultados obtidos pelo método clássico de avaliação de alimentos, *in vivo* (Detmann et al., 2005). Relacionando essas informações com os trabalhos conduzidos com CaO, verifica-se que as afirmações de Detmann et al. (2005) são verossímeis, pois diversos trabalhos com avaliação de ensaios *in vitro* têm indicado aumento na digestibilidade da MS (Cavali,

2006; Balieiro et al., 2007; Oliveira et al., 2007) de volumosos tratados com CaO, quando, na verdade, ensaios *in vivo* têm mostrado que esse aumento não ocorre (Moraes, 2006; Campos, 2007; Pontes, 2007), sendo verificada inclusive, redução na digestibilidade, em alguns casos, como no presente estudo.

Fazendo-se uma inspeção da composição química da cana-de-açúcar tratada com as doses de CaO (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) (Tabela 2), verifica-se que a adição deste aditivo provocou alterações na parede celular da cana-de-açúcar, como a redução da fração indigestível da fibra. Por outro lado, os teores de NDT mantiveram-se constantes e próximos e, pelos valores de °Brix apresentados, tudo indica que houve boa preservação da cana-de-açúcar após as 24 horas de tratamento, antes de ser fornecida aos animais. Entretanto, esses benefícios potenciais não contribuíram para a elevação da digestibilidade dos nutrientes, atribuindo-se, este fato, aos elevados valores de pH observados na cana-de-açúcar com CaO (Tabela 2), os quais podem ter prejudicado a fermentação ruminal e consequentemente a ação dos microrganismos sobre fração fibrosa do material.

No trabalho conduzido por Moraes (2006) com cana-de-açúcar hidrolisada com CaO, o autor não observou efeito na digestibilidade dos nutrientes, quando novilhas mestiças foram alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com 1% de CaO, estando estes resultados em concordância com a ausência de efeito verificada neste estudo para os coeficientes de digestibilidade da MO, PB, FDNcp e CT, com a adição de CaO à cana-de-açúcar. Outros resultados que estão de acordo com os obtidos no presente trabalho foram relatados por Pontes (2007). O autor avaliou a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamento (0 e 24 horas) e três doses (0; 0,5 e 1%) de CaO, em dietas para carneiros, e observou redução linear nos valores de digestibilidade da MS. A ausência de efeito ou a redução no consumo voluntário e nos coeficientes de digestibilidade, observadas nos trabalhos supracitados, foram explicadas pela elevada temperatura e pH da cana-de-açúcar após o tratamento. Neste trabalho, tudo leva a crer que a temperatura da cana tratada não foi a responsável pela redução ou ausência de efeito positivo na digestibilidade dos nutrientes, mas o pH, sim, pode ter potencializado os efeitos negativos observados, pois a cana tratada com as doses de CaO apresentou valores de pH de 7,7; 9,9 e 11,8, respectivamente, para as doses 0,75; 1,5 e 2,25%. Esses valores de pH em alimentos para ruminantes são considerados elevados diante da faixa de pH ruminal de 6,4 a 7,0, relatada por Ørskov (1990) para uma boa atuação das bactérias fermentadoras de carboidratos estruturais. Além disso, a suposição do aumento da taxa de passagem por

ocasião da elevação no consumo pode ter contribuído para a moderada redução na digestibilidade de alguns nutrientes, dentre eles a MS.

Avaliando a adição de 0,6% de CaO no tratamento da cana-de-açúcar, em combinação com o fornecimento de diferentes níveis de uréia (0; 0,33; 0,66 e 0,99%, com base na MN) e a cana-de-açúcar *in natura* corrigida com 1% de uréia, em dietas para ovinos, Campos (2007) observou ausência de efeito positivo do CaO sobre a digestibilidade da fibra da cana-de-açúcar, verificando redução na digestibilidade da FDNcp para o tratamento com 0,6% de CaO sem o fornecimento de uréia, e ausência de efeito para o CaO combinado com os níveis de uréia, que apresentaram-se com valores de digestibilidade similares entre si e semelhantes ao da cana-de-açúcar *in natura*.

O coeficiente de digestibilidade do EE foi afetado de forma quadrática ($P < 0,01$). Verifica-se que os coeficientes de digestibilidade do EE situaram-se a valores próximos a 70%, estando de acordo com os valores relatados por Pontes (2007), que avaliou a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamento (0 e 24 horas) e três doses de CaO (0; 0,5 e 1%) em dietas para ovinos.

O coeficiente de digestibilidade dos CNFcp associou-se de forma quadrática ($P < 0,01$) à cana-de-açúcar tratada com CaO, verificando-se ponto crítico e resposta mínima estimada de 1,36% de CaO e 84,3%, respectivamente. Os CNF constituem uma importante fonte de energia para os ruminantes (Detmann et al., 2006), particularmente para os microrganismos que utilizam esta fração. Valadares Filho (2000), entretanto, destacou a importância de se utilizar fontes protéicas de rápida e média degradação no rúmen, quando os CNF compõem a principal fração de carboidratos da dieta, objetivando a sincronização entre liberação de energia e nitrogênio. Assim, mesmo com a redução no coeficiente de digestibilidade dos CNFcp, verificada até limites próximos a 1,36% de adição de CaO à cana-de-açúcar, observa-se que, em todos os tratamentos, houve bons índices de digestibilidade desta fração (acima de 80%). A redução nos coeficientes de digestibilidade dos CNFcp pode ter ocorrido em função da elevação no consumo de FDNi, o qual aumentou linearmente com as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Na avaliação do consumo de MS estimado (NRC, 2006) e observado no experimento, verificou-se a rejeição das hipóteses de nulidade ($P < 0,01$) (Tabela 7). Submetendo-se esta variável ao ajuste de equação de regressão, sem considerar o intercepto, observou-se vício global elevado (-21,1%), denotando subestimação do consumo estimado em relação ao observado. Tal comportamento pode ser melhor

visualizado na Figura 2, o qual nitidamente apresenta a distribuição dos pontos, em sua maioria, abaixo da reta de igualdade ($x = y$).

Tabela 7 - Médias, coeficiente de variação (CV), estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo de matéria seca (CMS) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2006) em caprinos

Item	Regressão Linear						
	Médias (kg/dia)			Intercepto		Coeficiente de Inclinação	
	Observado	Estimado	CV(%)	Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b
CMS	0,894	0,716	9,2	0,4009	P<0,0001	0,3541	P<0,0001
CNDT	0,563	0,436	16,0	0,1724	0,0238	0,4671	0,0002

^a/H₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^b/ H₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$.

Comportamento similar foi obtido para o consumo de NDT, verificando-se rejeição da hipótese de nulidade associada ao intercepto ($P < 0,05$) e ao coeficiente de inclinação ($P < 0,01$) (Tabela 7). O vício global estimado sem considerar o intercepto, por intermédio do procedimento (modelo completo) descrito por Detmann et al. (2005), indicou presença de vício de -23,6% (Figura 3). Pelos resultados apresentados, observa-se que as equações do NRC (2006) não são adequadas para estimar o consumo de MS e NDT em caprinos, nas condições tropicais.

Avaliando a eficácia de predição do consumo de MS pelo NRC (1989), NRC (2001), CNCPS 5.0 e AFRC (1993) para vacas de leite, Oliveira (2005) observou subestimação dos valores estimados em relação aos observados em todas as comparações, com presença de vício global significativo. Os resultados apresentados pelo autor são concordantes com as constatações observadas neste estudo.

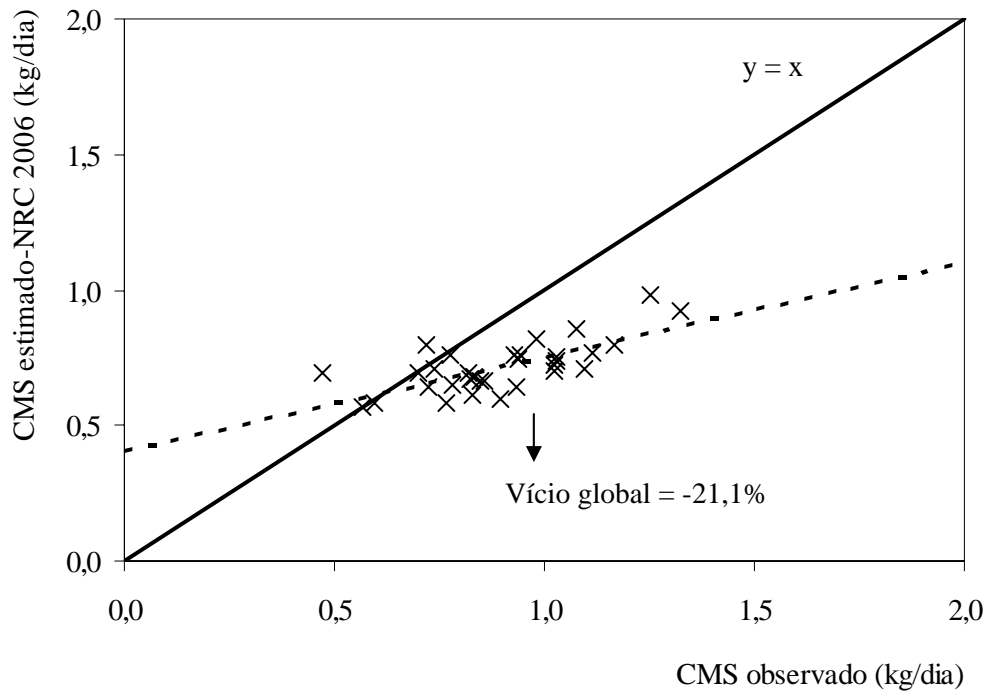


Figura 2 - Relação entre consumo de matéria seca (CMS) observado e estimado pelo NRC (2006) em caprinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados) e estimativa do vício global, segundo Detmman et al. (2005).

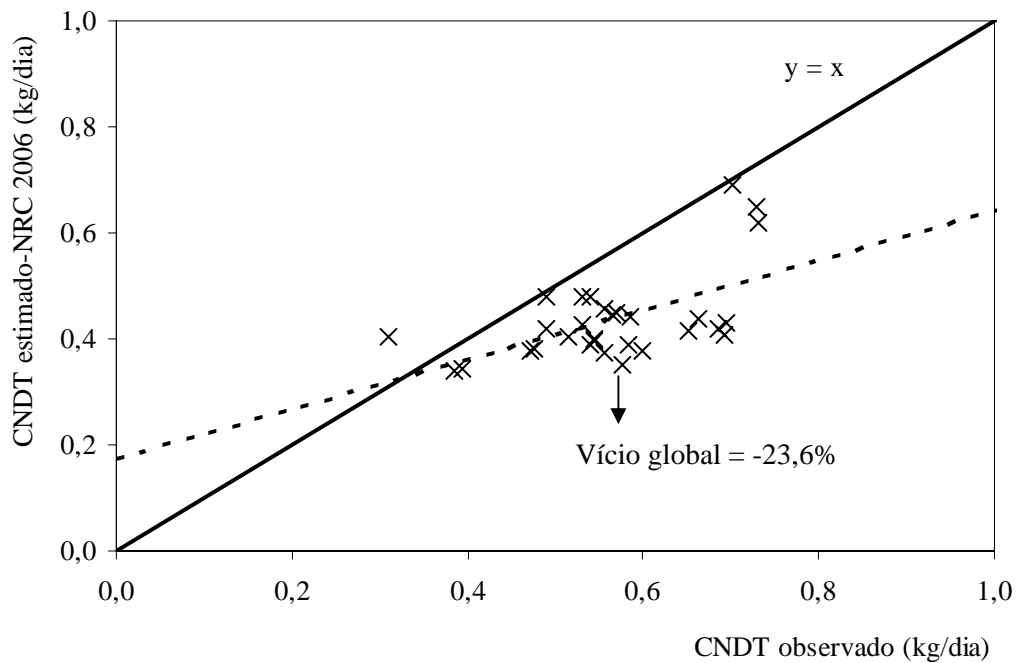


Figura 3 - Relação entre consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2006) em caprinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados) e estimativa do vício global, segundo Detmman et al. (2005).

Não se verificou efeito significativo ($P>0,05$) para os dias de coleta total na estimativa das excreções fecais, coeficientes de digestibilidade dos nutrientes e teor de NDT (Tabela 8).

Embora métodos de estimação indireta da digestibilidade dos nutrientes como o uso de indicadores internos e externos, tenham sido propostos (Cochran et al., 1986; Berchielli et al., 2000; Detmann et al., 2001; Barros et al., 2007; Detmann et al., 2007), a coleta total de fezes em animais confinados ainda tem sido a forma preferida para aferir a produção fecal de matéria seca e estimar a digestibilidade dos nutrientes. Apesar do grande volume de informações já geradas acerca da aplicabilidade dos indicadores em ensaios de digestão com ruminantes, Detmann et al. (2007) comentaram sobre a inexistência de um indicador ideal a todas as situações experimentais. Dessa forma, a insegurança no uso de determinados indicadores, devido a erros sistemáticos atribuídos a amostragem e procedimentos analíticos, conduzem as pesquisas a continuarem adotando a coleta total de fezes na maioria das situações.

Tabela 8 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as excreções de matéria seca fecal (EXMSF) e para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) e os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) estimados utilizando dois ou quatro dias de coleta total de fezes em caprinos

Item	Dias de coleta total		CV (%)
	2 dias	4 dias	
EXMSF (kg/dia)	0,302 ^a	0,306 ^a	25,9
	Coeficientes de digestibilidade e NDT (%)		
MS	66,3 ^a	66,0 ^a	5,6
MO	69,0 ^a	68,8 ^a	8,5
PB	73,7 ^a	73,5 ^a	6,4
EE	74,7 ^a	74,5 ^a	9,8
FDN	44,3 ^a	43,8 ^a	18,2
FDNcp	45,6 ^a	45,1 ^a	17,2
CT	67,7 ^a	67,4 ^a	5,9
CNFcp	88,0 ^a	87,8 ^a	4,0
NDT	62,8 ^a	62,5 ^a	7,2

Medias na mesma linha, seguidas de letras iguais, não diferem entre si ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste F.

A possibilidade de se usar dois dias de coleta total em ensaios de digestão com ruminantes, como ficou demonstrado nos resultados apresentados, propiciará a obtenção de estimativas de modo mais prático e rápido, em experimentos com animais sob regime de confinamento. A possibilidade de uso desta técnica contribui ainda para o menor dispêndio com mão-de-obra, otimizando o tempo e reduzindo o estresse causado pelo uso de sacolas e outros procedimentos no manejo dos animais, durante a coleta.

Em recente estudo, conduzido por Magalhães (2007), ao comparar as estimativas dos coeficientes de digestibilidade de diferentes forrageiras (cana-de-açúcar, silagem de cana, silagem de soja, silagem de mombaça e feno de Tifton-85), obtidas em três ou cinco dias de coleta total de fezes, a autora não verificou diferença entre os períodos de coleta, recomendando utilizar três dias em ensaio convencional de digestão com bovinos para a obtenção das estimativas de digestibilidade dos nutrientes, de modo rápido e prático.

Os resultados verificados assemelham-se aos observados por Barbosa (2005), que comparou as estimativas dos coeficientes de digestibilidade, obtidas em um, dois e três dias de coleta total, com as estimativas obtidas em quatro dias de coleta total e, em outra avaliação neste mesmo estudo, comparou as estimativas obtidas em um, dois, três, quatro e cinco dias de coleta total com as estimativas obtidas em seis dias de coleta. O autor verificou, neste trabalho, que os coeficientes de digestibilidade podem ser obtidos a partir de um dia de coleta total de fezes, destacando, entretanto, que a precisão é melhorada com o aumento dos dias coleta.

Conclusões

A utilização de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para caprinos promove aumento no consumo da maioria dos nutrientes, com acréscimo de 25% no consumo de matéria seca e 16% no de fibra em detergente neutro.

Embora o tratamento químico da cana-de-açúcar com óxido de cálcio promova redução na digestibilidade da matéria seca, na fibra em detergente neutro e no teor de nutrientes digestíveis totais, o elevado consumo de nutrientes justifica a utilização deste aditivo no tratamento da cana-de-açúcar para caprinos em crescimento.

Estimativas confiáveis de excreção fecal de matéria seca, das digestibilidades dos nutrientes e do teor de nutrientes digestíveis totais podem ser obtidas com dois dias de coleta total de fezes.

O NRC (2006) subestima os consumos de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais em caprinos Saanen em crescimento alimentados com cana-de-açúcar.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and protein requirement of ruminant**. Wallingford, UK. CAB international 1993, 159p.
- AMARAL, R.C. **Avaliação de aditivos químicos sobre as perdas e valor alimentício das silagens de cana-de-açúcar para ovinos**. 2007. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2007.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BARBOSA, A.M. **Período de coleta de urina e de fezes para avaliação da excreção de creatinina, produção microbiana e digestibilidade aparente dos nutrientes em Nelore**. 2005. 50p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- BARROS, E.E.L.; FONTES, C.A.A.; DETMANN, E. et al. Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2102-2108, 2007.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. et al. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.830-833, 2000.
- CAMPOS, M.M. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada ou não com óxido de cálcio com diferentes níveis de uréia em ovinos**. 2007. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; VELOSO, C.M. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.1, p.125-132, 2006.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CNCPS 5.0 – **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes: documentação do Modelo CNCPS**. / Fox, D.G. et al. Tradução: Lopes, F.C.F. et al. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.

- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 24 de abril. 2008.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MAGALHÃES, K.A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 263p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 46p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washington, DC: National Academic Press. 1989. 157p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005, 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.
- ØRSKOV, E.R. **Alimentación de los rumiantes: principios y práctica**. 1 ed. Zaragoza: Espanha. Acribia S. A., 1990, 119 p.

- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- PIRES, A.J.V.; REIS, R.A.; CARVALHO, G.G.P. de. et al. Bagaço de cana tratado com hidróxido de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.953-957, 2006.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com óxido cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: UEM, 2002. 162p.
- RIBEIRO JR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D. et al. Teor de matéria seca e constituintes da parede celular da cana-de-açúcar hidrolisada com aditivos alcalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- SAS-STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Associação entre aditivos químicos e bacterianos na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.789-798, 2007.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: NASCIMENTO JUNIOR, D.; LOPES, P.S.; PEREIRA, J.C. **Anais dos simpósios da XXXVII reunião anual da SBZ**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.267-338.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, P.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.71-86.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

ZEOULA, M.L.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M. et al. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

CAPÍTULO 4

Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: Objetivou-se avaliar o efeito do tratamento da cana-de-açúcar com óxido de cálcio (CaO) sobre o comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em caprinos. Foram utilizados oito caprinos da raça Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4, com quatro períodos experimentais de 14 dias. Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros individuais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta (PB) e apresentaram 70% de cana-de-açúcar tratada com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado e foram fornecidas a vontade. A cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi triturada em desintegradora estacionária, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Os tempos despendidos em alimentação, ruminação (min/dia, min/kg MS e min/kg FDN) e ócio (min/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. A eficiência em alimentação e ruminação do mesmo modo não foi afetada pela adição de CaO à cana-de-açúcar. Verificou-se redução ($P < 0,05$) no tempo médio despendido por período de alimentação. O balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina não apresentaram efeito em função das doses de CaO à cana-de-açúcar. A alantoína (% das purinas totais) foi maior ($P < 0,05$) e o ácido úrico menor ($P < 0,01$) nos tratamentos com cana-de-açúcar tratada com CaO em relação à cana *in natura*. A produção e a eficiência microbiana não são afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar, em dietas para caprinos em crescimento.

Palavras-chave: alimentação, derivados de purinas, eficiência microbiana, ruminação

Ingestive behavior, nitrogen balance, urea concentrations and microbial protein synthesis in goats fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The objective was to evaluate the effect of sugar cane treatment with calcium oxide (CaO) on ingestive behavior, nitrogen balance, urine and plasma urea concentrations and microbial protein synthesis in goats. Eight castrated male Saanen goats breed, with 22.6 kg average body weight and four months of age were used, distributed in two 4 x 4 Latin squares, with four 14 days experimental periods. The animals were maintained in individual barns of 1.2 m², with wood battened floor, provided with individual feeders and drinkers. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 14% crude protein (CP) and presented 70% sugar cane treated with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% of CaO (in natural matter basis) corrected with 1% urea and 30% of concentrate. The sugar cane with CaO addition doses was chopped in stationary chopper, weighted and stored in 50 liters plastic gallons and treated with CaO doses, being offered to the animals after 24 hours of storage. The times in feeding, ruminating (min/day; min/kg DM and min/kg NDF) and idle (min/day) did not show effect in function of CaO doses added to sugar cane. Except for feeding time in min/kg DM, that reduced linearly, the times expended feeding (min/day; min/kg DM and min/kg NDF), ruminating and in idle (min/day, min/kg DM and min/kg NDF) were not affected by CaO addition to sugar cane. To chewing activities, it was verified effect only to total time expended in min/kg DM. The feeding and ruminating efficiency were not affected by CaO addition to sugar cane. It was verified a reduction (P<0.05) in average time spent in each feeding period. The nitrogen balance, urine and plasma urea concentrations and urine urea excretion did not show effect in function of CaO doses added to sugar cane. The allantoin (% of total purines) increased and the uric acid reduced in the treatments with sugar cane treated with CaO in relation to the in natural cane. The microbial production and efficiency are not affected by CaO addition to sugar cane, in diets for growing goats.

Key words: feeding, purine derivatives, microbial efficiency, rumination

Introdução

Os caprinos desenvolveram adaptações anatômicas e fisiológicas para se alimentarem de uma ampla variedade de alimentos. Ribeiro (2003), entretanto, afirmou que a estratégia de alimentação desses animais é baseada primariamente na qualidade nutritiva do alimento, no qual se verifica que redução na ingestão de matéria seca ocorre, geralmente, em condições de altas taxas de lotações, os quais provocam diminuição na qualidade nutritiva do extrato forrageiro devido à seleção e consumo de partes mais digestíveis. O autor afirmou ainda que, contrariamente aos caprinos, os ovinos nessas mesmas condições conseguem incrementar o consumo para compensar redução na qualidade da forrageira.

Qualquer que seja o sistema de criação de animais ruminantes, em pastejo ou confinamento, o consumo de alimentos é considerado um importante fator, sendo o ponto determinante do aporte de nutrientes necessários para o atendimento dos requisitos de manutenção e desempenho animal (Detmann et al., 2003).

O custo com alimentação de animais ruminantes é, sem dúvida nenhuma, um item com grande representatividade nos custos totais de produção. Assim, a busca de menor custo de produção em produtos de origem animal tem sido direcionada para a utilização racional de todos os recursos alimentares disponíveis e o setor produtivo vem buscando alternativas de fontes alimentares com menor custo, destacando-se a utilização da cana-de-açúcar como volumoso para ruminantes.

Segundo Evangelista et al. (2003), a cana-de-açúcar é uma boa opção para as épocas de baixa disponibilidade de alimentos, possuindo um enorme potencial para uso na forma de forragem, em razão de ser uma cultura permanente de fácil implantação e cultivada em todo território brasileiro, requerendo poucos tratos culturais e com elevados rendimentos de forragem (mais de 120 t/ha) em uma única colheita. Segundo os autores, a época de colheita coincide ainda com o período de baixa disponibilidade de pasto, apresentando elevado conteúdo de sacarose no colmo, mantendo um bom valor nutritivo por período de tempo suficiente para ser colhida de acordo com a necessidade, durante a estação seca, o que dispensa qualquer processo de conservação.

Entre os componentes do alimento, a fração fibrosa é de fundamental importância em sistemas produção de animais em regiões tropicais, pois fornece quantidade significativa de energia a baixo custo (Detmann et al., 2007). Contudo, em alimentos com elevadas concentrações de fibra de baixa digestibilidade como é o caso da cana-de-açúcar (Prado & Moreira, 2002; Pedroso, 2003, Mendonça et al., 2004a), produtos químicos tem

sido indicados para o tratamento. Dentre os produtos químicos existentes, os alcalinos como o hidróxido de sódio e óxido de cálcio apresentam grande potencial para o tratamento da cana-de-açúcar. A adição desses produtos em volumosos, tem como foco principal a hidrólise da fibra por meio da solubilização parcial da hemicelulose e expansão e ruptura das moléculas de celulose, aumentando a digestibilidade do alimento como um todo.

Neste contexto, os carboidratos são a principal fonte energética para o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen e a taxa de produção microbiana pode ser modificada sensivelmente, quando diferentes fontes ou tratamentos aplicados são comparados. Em resposta às possíveis alterações provocadas nos volumosos tratados, os animais podem também modificar o comportamento alimentar, no qual melhorias nas eficiências das atividades podem ou não serem observadas.

Desta forma, objetivou-se avaliar o efeito do tratamento da cana-de-açúcar com doses de óxido de cálcio sobre o comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em caprinos.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Setor de Caprinocultura e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizados oito caprinos da raça Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio inicial de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m² com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia e alimentados com dietas contendo 70% de cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado. A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do fornecimento das dietas. Já a cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi triturada em desintegradora estacionária, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, na base da matéria natural, sem diluir em água, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento.

Tanto a cana sem tratamento (0% de CaO) como a tratada (0,75; 1,5 e 2,25% de CaO), no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1,0% uréia na base da

matéria natural, sendo as dietas calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia (NRC, 2006). As dietas foram balanceadas para conterem aproximadamente 14% de proteína bruta e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água.

A composição percentual e química das dietas experimentais podem ser observadas nas Tabela 1 e 2, respectivamente. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizado o monitoramento do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO utilizando refratômetro, o qual apresentou média de 20,3 °Brix.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

^{1/} Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% de uréia (%MN). ^{2/} Quantidade/kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

O experimento teve duração de 56 dias, constituído de quatro períodos experimentais de 14 dias cada, sendo os dez primeiros dias destinados à adaptação dos animais e os quatro dias finais para coleta de dados.

As dietas foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00 horas, sendo ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento cana-de-açúcar e o concentrado oferecido foi registrado diariamente. No período de coleta, 11^o ao 14^o dia de cada período experimental, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. Os animais foram pesados no início e no final de cada período experimental, para estimar o as excreções de urina e nitrogênio uréico em percentagem do peso vivo.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina matéria seca potencialmente digestível (MSPD), matéria seca indigestível (MSi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
PIDN ³	17,2	16,1	15,8	18,7
PIDA ³	7,3	8,9	6,7	7,7
EE ²	2,4	2,5	2,1	2,0
Cinza ²	5,3	6,9	8,4	9,7
CT ²	75,4	74,4	73,3	72,1
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpd	21,3	21,9	22,3	22,9
CNF ²	31,6	29,4	31,1	32,5
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Hemicelulose ²	15,3	15,3	15,7	13,5
Celulose ²	24,0	24,4	21,9	21,8
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3
MSPD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
NDT ^{2,4}	64,3	62,7	63,0	62,8

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, os mesmos foram submetidos a períodos de observação visual durante dois dias, ao final de cada período experimental, sendo a primeira observação no 12^o dia de cada período experimental. Neste dia os animais foram observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

No dia seguinte, 13^o dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Nestes períodos foram observados o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo. Este procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimativa das variáveis comportamentais alimentação e ruminação (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 12^o e 13^o dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 13^o ao 14^o dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) obtidos seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$, onde:

FDNp = FDN – PIDN (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de EE < 1, na equação (EE - 1) = 0

Na estimação dos teores de MSi e FDNi das dietas, amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado) foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de dois novilhos mestiços recebendo dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi.

A coleta total de fezes foi efetuada do 11^o ao 14^o dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de uma tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada baia. As fezes foram pesadas pela manhã, e retirado aproximadamente 10% do total, o qual foi congelado em freezer a -10°C para posteriores análises.

No 14^o dia de cada período experimental, foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de uréia, nitrogênio, creatinina, alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina.

Ao final do quarto período experimental, os animais foram alocados em gaiolas de metabolismo para a coleta total de urina. Em cada animal, foi adaptada uma sacola de napa para evitar a contaminação da urina com fezes. Baldes plásticos cobertos com telas, contendo 20 mL de HCl (1:1) para evitar a volatilização de N e possível deterioração foram inseridos embaixo das gaiolas para aparar a urina, sendo a coleta realizada sempre no mesmo horário, pela manhã, durante quatro dias ininterruptos. O volume total de urina foi pesado e o volume medido em proveta graduada com capacidade de 1 litro, todos os dias, dos quais amostras de 10% do total foram acondicionadas em potes plásticos de 100 mL, devidamente identificados por animal, e armazenadas em freezer para posterior análise de creatinina.

A excreção diária de creatinina (mg/kg de PV) foi, portanto, obtida nos próprios animais do experimento, como: ECCT (mg/L) x VU (L) / PV (kg);

Em que: ECCT = excreção de creatinina (mg/L) na amostra de urina (coleta total); VU = o volume urinário médio obtido nos quatro dias de coleta de urina; PV = peso vivo do animal (kg).

O volume urinário utilizado para estimar a excreção diária de purinas totais (PT) das amostras de urina *spots* foi obtido, para cada animal, nos diferentes tratamentos, dividindo-se o a excreção de creatinina obtida no procedimento anterior da coleta total (mg/kg PV) pela concentração média de creatinina (mg/dL) na amostra *spot* de urina, multiplicando-se o resultado pelo respectivo PV do animal.

A coleta de sangue foi realizada na veia jugular, no 14º dia, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos (*VacutainerTM*) de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos e o plasma acondicionado em ependofs, foi mantido congelado (-20°C) até a realização das análises.

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e uréia na urina e plasma foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de uréia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva & Queiroz, 2002).

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado com: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Belenguer et al. (2002) para caprinos:

$$PA \text{ (mmol/dia)} = PT/0,76$$

Em que PA = purinas absorvidas (mmol/dia); PT = excreção de purinas totais (mmol/dia) e o valor de 0,76 corresponde à taxa de recuperação das purinas.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação:

$$NM \text{ (g/dia)} = PA/(0,92 \times 1,97)$$

Na qual Belenguer et al. (2002) assumiram que 0,92 é a digestibilidade verdadeira das bases purinas no duodeno e 1,97 (mmol de bases purinas/g nitrogênio) a razão entre as bases purinas e o conteúdo de nitrogênio na população microbiana extraída do rúmen de caprinos.

Nas análises estatísticas dos resultados, procedeu-se à decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

Em nenhum dos contrastes avaliados observou-se efeito ($P > 0,05$) das doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 4).

Muitos são os fatores que podem afetar a ingestão de alimentos em ruminantes, provocando efeito direto no comportamento ingestivo, dentre eles o teor de FDN e a forma física da dieta, o que, segundo Van Soest (1994), pode afetar o tempo de ruminação. A ausência de efeito significativo nas atividades de ruminação, entretanto, pode ser explicada pela proximidade na composição das dietas (Tabela 2), uma vez que o volumoso e o

concentrado foram os mesmos, diferenciando apenas pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes dos consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Consumo em 24 horas (kg)								
CMS ²	0,816	0,882	0,938	1,011	20,8	ns	ns	ns
CFDNcp	0,294	0,330	0,330	0,325	23,7	ns	ns	ns
Alimentação								
Min/dia	267,5	251,3	276,9	263,8	21,2	ns	ns	ns
Min/kg MS ³	345,8	295,1	304,1	265,5	22,6	ns	ns	ns
Min/kgFDNcp	978,2	797,2	866,8	831,7	24,0	ns	ns	ns
Ruminação								
Min/dia	521,9	546,9	566,3	564,4	12,3	ns	ns	ns
Min/kg MS	666,6	658,1	618,6	570,6	18,2	ns	ns	ns
Min/kgFDNcp	1875,5	1778,1	1768,4	1789,5	19,6	ns	ns	ns
Mastigação								
Nº/bolo	113,8	115,9	114,8	118,4	14,1	ns	ns	ns
Seg/bolo	62,1	67,7	66,7	68,1	14,9	ns	ns	ns
Nº/dia	58030	56820	59205	58683	16,9	ns	ns	ns
Min/dia	789,4	798,1	843,1	828,1	10,7	ns	ns	ns
Min/kg MS ⁴	1012,4	953,2	922,7	836,1	15,8	ns	ns	ns
Min/kgFDNcp	2853,7	2575,3	2635,3	2621,3	17,7	ns	ns	ns
Ócio								
Min/dia	650,6	641,9	596,9	611,9	13,9	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo (P>0,05). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

O efeito da FDN sobre as atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio foi observado por Carvalho et al. (2006a), os quais avaliaram diferentes níveis de FDN da forragem (20, 27, 34, 41 e 48%) em dietas para caprinos e relataram elevação dos tempos despendidos em alimentação, ruminação e mastigação total, e diminuição do ócio. Os autores explicaram o ocorrido pela diminuição na densidade energética das dietas,

ocasionada pela elevação do teor de FDN da forragem. No presente trabalho, conforme já comentado, não se observou efeito significativo ($P>0,05$) para os tempos de alimentação, em função das doses de CaO na cana-de-açúcar, estando a média verificada nesta atividade (264,9 min/dia) de acordo com os valores relatados por Carvalho et al. (2006a) para o tempo de alimentação nas dietas com 27 e 34% de FDN da forragem, correspondendo a 36,6 e 43% na dieta total, o que foi próximo dos valores de FDN observados neste estudo.

Os valores médios obtidos para as atividades de ruminação, em min/dia, foram superiores a todos os valores relatados pelos autores para os diferentes níveis de FDN da forragem na dieta de caprinos, o que pode estar relacionado com a característica fibrosa da cana-de-açúcar, a qual apresenta fibra de lenta taxa de digestão, já que os autores utilizaram feno de Tifton-85 como volumoso. A influência da qualidade do volumoso sobre a atividade de ruminação pode ser confirmada pelos teores de FDN na dieta total utilizada por Carvalho et al. (2006a), 49,4 e 55,9%, respectivamente, nos níveis mais elevados de FDN da forragem (41 e 48%), os quais foram superiores ao valor máximo de 41% de FDNcp, observado na dieta no presente estudo, e, mesmo assim, os autores encontram menores tempos de ruminação.

Diante do exposto, fica claro que, além dos teores de FDN, sua característica também pode influenciar significativamente as atividades comportamentais, principalmente as de ruminação. Assim, dietas com teores de FDN similares, mas compostas de alimentos diferentes, podem predispor os animais a situações adversas, com atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio diferentes. Van Soest (1994), no entanto, comentou que o tempo gasto em ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos alimentos, ou seja, dietas com teores de FDN muito divergentes normalmente predispoem os animais a tempos de ruminação significativamente diferentes.

Os valores observados nas atividades de ruminação foram elevados e estão de acordo com as afirmações de Ribeiro (2003), o qual comentou que caprinos podem gastar mais do que um terço de seu tempo ruminando. Além do teor de fibra, o comprimento da partícula da forragem, a quantidade de forragem consumida e o estresse térmico são alguns fatores que afetam o tempo de ruminação em caprinos (Ribeiro, 2003), os quais afetam secundariamente outros parâmetros do comportamento ingestivo como o tempo total em alimentação e ócio e as eficiências em alimentação e ruminação. À medida que os animais despendem mais tempo em ruminação, menores tempos são destinados à alimentação e ócio.

A ausência de efeito significativo nas atividades de alimentação, ruminação e mastigação também foi verificada por Miranda et al. (1999) ao utilizarem dietas contendo cana-de-açúcar associadas a duas fontes de nitrogênio e probióticos para novilhas. Assim como no presente estudo, os autores também observaram tempos de ruminação elevados, relacionando os resultados com o conteúdo fibroso da cana-de-açúcar. Embora sejam categorias animais distintas, fazendo-se uma análise da necessidade fisiológica dos mesmos em ruminar, verifica-se que o tempo médio em ruminação, de 580,2 min/dia, observado pelos autores, assemelha-se aos valores observados no presente estudo, 521,9; 546,9; 566,3 e 564,4 min/dia, respectivamente, nos tratamentos cana *in natura* e cana tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO.

Em estudo com caprinos, conduzido por Carvalho et al. (2004), os autores avaliaram dietas contendo silagem de milho e concentrados com substituição parcial por farelo de cacau e torta de dendê e, do mesmo modo, não observaram diferença nos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Devido às diferenças verificadas na ingestão de alimentos, os autores observaram alterações significativas na eficiência de ruminação, fato este não observado neste estudo (Tabela 5), sendo atribuído à ausência de efeito significativo ($P>0,05$) no consumo de MS.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das eficiências de alimentação e ruminação em ovinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Eficiência de alimentação								
g MS/hora	189,9	215,5	207,7	234,0	22,6	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	68,6	80,3	72,8	75,2	24,1	ns	ns	ns
Eficiência de ruminação								
Bolos (nº/dia)	525,1	497,0	528,1	502,8	23,9	ns	ns	ns
g MS/bolo ²	1,7	1,8	1,8	2,0	22,1	ns	ns	ns
g FDNcp/bolo	0,59	0,67	0,64	0,66	22,0	ns	ns	ns
g MS/hora	95,4	97,8	99,4	108,7	21,0	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	34,2	36,4	34,9	35,0	22,1	ns	ns	ns

¹/ (ns): não-significativo ($P>0,05$). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

A ausência de efeito significativo ($P>0,05$) observada para as atividades de mastigação, em n°/bolo, seg/bolo, n°/dia e min/dia, pode estar relacionada com a proximidade entre a composição química das dietas (Tabela 2), principalmente pela possível semelhança entre o tamanho de partículas dos alimentos, já que o processamento adotado foi o mesmo nas diferentes dietas experimentais. Essas pressuposições são suportadas pelos argumentos de Saenz (2005), o qual comentou que o tamanho de partícula dos alimentos exerce grande efeito sobre as atividades de ruminação e mastigação. McLeod & Minson (1988) comentaram, entretanto, que essas atividades de mastigação são mecanismos importantes no processo de redução do tamanho de partícula dos alimentos, respondendo por mais de 80% da quebra total de partículas.

A eficiência de alimentação não foi afetada significativamente ($P>0,05$) pelo uso do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 5).

A eficiência de alimentação e ruminação apresenta relação direta com os níveis de ingestão de nutrientes dos animais. Assim, a ausência de efeito significativo para os consumos de MS e FDN pode ter contribuído para a obtenção da falta de relação observada nas eficiências de alimentação e ruminação sobre as doses de CaO.

Avaliando o comportamento ingestivo em ovinos alimentados com dietas contendo capim-elefante amonizado ou não com 5% de uréia e concentrado com co-produtos vegetais, Carvalho et al. (2006b) também não observaram diferenças na eficiência em alimentação, relatando valores médios de 176,6 g MS/hora e 84,4 g FDN/hora, sendo próximos aos observados no presente estudo, 189,9; 215,5; 207,7 e 234,0 g MS/hora e 68,6; 80,3; 72,8 e 75,2 g FDNcp/hora, respectivamente, para os tratamentos cana *in natura* e cana com CaO nas doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO.

É bem conhecida a habilidade dos caprinos em prosperarem em condições adversas, em que outras espécies como os bovinos e ovinos não suportariam. De acordo Ribeiro (2003), a capacidade única dos caprinos de produzir carne e leite, em relação a outros ruminantes em áreas caracterizadas pelo seu baixo potencial, resulta de sua habilidade de utilizar uma ampla gama de espécies forrageiras e selecionar, entre elas, o material com a mais alta concentração de nutrientes. Isso explica o menor tempo de ruminação normalmente observado em caprinos sob mesma condição de alimentação de outras espécies como os bovinos e ovinos, pois, segundo Ribeiro (2003), a ruminação em caprinos em crescimento atinge um padrão similar aos dos animais adultos aos nove meses de idade. Neste estudo, os valores observados para os tempos de ruminação foram elevados e a eficiência de ruminação expressa em g de MS e FDNcp/hora não foram alteradas,

podendo ser explicada pela ausência de efeito do CaO sobre os tempos de alimentação e ruminação em 24 horas.

Os valores de eficiências de ruminação observados neste trabalho são inferiores aos valores relatados por Carvalho et al. (2004) para caprinos e Carvalho et al. (2008) para ovinos. Atribuem-se as baixas eficiências de ruminação verificadas neste estudo ao teor de fibra da cana-de-açúcar, a qual normalmente é de lenta digestibilidade.

Não se observou efeito para o contraste cana *in natura* vs. cana com CaO sobre as variáveis número de períodos de alimentação, ruminação e ócio ($P>0,05$). Entretanto, recorrendo-se aos demais contrastes, observou-se efeito linear aumento e redução linear, respectivamente, para o número de períodos de alimentação e o tempo médio gasto por período. Isso aconteceu porque existe uma relação direta entre ambos, o aumento de um dessas variáveis implica na redução da outra (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes do número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Número de períodos (nº/dia)								
Alimentação ²	17,0	17,4	20,5	23,1	26,3	ns	*	ns
Ruminação	24,0	25,4	22,6	25,6	14,9	ns	ns	ns
Ócio	35,6	36,6	35,5	37,3	12,3	ns	ns	ns
Tempo gasto por período (min)								
Alimentação ³	16,2	15,0	14,1	11,7	22,2	ns	*	ns
Ruminação ⁴	22,1	22,1	25,4	22,5	13,7	ns	ns	ns
Ócio	18,5	18,5	17,1	16,5	25,6	ns	ns	ns
Consumo médio por período de alimentação (kg)								
MS	0,048	0,053	0,049	0,046	18,6	ns	ns	ns
FDNcp ⁵	0,017	0,020	0,017	0,015	20,5	ns	*	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo ($P>0,05$) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 14,5833 + 3,83333X$ ($r^2 = 0,9975$). ^{3/} $\hat{Y} = 16,9778 - 2,19870X$ ($r^2 = 0,9339$); ^{4/} $\hat{Y} = 12,4013 + 17,0608X - 5,58024X^2$ ($R^2 = 1,0000$); ^{5/} $\hat{Y} = 0,0219463 - 0,00324031X$ ($r^2 = 0,9999$).

Os valores obtidos para o número de períodos de alimentação, ruminação e ócio observados neste trabalho são concordantes com os valores relatados por Carvalho et al. (2004) para caprinos. Acredita-se que o valor nutritivo das dietas e a maior ou menor dificuldade dos caprinos em reduzir as partículas dos alimentos são os principais fatores a exercer efeito sobre o número de períodos de alimentação. Neste estudo, os animais apresentaram períodos de refeição similares, o que pode ser explicado pelo volumoso utilizado (cana-de-açúcar) ter sido o mesmo em todos os tratamentos. Vale ressaltar que, nos tratamentos com CaO, a cana-de-açúcar foi tratada com este aditivo e armazenada por 24 horas antes do oferecimento aos animais, porém, não houve efeito pronunciado sobre a composição das mesmas, o que proporcionou dietas com valores de composição química semelhantes.

O consumo médio de FDNcp por período de alimentação apresentou efeito linear positivo com a utilização das doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6). Essa resposta ocorreu, provavelmente, em função dos valores observados para o tempo médio despendido por período de alimentação, a qual também foi afetada pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6).

As doses de CaO na cana-de-açúcar não influenciaram a excreção de creatinina, que foi em média 16,33 mg/kg de PV. Esse valor de excreção de creatinina, obtido na coleta total de urina, foi utilizado para estimar o volume urinário dos animais por intermédio da avaliação da concentração de creatinina nas amostras de urina *spot*. O volume urinário, por sua vez, foi utilizado no cálculo das excreções de N, uréia e derivados de purinas na urina, conforme será discutido posteriormente.

As ingestões médias diárias de nitrogênio (N), N excretado nas fezes e urina e balanço de N (N-retido) são apresentados na Tabela 7. Inspeccionando os contrastes testados, observou-se maior valor de N ingerido e excretado nas fezes nos tratamentos com cana-de-açúcar com CaO em relação ao tratamento cana *in natura*. Recorrendo-se aos demais contrastes, verificou-se acréscimo linear ($P < 0,05$) nos consumos de N e N digerido (g/dia) em função das doses de CaO na cana-de-açúcar.

Utilizaram-se como fontes protéicas nas dietas experimentais, neste estudo, a uréia, a qual foi adicionada à cana-de-açúcar na proporção de 1% (%MN) no momento do oferecimento das dietas, e o farelo de soja, que foi um dos ingredientes que compôs o concentrado. Assim, estima-se que os valores similares de retenção de N ocorreram em função da padronização dessas fontes protéicas nas diferentes dietas experimentais, já que

os pequenos aumentos ($P < 0,01$) observados nos consumos de N não foram suficientes em alterar o balanço de N.

A maior ingestão de N no grupo de tratamentos com cana tratada com CaO em relação à cana *in natura* refletiu sobre a excreção de N nas fezes, que foi maior ($P < 0,01$) na cana com CaO. Do mesmo modo, é possível que o consumo de N também tenha ocasionado elevação do N digerido (Tabela 7), sendo verificado valores de 17,3; 18,0 e 20,3 g/dia, respectivamente, para as doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO na cana-de-açúcar. Esses valores, entretanto, são superiores aos observados por Branco et al. (2003), os quais relataram 4,7; 5,6; 6,2; 7,1 e 7,6 g/dia, respectivamente, para as substituições de farelo de soja por farinha de pena de 0, 25, 50, 75 e 100% em dietas para ovinos. De forma semelhante ao presente trabalho, os autores também observaram incrementos nos consumos de N, os quais refletiram nos valores observados na excreção de N nas fezes.

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes da ingestão de nitrogênio (N-ING), excreção de nitrogênio nas fezes (N-fezes), nitrogênio digerido (N-DIG), excreção de nitrogênio na urina (N-urina) e nitrogênio retido (N-retido) em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
N-ING (g/dia) ²	23,0	23,6	25,1	27,8	11,2	*	**	ns
N-fezes (g/dia)	5,5	6,3	7,1	7,4	18,6	**	ns	ns
N-DIG (g/dia) ³	17,4	17,3	18,0	20,3	11,2	ns	**	ns
N-DIG (% do N-ING)	76,1	73,2	71,5	73,2	4,7	*	ns	ns
N-urina (g/dia)	12,0	12,0	11,8	13,3	15,5	ns	ns	ns
N-retido (g/dia)	5,5	5,3	6,2	7,0	32,3	ns	ns	ns
N-retido (% do ING)	23,3	21,8	23,9	25,1	26,2	ns	ns	ns
N-retido (% do DIG)	30,8	29,6	33,3	34,2	27,8	ns	ns	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo ($P > 0,05$) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 21,3902 + 2,74651X$ ($r^2 = 0,9731$). ^{3/} $\hat{Y} = 15,5627 + 1,99298X$ ($r^2 = 0,9067$).

As excreções urinárias de N não foram afetadas significativamente ($P > 0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar e também mostraram-se próximas aos valores relatados por Branco et al. (2003) para ovinos, os quais registraram valores de 16,3; 15,8; 14,7; 14,8

e 13,9 g/dia, respectivamente, para as substituições de farelo de soja por farinha de pena de 0, 25, 50, 75 e 100%.

O teor de N retido, em suas diferentes formas de expressar, não foi influenciado ($P>0,05$) pelas doses de CaO. Verificou-se retenção de N, em g/dia, de 5,5; 5,3; 6,2 e 7,0 g/dia, respectivamente, nos tratamentos cana *in natura* e cana tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO. Esses valores estão em concordância com os obtidos por Moraes (2007) para caprinos em crescimento, os quais relataram valores de 3,0; 4,7; 4,5 e 5,9 g/dia, respectivamente, para dietas contendo 18, 36, 46 e 72% de urucum (%MN) e valores de 6,1; 5,6; 6,6 e 5,7 g/dia, respectivamente, para dietas contendo 10, 15, 20 e 25% de farelo de castanha. É válido ressaltar que as dietas utilizadas no presente estudo apresentaram teores protéicos próximos aos relatados pelos autores e os animais também foram caprinos em crescimento, machos, com peso vivo semelhante ao obtido neste estudo.

Em estudo realizado por Mouro et al. (2007), os autores avaliaram a influência de duas fontes de carboidratos (casca de soja e milho grão) e dois níveis de volumoso nas dietas (40 e 70%) em dietas para ovinos e, assim como no presente trabalho, não observaram efeito das dietas sobre a retenção de N, relatando valor médio de 5,72 g/dia. Esse valor de retenção de N observado pelos autores é próximo da média de 6 g/dia verificada no presente trabalho. Evidencia-se, entretanto, que três das quatro dietas avaliadas pelos autores foram balanceadas utilizando uréia com uma das fontes de N, que foi uma das fontes também utilizadas no presente estudo.

As concentrações de N uréico na urina e no plasma e as excreções diárias de uréia e N uréico na urina não foram influenciadas ($P>0,05$) pela utilização do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 8), não sendo verificado presença de efeito significativo em nenhum dos contrastes testados.

A concentração plasmática de N uréico em ruminantes está diretamente relacionada com o consumo de proteína e tem sido usada em estudos para verificar o estado nutricional protéico dos animais (Barton et al., 1996; Butler et al., 1996; Butler, 1998; Ruas et al., 2000). Diante dos valores de concentrações plasmáticas de N uréico apresentados no presente estudo, 23,6; 24,7; 26,2 e 26,8 mg/dL, respectivamente, nas doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, observa-se que os teores protéicos nas dietas foram suficientes para atender a demanda de N dos animais. Estudos avaliando as concentrações de N em caprinos são escassos, porém, esses valores apresentados neste estudo estão de acordo com valores

observados na literatura para bovinos em crescimento (Magalhães et al., 2005) e em lactação (Oliveira et al., 2001; Pina et al., 2006).

A maior parte dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen, cerca de 50 a 70%, são degradados pelos microrganismos, liberando amônia. Durante a fermentação ruminal, sempre que a concentração de amônia excede o nível de utilização pelos microrganismos ruminais, a mesma é absorvida e, através da circulação entero-hepática, chega ao fígado, onde é transformada em uréia que, juntamente com a uréia produzida no fígado a partir do metabolismo de aminoácidos, constitui a maior parte da uréia plasmática. Parte desta uréia é reciclada, via saliva e parede ruminal, e volta para o rúmen, e a outra é excretada através da urina (Kozloski, 2002). Por intermédio da união dessas informações, é possível pressupor que, em decorrência das fontes protéicas e os teores protéicos das dietas terem sido os mesmos, nenhuma diferença foi encontrada para as concentrações de N uréico na urina e plasma e excreções de N uréico e uréia na urina, no presente estudo.

Tabela 8 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das concentrações de nitrogênio uréico (N-uréico) na urina e no plasma e excreções diárias de uréia e nitrogênio uréico na urina em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Concentrações (mg/dL)							
N-uréico na urina	595,4	644,4	624,5	609,7	16,0	ns	ns	ns
N-uréico no plasma	23,6	24,7	26,2	26,8	17,9	ns	ns	ns
	Excreções (g/dia)							
Uréia na urina	10,0	9,6	10,2	10,7	27,1	ns	ns	ns
N-uréico na urina	4,5	4,3	4,5	4,6	26,5	ns	ns	ns
	Excreções (mg/kg PV)							
Uréia na urina	401,9	383,2	406,8	436,7	26,3	ns	ns	ns
N-uréico na urina	179,5	171,1	181,7	187,2	25,8	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo (P>0,05). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

As excreções de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e purinas totais e as purinas microbianas absorvidas não foram influenciadas (P>0,05) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 9). Ressalta-se, entretanto, que

houve efeito para o contraste cana-de-açúcar *in natura* vs. cana-de-açúcar com CaO (C vs. CaO, Tabela 9) para a alantoína e o ácido úrico (% purinas totais), registrando-se maior valor de alantoína ($P < 0,05$) e menor de ácido úrico ($P < 0,01$) no grupo de tratamentos com cana-de-açúcar tratada com CaO. Denotou-se ausência de efeito significativo ($P > 0,05$) para os demais contrastes avaliados.

Tabela 9 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das excreções urinárias de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina e purinas totais, purinas absorvidas, porcentagem de alantoína e ácido úrico nas purinas totais, nitrogênio (N-microbiano) e proteína (PB-microbiana) microbiana e eficiência microbiana (g PB/kg NDT consumido) em caprinos alimentados com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
Excreções urinárias (mmol/dia)								
Alantoína	6,10	6,41	6,96	6,74	21,8	ns	ns	ns
Ácido úrico	0,70	0,53	0,59	0,51	35,1	ns	ns	ns
Xantina e hipoxantina	0,65	0,66	0,64	0,63	18,7	ns	ns	ns
Purinas totais	7,46	7,60	8,20	7,88	20,3	ns	ns	ns
Purinas microbianas (mmol/dia)								
Absorvidas	9,8	10,0	10,8	10,4	20,3	ns	ns	ns
Derivados de purinas (% das purinas totais)								
Alantoína ²	81,1	84,0	84,7	84,9	3,8	*	ns	ns
Ácido úrico ³	9,3	7,0	7,6	6,6	25,9	**	ns	ns
Xantina e hipoxantina	9,6	9,0	8,0	8,5	31,3	ns	ns	ns
Produção microbiana (g/dia)								
N-microbiano	5,4	5,5	6,0	5,7	20,3	ns	ns	ns
PB-microbiana	33,9	34,5	37,2	35,7	20,2	ns	ns	ns
Eficiência microbiana								
g PB/kg NDT	62,8	63,2	66,7	55,8	18,2	ns	ns	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo ($P > 0,05$) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Os valores de derivados de purinas (alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina), em % das purinas totais, observados neste estudo, estão em concordância com os valores observados por Fonseca et al. (2006), os quais avaliaram dietas contendo diferentes níveis

de proteína bruta (11,5; 13,5; 15,5 e 17,5%) para caprinos. Dentre outras variáveis que estão de acordo com os resultados observados pelos autores, pode-se citar a excreção de alantoína, a qual representou mais de 80% das purinas totais no presente estudo, sendo este resultado confirmado por Fonseca et al. (2006), que observaram valores de alantoína (% purinas totais) de 85,2 e 80,6%, respectivamente, em dietas contendo 11,5 e 13,5% de proteína para caprinos. Valores superiores têm sido comumente observados na literatura para bovinos, conforme se pode verificar nos experimentos de Oliveira et al. (2001), Mendonça et al. (2004) e Pina et al. (2006), em que a excreção de alantoína representou 87,8; 91,8 e 89,1%, respectivamente, do total de derivados de purinas excretadas. Isso se deve ao fato dos bovinos excretarem exclusivamente ácido úrico e alantoína, pois, segundo Chen & Gomes (1992), a grande atividade da enzima xantina oxidase no sangue e nos tecidos desses animais, converte xantina e hipoxantina a ácido úrico, antes da excreção. A maior parte desse ácido úrico, entretanto, é degradado ao produto principal de excreção, alantoína, pela ação da uricase (Leningher et al., 1995), como ocorre na maioria dos mamíferos.

Segundo Yu et al. (2002), dentre outros fatores, as excreções de alantoína, ácido úrico, xantina e hipoxantina podem ser afetadas pelas fontes de proteína dietética e energia, pelo peso vivo, pelos aditivos alimentares e pela espécie. Essa informação é condizente com os resultados observados neste trabalho, pois a ausência de efeito significativo pode estar relacionado com a similaridade entre as fontes alimentares e os animais (caprinos Sannen em crescimento) com pesos vivos semelhantes utilizados no experimento. Evidentemente que essas pressuposições estão amplamente relacionadas com falta de efeito do aditivo químico CaO utilizado no tratamento da cana-de-açúcar, o qual não exerceu efeito significativo sobre as excreções diárias de derivados de purinas.

A produção microbiana seguiu o mesmo comportamento observado nas excreções de alantoína e purinas totais, apresentando ausência de efeito significativo mediante as doses de CaO na cana-de-açúcar ($P > 0,05$), o que está de acordo com as observações de Puchala & Kulasek (1992) em ovinos e Fonseca et al. (2006) em caprinos. De acordo com esses autores, esse comportamento indica alta correlação entre excreção de derivados de purinas na urina e fluxo de compostos nitrogenados microbianos no duodeno.

As estimativas de síntese de compostos nitrogenados microbianos observadas neste estudo, de 5,42; 5,52; 5,95 e 5,72 g/dia, respectivamente, nas doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, foram inferiores aos valores relatados por Fonseca et al. (2006), que observaram

valores de 13,3 a 17,3 g NM/dia, e próximas aos obtidos por Soto-Navarro et al. (2003), que registraram fluxo de NM de 6,0 a 8,8 g NM/dia.

Os resultados de eficiência microbiana (em g PB/kg NDT) observados neste experimento não foram afetados significativamente ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar e situaram-se entre 55,8 a 66,7 g PB/kg NDT, estando em concordância com os resultados observados por Fonseca et al. (2006) para caprinos, que, ao estimarem a eficiência da síntese microbiana em caprinos por meio das técnicas das bases púricas no omaso e da excreção de derivados de purinas, a partir da coleta total de urina ou da coleta *spot*, registraram valores de 60,7; 64,1; 63,9 e 67,4 g PB/kg NDT, respectivamente, nos níveis de 11,5; 13,5; 15,5 e 17,5% de PB na dieta dos animais. Salienta-se, entretanto, que esses valores observados pelos autores foram obtidos a partir da coleta de urina *spot*, e os valores de purinas microbianas absorvidas utilizados para obter as eficiências foram estimados pela equação proposta por Belenguer et al. (2002), procedimento este também adotado no presente estudo. Os valores de eficiência de síntese microbiana apresentados neste estudo não apresentam relação alguma com o valor de 130 g PB/kg NDT preconizado pelo NRC (2001).

Conclusões

As atividades diárias de alimentação, ruminação e ócio de caprinos em crescimento não são influenciadas pela utilização de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.

O uso de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar em doses de até 2,25% não altera a eficiência de alimentação e ruminação em caprinos.

O nitrogênio retido, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina de caprinos não são influenciados pelo uso do óxido de cálcio na cana-de-açúcar.

A utilização de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em dietas para caprinos em crescimento, não altera a excreção de derivados de purinas e nem melhora a síntese de compostos nitrogenados e a eficiência microbiana.

Literatura Citada

- BARTON, B.A.; ROSARIO, H.A.; ANDRESON, G.M. et al. Effect of dietary crude protein, breed, parity, and health status on the fertility of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.12, p.2225-2236, 1996.
- BELINGUER, A.; YAÑEZ, D.; BALCELLS, J. et al. Urinary excretion of purine derivatives and prediction of rumen microbial outflow in goats. **Livestock Production Science**, v.77, n.3, p.127-135, 2002.
- BRANCO, A.T.; ZEOULA, L.M.; BUMBIERIS, V.H. Farinha de penas hidrolisada em dietas de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1454-1460, 2003.
- BUTLER, W.R. Symposium: optimizing protein nutrition for reproduction and lactation. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2533-2539, 1998.
- BUTLER, W.R.; CALAMAN, J.J.; BEAM, S.W. Plasma and milk urea nitrogen in relation to pregnancy rate in lactating dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.74, n.4, p.858-865, 1996.
- CARVALHO, G.G.P. de.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, G.G.P. de.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006a.
- CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006b.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.115-164, 2007.

- EVANGELISTA, A.R.; PEREIRA, R.S.; ABREU, J.G. et al. Forragens para ovinos. In: **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS**, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.193-239.
- FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimativa da produção microbiana em cabras alimentadas com diferentes teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1169-1177, 2006.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.
- McLEOD, M.N.; MINSON, D.J. Large particle breakdown by cattle eating ryegrass and alfalfa. **Journal of Animal Science**, v.66, n.4, p.992-999, 1988.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MORAES, S.A. **Subprodutos da agroindústria e indicadores externos de digestibilidade aparente em caprinos**. 2007. 46p. Tese (Doutorado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.

- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 120p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagem) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, ESALQ/USP, Piracicaba, 2003.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1552-1559, 2006.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: UEM, 2002. 162p.
- PUCHALA, R., KULASEK, G.W. Estimation of microbial protein flow from the rumen of sheep using microbial nucleic acid and excretion of purine derivatives. **Canadian Journal of Animal Science**, v.72, n.4, p.821-830, 1992.
- RIBEIRO JR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- RIBEIRO, S.D.A. Pastagens para caprinos. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.241-264.
- RUAS, J.R.M.; TORRES, C.A.A.; BORGES, L.E. et al. Efeito da suplementação protéica a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentração sanguínea de colesterol, glicose e uréia em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2043-2050, 2000.
- SAENZ, E.A.C. Modelagem da redução do tamanho de partículas na alimentação de ruminantes. **Ciência e Agrotecnologia**, v.29, n.4, p.886-893, 2005.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- SOTO-NAVARRO, S.A.; GOETTSCH A.L.; SAHLU, T. et al. Effects of ruminally degraded nitrogen source and level in a high concentrate diet on site of digestion in yearling Boer x Spanish wether goats. **Small Ruminant Research**, v.50, n.1, p.117-128, 2003.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

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

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

YU, P.; EGAN, A.R.; BOON-EK, L. et al. Purine derivative excretion and ruminal microbial yield in growing lambs fed raw and dry roasted legume seeds as protein supplements. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, n.1, p.33-48, 2002.

LENINGHER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de bioquímica**. 2.ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 839p.

CAPÍTULO 5

Avaliação de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos

RESUMO: Estudou-se o efeito de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos. O comportamento foi avaliado em oito ovinos da raça Santa Inês, machos, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4 e em oito caprinos da raça Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio de 22,6 kg, também distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. Os experimentos foram conduzidos simultaneamente e os animais mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros individuais, receberam dietas isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta e apresentando 70% de cana-de-açúcar corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado, sendo fornecidas à vontade. O experimento constou de quatro períodos experimentais de 14 dias, com as observações efetuadas durante 24 horas por dia, ao final de cada período, em intervalos de 5, 10, 15 e 20 minutos. O efeito dos intervalos entre observações sobre as variáveis comportamentais foi avaliado pelo teste de Dunnett, de forma independente aos efeitos fixos de tratamento (dietas) e quadrados latinos. Tanto para ovinos como para caprinos, verificaram-se menores ($P < 0,05$) valores para o número de períodos (n^o/dia), e maiores ($P < 0,05$) para o tempo despendido por período das atividades de alimentação, ruminação e ócio nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. O consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação também apresentou-se inferior ($P < 0,05$) nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos em relação ao de 5 minutos. A utilização dos intervalos de 10, 15 e 20 minutos na avaliação do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos não alteram o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio ($P > 0,05$), contudo, conduzem a estimativas superestimadas de tempo médio despendido por período de atividade e estimativas subestimadas de números de períodos de alimentação, ruminação e ócio. Recomenda-se a utilização do intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com ovinos e caprinos.

Palavras-chave: alimentação, mastigação, ruminação, ócio

Evaluation of intervals between observations in ingestive behavior estimative in sheep and goats

ABSTRACT: The effect of the intervals of observation in the estimative of sheep and goats ingestive behavior were studied. The behavior was evaluated in eight castrated male Santa Inês sheep breed, with 16.6 kg average body weight, distributed in two 4 x 4 Latin squares and in eight castrated male Saanen goats breed, with 22.6 kg average body weight, distributed in two 4 x 4 Latin squares. The animals were kept in individual barns of 1.2 m², with wood battened floor, provided with individual feeders and drinkers, received isonitrogenous diets, conted 14% crude protein and presenting 70% sugar cane corrected with 1% urea and 30% concentrate, offered *ad libitum*. The experiment consisted of four experimental periods of 14 days each, with the observations done during 24 hours per day, at the end of each period, in intervals of 5, 10, 15 and 20 minutes. The effect of intervals among observations on the behavior variables was evaluated by Dunnett test, in independent manner to fixed effects of treatment (diets) and Latin squares. As far as to sheep as to goats, lesser values ($P<0.05$) to number of periods (no/day) and greater values ($P<0.05$) to time expended for period of feeding, ruminating and idle activities in 10, 15 and 20 minutes were verified. The DM and NDFap average intake per feeding period also presented low ($P<0.05$) in 10, 15 and 20 minutes intervals compared to that of 5 minutes. The use of the scales of 10, 15 and 20 minutes in ingestive behavior evaluation of sheep and goats did not alter the time spent in feeding, rumination and idle ($P>0.05$), though, conduct to overestimated estimative of average time expended in each activity period and under estimated estimative of number of feeding, ruminating and idle periods. The use of the interval of 5 minutes is recommended among observations for studies of behavior ingestivo with sheep and goats.

Key words: feeding, chewing, rumination, idle

Introdução

A avaliação do comportamento ingestivo em estudos envolvendo a produção de pequenos ruminantes mediante o fornecimento de diferentes dietas, é crescente em todo o país (Carvalho et al., 2004, Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006; Carvalho et al., 2008). As estimativas de comportamento ingestivo têm sido relatadas como importantes ferramentas na avaliação de dietas, permitindo o ajuste do manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho (Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2006).

Em constatações realizadas por Hodgson (1990), o autor afirmou que os ruminantes adaptam-se às diversas condições de alimentação, manejo e ambiente, modificando seus parâmetros de comportamento ingestivo para alcançar e manter determinado nível de consumo, compatível com as exigências nutricionais. De um modo geral, animais ruminantes, confinados, despendem menos tempo consumindo alimentos ricos em energia, em detrimento a fontes com baixo teor de energia e alto em fibra. O tempo despendido em ruminação também é afetado nestas condições, sendo influenciado pelas condições de alimentação e natureza das dietas, sendo proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (Cardoso et al., 2006). Van Soest (1994) afirmou que quanto maior a participação de alimentos volumosos na dieta, maior será o tempo despendido em ruminação.

Para a avaliação do comportamento ingestivo em ruminantes confinados, é necessário que os animais sejam submetidos a períodos de observações de 24 horas. Para a obtenção dessas estimativas, podem ser usados dispositivos eletrônicos (filmadoras) para mensurar continuamente todas as atividades ou lançar mão de pequenos intervalos entre observações. Estudos recentes têm indicado que o intervalo entre observações de cinco minutos promove resultados verossímeis em comparação a intervalos superiores (Fischer et al., 2000; Silva et al., 2004; Carvalho et al., 2007a), pois quanto menor o intervalo, maior será possibilidade das estimativas apresentarem-se semelhantes à observação contínua (sem intervalos).

Em decorrência do grande trabalho experimental envolvido em estudos de avaliação de comportamento ingestivo, o qual demanda intensa mão-obra para tais avaliações quando não se dispõem de dispositivos eletrônicos, diversos estudos têm sido propostos para imputar praticidade ao sistema de avaliação por meio da indicação de intervalos entre observações que gerem estimativas confiáveis dos resultados.

Silva et al. (2006ab) ao avaliarem o comportamento ingestivo em bezerros holandeses na fase de aleitamento e pós-aleitamento em intervalos de cinco, dez, 15, 20, 25

e 30 minutos, constataram que para esta categoria animal nessas fases de vida, as estimativas do comportamento ingestivo podem ser obtidas adotando-se intervalos de até dez minutos. Por outro lado, em estudo com ovinos Santa Inês, Carvalho et al. (2007a) ao testarem esses mesmos intervalos indicaram que o intervalo de 30 minutos pode ser empregado para a avaliação das atividades de alimentação, ruminação e ócio, contudo, verificaram que o número e o tempo médio despendido por período de atividades foram afetados, indicando o intervalo de cinco minutos como ideal para estudos desta natureza.

Conforme se pôde observar, na literatura existem contradições quanto à precisão dos resultados obtidos em diferentes intervalos de tempos, em estudos de comportamento ingestivo.

O trabalho foi conduzido para avaliar o efeito de diferentes intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em ovinos e em caprinos confinados.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nos Setores de Ovinocultura e Caprinocultura da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. No experimento com ovinos foram utilizados oito carneiros da raça Santa Inês, castrados, com peso corporal médio inicial de 16,6 kg e três meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. No com caprinos, utilizaram-se oito cabritos da raça Saanen, castrados, com peso corporal médio inicial de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os experimentos ocorreram simultaneamente e todos os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia e alimentados com dietas contendo 70% cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado (Tabela 1). A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do fornecimento das dietas. Já a cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi triturada em desintegradora estacionária, pesada e acondicionada em baldes plásticos de 50 litros e tratada com as doses de CaO, sendo fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento.

Tanto a cana sem tratamento (0% de CaO) como a tratada (0,75; 1,5 e 2,25% de CaO), no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1,0% uréia na base da matéria natural. Como as exigências nutricionais dos animais apresentaram-se próximas (NRC 2006), optou-se pelo balanceamento de uma única dieta para as duas espécies

animais, sendo calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia. As dietas foram balanceadas para apresentarem aproximadamente 14% de proteína bruta e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água. A composição química das dietas experimentais pode ser observada na Tabela 2. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizado o monitoramento do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO utilizando refratômetro, o qual apresentou média de 20,3 °Brix.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% de uréia (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há a necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para que ocorra a hidratação CaO.

O experimento teve duração de 56 dias, constituído de quatro períodos experimentais de 14 dias cada.

As dietas foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00 horas, sendo ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais.

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, os mesmos foram submetidos a períodos de observação visual durante dois dias ao final de cada período experimental. A primeira observação ocorreu no 12^o dia de cada período experimental, sendo os animais observados durante 24 horas, em quatro diferentes intervalos entre observações (5, 10, 15 e 20 minutos) para a avaliação dos tempos de alimentação,

ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD), matéria seca indigestível (MSi) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
PIDN ³	17,2	16,1	15,8	18,7
PIDA ³	7,3	8,9	6,7	7,7
EE ²	2,4	2,5	2,1	2,0
Cinza ²	5,3	6,9	8,4	9,7
CT ²	75,4	74,4	73,3	72,1
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpd	21,3	21,9	22,3	22,9
CNF ²	31,6	29,4	31,1	32,5
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Hemicelulose ²	15,3	15,3	15,7	13,5
Celulose ²	24,0	24,4	21,9	21,8
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3
MSPD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
NDT ^{2,4}	64,3	62,7	63,0	62,8

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

No dia seguinte, 13^o dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Nestes períodos, foram observados o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo. Este procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por

quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimação das variáveis comportamentais alimentação e ruminação (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 12º e 13º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 13º ao 14º dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação obtido em casa intervalo (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão da quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) em cada intervalo entre observação pelo seu respectivo número de períodos discretos.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm), sendo os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em

detergente ácido (PIDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) obtidos segundo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) das dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$, onde:

FDNp = FDN – PIDN (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Na estimação dos teores de MSi e FDNi das dietas, amostras dos alimentos fornecidos (cana e concentrado) foram incubadas por 240 horas (Casali et al., 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de dois novilhos mestiços recebendo dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma

hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi.

As variáveis comportamentais foram analisadas de forma independente dos efeitos de doses de CaO adicionadas a cana-de-açúcar. Neste estudo, consideraram-se como tratamentos os intervalos entre observações (5, 10, 15 e 20 minutos), dentre os quais o de 5 minutos foi tomado como referência (Controle). Procedeu-se a análise de variância e a aplicação do teste de Dunnett, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade. As variáveis comportamentais obtidas nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos foram comparadas com as obtidas no intervalo de 5 minutos, com auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*).

Resultados e Discussão

Na Tabela 3 estão apresentados os consumos de MS e FDNcp em 24 horas e o número e tempo (segundos) médio de mastigações por bolo ruminado obtidos para ovinos e caprinos, utilizados na estimativa de algumas variáveis comportamentais que serão descritas posteriormente.

Tabela 3 - Parâmetros nutricionais e comportamentais médios utilizados na estimativa de variáveis do comportamento ingestivo em ovinos e caprinos (Tabelas 4, 5, 6 e 7) em função dos intervalos entre observações

Item	Animal	
	Ovino	Caprino
Consumo de MS em 24 horas (kg)	0,730	0,912
Consumo de FDNcp em 24 horas (kg)	0,253	0,320
Nº de mastigações/bolo	82,6	115,7
Tempo de mastigação/bolo (seg)	48,55	66,15

Verificam-se, nas Tabelas 4 e 5, as médias das atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio, de acordo com os intervalos entre observações avaliados (5, 10, 15 e 20 minutos), obtidas em ovinos e caprinos, respectivamente. Tais atividades não foram significativamente diferentes ($P>0,05$) entre os intervalos estudados, convergindo à possibilidade de utilização de intervalos maiores que cinco minutos para serem utilizados na observação de ovinos e caprinos em estudos de comportamento ingestivo.

Na mensuração das atividades de alimentação, ruminação e ócio utilizando intervalos entre observações fixos, como na maioria dos trabalhos (Cardoso et al., 2006; Carvalho et al., 2008), assume-se que cada avaliação seja representativa da atividade exercida pelo animal desde o momento anterior, sendo, portanto, necessária à delimitação de um intervalo de tempo seguro, para minimizar o risco e erros. A preocupação com o intervalo de tempo entre observações é um fato antigo, pois, em estudo com bovinos, Gary et al. (1970) constataram que o tempo de pastejo pode ser obtido a partir de observações contínuas e a intervalos de 1, 15, 30 e 45 minutos, sem, no entanto, comprometer os resultados.

Tabela 4 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em ovinos Santa Inês

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Alimentação					
Min/dia	318,0	319,0	319,0	324,0	15,6
Min/kg MS	449,4	449,7	448,2	456,8	21,4
Min/kg FDNcp	1329,8	1329,3	1325,3	1349,6	28,6
Ruminação					
Min/dia	608,0	608,0	606,0	613,0	12,0
Min/kg MS	866,9	865,7	864,2	874,8	23,9
Min/kg FDNcp	2554,2	2548,1	2545,7	2573,8	28,6
Mastigação					
Nº/dia	62000,6	61932,5	61837,5	62436,0	11,3
Min/dia	924,0	924,0	924,0	936,0	8,0
Min/kg MS	1316,3	1315,4	1312,4	1331,6	20,1
Min/kg FDNcp	3883,9	3877,4	3871,6	3923,4	26,2
Ócio					
Min/dia	514,0	513,0	515,0	503,0	14,6

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Carvalho et al. (2007a), do mesmo modo, avaliaram o efeito de diferentes intervalos entre observações (5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos) na avaliação do comportamento ingestivo em ovinos Santa Inês e não observaram efeito dos intervalos sobre as atividades de alimentação, ruminação e ócio, concluindo que as mesmas podem ser obtidas em intervalos de até 30 minutos. Em estudo conduzido por Carvalho et al.

(2007b), os autores também avaliaram o efeito de intervalos entre observações (5, 10, 15 e 20 minutos) nas estimativas dos parâmetros do comportamento ingestivo em caprinos Saanen e não observaram diferença entre os intervalos testados, recomendando o de 20 minutos para avaliar as atividades de alimentação, ruminação e ócio.

Os resultados verificados neste estudo (Tabelas 4 e 5) também estão em concordância com outros observados na literatura, os quais também avaliaram diferentes intervalos entre observações (5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos) em estudo com novilhas leiteiras em pastejo (Silva et al., 2004) e confinamento (Silva et al., 2005) e indicaram o intervalo de até 30 minutos para a avaliação das atividades de alimentação, ruminação e ócio.

Tabela 5 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em caprinos Saanen

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Alimentação					
Min/dia	265,0	268,0	255,0	263,0	20,9
Min/kg MS	302,6	306,7	291,0	301,1	29,2
Min/kg FDNcp	868,5	881,1	834,5	860,7	29,7
Ruminação					
Min/dia	550,0	554,0	546,0	561,0	12,6
Min/kg MS	628,5	632,6	625,7	640,8	22,2
Min/kg FDNcp	1802,9	1813,9	1793,2	1841,0	23,1
Mastigação					
Nº/dia	58184,7	58790,1	57816,0	59303,3	16,4
Min/dia	816,0	822,0	798,0	822,0	11,1
Min/kg MS	931,1	939,2	916,7	941,9	21,9
Min/kg FDNcp	2671,4	2695,0	2627,8	2701,8	22,7
Ócio					
Min/dia	625,0	618,0	639,0	616,0	14,5

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Sabidamente, a adoção de um intervalo inadequado ao sistema de avaliação do comportamento ingestivo pode comprometer o experimento, gerando resultados sofismáticos. Dessa forma, a acurácia de um determinado intervalo entre observações, depende, primariamente, de avaliações prévias para diagnosticar os limites de utilização de

determinado intervalo. Consta-se, entretanto, que, em alguns trabalhos apresentados na literatura, a escolha do intervalo foi realizada de forma totalmente aleatória e arbitrária, sem embasamento e conhecimento prévio das implicações que o mesmo poderia causar sobre os resultados.

No presente estudo, tanto em ovinos como em caprinos, os intervalos entre observações estudados também não influenciaram ($P>0,05$) a eficiência de alimentação e ruminação (Tabela 6 e 7). Esse comportamento pode ser explicado pela ausência de efeito observado nas atividades de alimentação e ruminação, uma vez que estas são utilizadas para estimar as eficiências.

Tabela 6 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as eficiências em alimentação e ruminação, número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em função dos diferentes intervalos entre observações em ovinos Santa Inês

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Eficiência em alimentação					
g MS/hora	139,0	138,1	140,7	136,4	19,7
g FDNcp/hora	48,1	47,8	48,7	47,2	23,7
Eficiência em ruminação					
Bolos (n ^o /dia)	759,2	758,3	755,5	764,4	14,3
g MS/bolo	0,98	0,99	0,99	0,99	27,6
g FDNcp/bolo	0,34	0,34	0,34	0,34	32,9
g MS/hora	72,8	72,9	73,4	72,9	23,7
g FDNcp/hora	25,1	25,1	25,3	25,1	25,6
Número de períodos (n ^o /dia)					
Alimentação	17,5	13,7*	11,1*	9,5*	25,3
Ruminação	22,4	17,2*	14,7*	12,6*	18,0
Ócio	31,0	22,1*	17,0*	14,2*	18,2
Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	19,3	24,3*	29,8*	34,9*	24,1
Ruminação	28,4	36,8*	42,2*	49,9*	24,3
Ócio	17,2	23,8*	30,6*	36,0*	19,3
Consumo médio por período de alimentação (kg)					
MS	0,044	0,056	0,070*	0,080*	33,7
FDNcp	0,015	0,019	0,024*	0,028*	37,4

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

O comportamento semelhante entre essas duas espécies ruminantes frente aos intervalos avaliados pode ser suportado pelas afirmações de Carvalho et al. (2007a), os quais comentaram que, embora os pequenos ruminantes apresentem hábitos peculiares da espécie, eles expressam suas atividades em ritmos similares sob uma mesma condição experimental.

Tabela 7 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as eficiências em alimentação e ruminação, número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em função dos diferentes intervalos entre observações em caprinos Saanen

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Eficiência em alimentação					
g MS/hora	211,7	211,9	220,5	219,7	27,9
g FDNcp/hora	74,2	74,3	77,2	76,7	28,8
Eficiência em ruminação					
Bolos (nº/dia)	513,2	518,3	510,3	523,3	23,0
g MS/bolo	1,84	1,82	1,86	1,80	26,9
g FDNcp/bolo	0,64	0,64	0,65	0,63	27,5
g MS/hora	100,3	99,3	101,4	98,4	23,8
g FDNcp/hora	35,1	34,8	35,5	34,5	25,3
Número de períodos (nº/dia)					
Alimentação	19,5	13,4*	10,2*	8,3*	27,9
Ruminação	24,4	18,4*	14,8*	12,7*	16,2
Ócio	36,3	25,1*	19,5*	15,9*	13,6
Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	14,3	20,3*	26,3*	32,4*	24,9
Ruminação	23,0	30,7*	37,6*	45,2*	18,9
Ócio	17,7	25,1*	33,3*	39,6*	23,5
Consumo médio por período de alimentação (kg)					
MS	0,049	0,070*	0,093*	0,115*	27,4
FDNcp	0,017	0,024*	0,032*	0,040*	28,2

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Os intervalos entre observações avaliados provocaram efeito significativo ($P < 0,05$) sobre o número de períodos, o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio e o consumo médio por período de alimentação. O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram menores ($P < 0,05$) nos intervalos de 10, 15 e 20

minutos em comparação ao intervalo de 5 minutos, acarretando maiores ($P < 0,05$) médias para o tempo despendido por período de atividade nesses mesmos intervalos em relação ao de 5 minutos, considerado como intervalo controle nestes experimentos.

Tais respostas indicam que a utilização de intervalos superiores ao de 5 minutos provocaria subestimativas do número de períodos e superestimativas do tempo médio despendido por período de atividades, tanto na experimentação com ovinos como com caprinos em crescimento. A perda de observação verificada com a utilização de intervalos de 10, 15 e 20 minutos foi o principal fator que comprometeu os resultados, gerando números de períodos imprecisos. Diante dessas constatações, fica claro que o intervalo de 5 minutos entre observações é mais acurado do que intervalos de 10, 15 e 20 minutos, na obtenção de estimativas comportamentais.

Diante do exposto, estudos futuros que objetivarem obter as estimativas do número de períodos de atividades de alimentação, ruminação e ócio e, conseqüentemente, o tempo médio despendido por período dessas atividades, necessitarão utilizar intervalo de no mínimo 5 minutos entre observações para obter estimativas verossímeis. Essas informações obtidas no presente estudo podem ser suportadas pelos achados de Fischer et al. (2000), os quais avaliaram os intervalos de 5, 7 e 10 minutos em ovinos e, do mesmo modo, indicaram o intervalo de 5 como mais adequado ao sistema de avaliação de comportamento ingestivo. A inadequação de intervalos superiores ao de 5 minutos, por ocasião da perda de observações, também foi relatada pelos autores, e apontada como o principal motivo da variação obtida para as estimativas.

Os resultados apresentados neste trabalho (Tabelas 6 e 7), tanto para ovinos como caprinos, corroboram os observados por Carvalho et al. (2007a) que avaliaram o efeito de diferentes intervalos entre observações (5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos) sobre o comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês, que do mesmo modo, recomendaram o intervalo de 5 minutos para discretizar as séries temporais, ou seja, o número e tempo médio por período de alimentação, ruminação e ócio.

A variação significativa ($P < 0,05$) observada no número de períodos de alimentação, verificada no presente estudo, refletiu sobre as estimativas de consumo médio por período de alimentação, o qual apresentou efeito significativo ($P < 0,05$), com médias obtidas nos intervalos de 15 e 20 minutos diferentes da média observada no intervalo de 5 minutos, tanto no consumo de MS como no de FDNcp, no experimento com ovinos. Embora o intervalo de 10 minutos tenha gerado médias semelhantes ($P > 0,05$) ao intervalo de 5

minutos, é inseguro afirmar que este intervalo possa ser utilizado, em decorrência dos efeitos observados no número e tempo médio por período de alimentação (Tabela 5).

Por outro lado, o consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, no estudo com caprinos, indicou o intervalo de 5 minutos como mais adequado, uma vez que maiores ($P < 0,05$) valores foram encontrados nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos em relação ao de 5 minutos.

Ao avaliarem o efeito de intervalos entre observações de até 30 minutos, em estudo com bezerros holandeses em aleitamento (Silva et al., 2006a) e pós-desmamados (Silva et al., 2006b), os autores recomendaram o intervalo de 10 minutos para a obtenção das estimativas comportamentais. De acordo com os resultados apresentados pelos autores, esse intervalo promoveu estimativas estatisticamente semelhantes à do intervalo de 5 minutos. Resultados diferentes foram verificados neste estudo, que indicou o intervalo de 5 minutos. Observa-se, na literatura, que outros trabalhos, como o de Silva et al. (2004) com novilhas, e Fischer et al. (2000) e Carvalho et al. (2007) com ovinos, também indicaram o intervalo de 5 minutos, realçando, portanto, a necessidade de uma avaliação prévia na escolha do intervalo ideal, antes de sua aplicação no campo.

Conclusões

A utilização dos intervalos de 10, 15 e 20 minutos na avaliação do comportamento ingestivo não altera o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio em ovinos e caprinos, contudo, conduzem a superestimativas do tempo médio despendido por período de atividade e a estimativas subestimadas de números de períodos de alimentação, ruminação e ócio.

Recomenda-se o intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com ovinos e caprinos, por este período apresentar estimativas comportamentais acuradas.

Literatura Citada

- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1105-1112, 2007a.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, H.G.O. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de cabra lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.103-110, 2007b.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G. et al. aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1811-1820, 2000.
- GARY, L.A.; SHERRITT, G.W.; HALE, E.B. Behavior of charolais cattle on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.30, n.2, p.303-306, 1970.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.
- HODGSON, J. **Grazing management: science into practice**. Inglaterra: Longman Handbooks in Agriculture, 1990. 203p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- SAS-STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P. de. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês suplementadas em pastejo de *Brachiaria decumbens*. Aspectos metodológicos. **Revista Electrónica de Veterinaria**, v.5, n.10, p.1-7, 2004.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas 3/4 holandês x zebu alimentadas com silagem de capim-elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca: aspectos metodológicos. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.173-177, 2005.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.211, p.293-296, 2006a.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Metodologia para estudo do comportamento de bezerros confinados na fase de pós-aleitamento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.14, n.4, p.135-138, 2006b.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

CAPÍTULO 6

Vício de tempo longo de indicadores internos em ensaio de digestão com ovinos e caprinos

RESUMO: Dois ensaios de digestão, um com ovinos e outro com caprinos, foram conduzidos para avaliar o vício de “tempo longo” (VTL) dos indicadores internos matéria seca indigestível (MSi) e fibra em detergente neutro (FDNi) e ácido (FDAi) indigestíveis. O estudo envolveu oito ovinos Santa Inês, machos, castrados, com peso corporal médio de 16,6 kg, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4 e oito caprinos Saanen, machos, castrados, com peso corporal médio de 22,6 kg, também distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. Os experimentos ocorreram simultaneamente e os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros individuais. As dietas fornecidas foram isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta e apresentaram 70% de cana-de-açúcar (com 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, em percentagem da matéria natural) corrigida com 1% de uréia e 30% de concentrado, sendo oferecidas a vontade. O experimento constou de quatro períodos experimentais de 14 dias, sendo os alimentos fornecidos, sobras e fezes amostradas nos quatro dias finais de cada período. A concentração dos indicadores foi estimada em amostras de alimentos, sobras e fezes, por procedimento de incubação ruminal *in situ*, durante 240 horas. A relação entre consumo e excreção dos indicadores foi realizada pelo ajustamento de modelo de regressão linear simples, de forma independente dos efeitos fixos de tratamentos e quadrados latinos. Tanto em ovinos como em caprinos, verificou-se recuperação completa dos indicadores MSi e FDNi (P>0,05), indicando ausência de VTL para estes indicadores. Já para a FDAi, a recuperação não foi completa, verificando-se VTL de -9,12% (P<0,05) na avaliação com ovinos e -3,02% (P<0,05) na avaliação realizada com caprinos.

Palavras-chave: consumo, concentração de indicadores, excreção fecal, incubação ruminal

Internal markers long time vice in digestion trial with sheep and goats

ABSTRACT: Two digestion trials, one with sheep and other with goats, were conducted to evaluate the “long time” vice (LTV) of the internal markers indigestible dry matter (iDM) and indigestible neutral (iNDF) and acid detergent fiber (iADF). The study involved eight castrated male Santa Inês sheep, with 16.6 kg average body weight, distributed in two 4 x 4 Latin squares and eight castrated male Saanen goats, with 22.6 kg average body weight, also distributed in two 4 x 4 Latin squares. The experiments were carried out simultaneously and the animals were kept in individual barns of 1.2 m², with wood battened floor, provided with individual feeders and drinkers. The diets offered were isonitrogenous, contain 14% crude protein and presenting 70% sugar cane (with 0; 0.75; 1.5 and 2.25% CaO, in natural matter percentage) corrected with 1% urea and 30% concentrate, offered *ad libitum*. The experiment consisted of four experimental periods of 14 days each, with feed offered, scraps and feces sampled at the last four days of each period. The markers' concentration was estimated in feed, scraps and feces samples by *in situ* ruminal incubation procedure, during 240 hours. The ratio between intake and excretion of markers was realized by adjustment of simple linear regression model, in independent way from fixed effects of treatments and Latin squares. Both in sheep and goats, complete recovery of iDM and iNDF markers was verified (P>0.05), indicating absence of LTV for these markers. For iADF, the recovery was not complete, verifying LTV of -9.12% (P<0.05) in sheep evaluation and -3.02% (P<0.05) in the evaluation realized with goats.

Key words: intake, markers' concentration, fecal excretion, rumen incubation

Introdução

A obtenção de estimativas de digestibilidade é essencial para se conhecer o valor energético dos alimentos, notadamente via nutrientes digestíveis totais, o qual permite o balanceamento adequado de dietas para propiciar o atendimento das demandas para manutenção e produção dos animais (Detmann et al., 2007a; Detmann et al., 2008).

Na realização desses estudos, as estimativas de digestibilidade são obtidas a partir da excreção de matéria seca fecal, que na maioria das vezes é realizada via coleta total em contínuos períodos de 24 horas. A busca por estimativas acuradas de recuperação fecal de matéria seca por intermédio de indicadores internos tem sido objeto de estudo em pesquisas (Freitas et al., 2002; Oliveira Júnior et al., 2004; Barros et al., 2007). A possibilidade de uso desta técnica viabiliza os ensaios de digestão, imputando praticidade ao sistema de coleta na obtenção das estimativas (Silva & Leão, 1979), além de minimizar a interferência sobre o comportamento animal em comparação a procedimentos de quantificação total de fezes (Detmann et al., 2004).

De acordo com Saliba et al. (2008), indicador é o termo utilizado para denominar material usado na estimativa qualitativa ou quantitativa de fenômenos fisiológicos ou nutricionais. Nesse contexto, Detmann et al. (2007b) comentaram que os indicadores internos apresentam naturalmente algumas das principais características dos indicadores ideais, destacando-se a ausência de influência negativa sobre os sistemas digestivos animal e microbiano, uma vez que esses são constituintes naturais dos alimentos, sendo a recuperação de frações indigestíveis do alimento a base para a aplicação da técnica.

Os indicadores internos comumente usados em ensaios de digestão para a obtenção das estimativas de recuperação de matéria seca fecal e posteriormente das digestibilidades, são a matéria seca indigestível (MSi), a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e a fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) (Penning & Johnson, 1983; Van Soest, 1994; Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007b).

De acordo com Owens & Hanson (1992), um indicador é uma referência, um composto usado como monitor químico (hidrólise e síntese) e físico (fluxo) de aspectos da digestão e/ou de metabólitos. Dessa forma, a verificação das características ideais sobre indicadores internos deve-se centrar sobre questões relacionadas à recuperação desses após a submissão aos eventos do trato gastrintestinal, podendo a acurácia de tal procedimento ser realizada por meio da avaliação do vício de tempo longo (VTL) (Detmann et al., 2007b). O VTL foi definido por Langlands et al. (1963) citado por Detmann et al. (2007b)

como a capacidade do indicador em ser excretado em quantidade similar à consumida, constituindo característica inerente ao próprio indicador.

Desse modo, a avaliação de determinado indicador interno sob a ótica de que o que foi excretado é igual à quantidade consumida, apresentando, portanto, VTL nulo, indicará a possibilidade de uso do indicador na obtenção de estimativas confiáveis em ensaios de digestão. Contudo, nos casos em que um indicador apresente VTL significativo, com excreção do indicador diferente da quantidade consumida, sua aplicação tornar-se-á comprometedor em estudos de digestão, uma vez que não apresentará a característica de recuperação fecal total, demandada para um indicador ideal (Owens & Hanson, 1992; Detmann et al., 2007b).

Diante do exposto, fica claro, portanto, que a escolha e aplicação segura de determinado indicador interno em ensaios de digestão, está na dependência da constante observação da ausência de vício de recuperação, denotado VTL, constituindo-se numa característica primária na definição do indicador a ser adotado (Detmann et al., 2007b).

Dois ensaios de digestão, um com ovinos e outro com caprinos, foram conduzidos para avaliar o vício de tempo longo dos indicadores internos, matéria seca indigestível, fibra em detergente neutro indigestível e fibra em detergente ácido indigestível.

Material e Métodos

Os experimentos foram conduzidos nos Setores de Ovinocultura e Caprinocultura e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. No experimento com ovinos foram utilizados oito carneiros da raça Santa Inês, castrados, com peso corporal médio inicial de 16,6 kg e três meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4. No com caprinos, utilizaram-se oito cabritos da raça Saanen, castrados, com peso corporal médio inicial de 22,6 kg e quatro meses de idade, distribuídos em dois quadrados latinos 4 x 4.

Os experimentos ocorreram simultaneamente e tiveram duração de 56 dias, constituídos de quatro períodos experimentais de 14 dias cada e quatro diferentes dietas, apresentando 70% de cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 30% de concentrado (Tabela 1).

Os animais foram mantidos em baias individuais de 1,2 m², com piso ripado de madeira, providas de comedouros e bebedouros, dispostos frontalmente em cada baia.

A cana tratada com as doses de CaO foi fornecida após 24 horas de tratamento, sendo as dietas fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00, sendo

ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais.

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	70,0
Fubá de milho	55,7	16,8
Farelo de soja	36,2	10,9
Fosfato bicálcico	2,3	0,7
Mistura mineral ²	5,8	1,6

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia (%MN). ²/ Quantidade por kg do produto: Ca - 120 g, P - 60 g, S - 12 g, Mg - 6 g, Na - 111 g, Z - 6000 mg, Cu - 100 mg, Fe - 1000 mg, Co - 200 mg, Ni - 42 mg, Mn - 1400 mg..

Tanto a cana sem tratamento (0% de CaO) como a tratada (0,75; 1,5 e 2,25% de CaO), no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1,0% uréia na base da matéria natural. Como as exigências nutricionais dos animais apresentaram-se próximas (NRC 2006), optou-se pelo balanceamento de uma única dieta para as duas espécies animais, sendo calculadas para conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,2 kg/dia (Tabela 2). As dietas foram balanceadas para conterem aproximadamente 14% de proteína bruta e a aplicação de uréia à cana-de-açúcar foi realizada mediante a diluição da mesma em água, sendo a quantidade de água diariamente calculada, obedecendo a proporção de 1 kg de uréia para 4 litros de água. Durante todo o experimento, antes do fornecimento das dietas, foi realizado o monitoramento do teor de açúcares solúveis (°Brix) da cana-de-açúcar *in natura* e com as doses de CaO utilizando refratômetro, o qual apresentou média de 20,3 °Brix.

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água.

Para efeito de quantificação e avaliação do consumo voluntário foram considerados os alimentos fornecidos entre o 10º e 13º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 11º ao 14º dia.

A coleta total de fezes dos animais foi realizada do 11º ao 14º dia de cada período experimental. A coleta efetuada em cada período, por animal, foi realizada com o auxílio de uma tela de polietileno, instalada na parte inferior de cada baia. As fezes foram pesadas

pela manhã, e retirados aproximadamente 10% do total, os quais foram congelados em freezer a -10°C para posteriores análises.

Amostras dos volumosos, concentrado, sobras e fezes de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada (60°C) e processadas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm).

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria seca potencialmente digestível (MSpD), matéria seca indigestível (MSi), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) e lignina das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,8	46,1	46,9	47,8
MSpD ²	78,8	78,2	81,2	84,3
MSi ²	25,4	26,5	22,8	19,6
MO ²	94,7	93,1	91,6	90,3
PB ²	14,8	14,8	14,7	14,9
FDN ²	43,7	45,0	42,2	39,6
FDNcp ²	39,5	41,0	37,8	35,1
FDNi ²	22,4	23,1	19,9	16,8
FDNpd ²	21,3	21,9	22,3	22,9
CNFcp ²	35,8	33,4	35,5	37,0
FDA ²	28,4	29,7	26,5	26,2
FDAi ²	18,1	17,8	17,4	12,9
Lignina ²	5,4	5,3	4,6	4,3

^{1/} Cana-de-açúcar adicionada de 1% de uréia e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ^{2/} Valores em percentagem da MS.

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) das dietas foram obtidos seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006), enquanto os carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$\text{CNFcp} = (100 - \% \text{FDNcp} - \% \text{PB} - \% \text{EE} - \% \text{cinzas}).$$

Na estimativa dos teores de MS indigestível (MSi), FDN indigestível (FDNi) e FDA indigestível (FDAi), amostras de aproximadamente 1 g dos alimentos fornecidos (cana e concentrado), sobras e fezes foram incubados por 240 horas, em duplicata (20 mg MS/cm²), em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) previamente pesados, no rúmen de dois novilhos mestiços alimentados com dieta mista. Após este período, os sacos foram retirados, lavados em água corrente, e o material remanescente da incubação foi levado à estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas. Após esta etapa, foram retirados da estufa, acondicionados em dessecador e pesados, sendo o resíduo obtido considerado como MSi. Prosseguindo, os sacos foram, então, acondicionados em potes plásticos, adicionados 50 mL de detergente neutro por saco, e submetidos à fervura em detergente neutro por uma hora, sendo em seguida lavados com água quente e acetona, secos e pesados conforme o procedimento anterior, sendo o novo resíduo considerado como FDNi. Em seguida, novamente o procedimento foi conduzido, empregando-se, entretanto, detergente ácido, sendo obtido o resíduo a FDAi. As concentrações médias dos indicadores em amostras de alimentos, sobras e fezes são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Concentrações médias (g/kg de matéria seca) dos indicadores internos matéria seca indigestível (MSi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), em alimentos, sobras e fezes

Item	MSi	FDNi	FDAi
Cana de açúcar	317,2	285,9	232,6
Concentrado	45,3	17,7	9,7
		Ovinos	
Sobras	400,3	366,6	309,7
Fezes	602,3	512,0	387,0
		Caprinos	
Sobras	390,4	354,8	297,5
Fezes	592,8	499,8	400,9

Os procedimentos de comparação entre as quantidades ingeridas e excretadas de cada indicador foram realizados de forma independente dos efeitos fixos de tratamento e quadrado latino, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples das estimativas de excreção sobre as de consumo, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão sob as seguintes hipóteses:

$$H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

$$H_0 : \beta_1 = 1$$

$$H_a : \beta_1 \neq 1$$

Sob o caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, concluiu-se pela similaridade entre consumo e excreção, ou seja, ausência de vício de recuperação ou vício de “tempo longo”. Em situação contrária, observando-se a rejeição das hipóteses de nulidade, o vício de “tempo longo” foi estimado segundo a equação de Detmann et al. (2005), como:

$$VTL(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

em que: $\hat{\beta}$ = coeficiente de inclinação linear para a relação entre consumo e excreção de FDA_i, assumindo-se intercepto nulo.

Resultados e Discussão

As estimativas médias de consumo e excreção dos indicadores, o coeficiente de variação e os parâmetros do estudo da regressão encontram-se na Tabela 4. Tanto no ensaio de digestão com ovinos como no de caprinos, verificou-se não-rejeição ($P > 0,05$) de ambas as hipóteses de nulidade avaliadas para os indicadores internos matéria seca indigestível (MSi) e fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), indicando sua recuperação fecal completa e, por conseguinte, vício de tempo longo (VTL) não-significativo (Tabela 4). Nas Figuras 1, 2, 3 e 4, as quais correspondem sequencialmente à relação entre consumo e excreção de MSi e FDNi (em ovinos e caprinos), é possível observar esse comportamento, que pode ser melhor identificado pela dispersão dos pontos sobre as retas de igualdade ($y=x$) e pela proximidade da reta de mínimos quadrados com a reta de igualdade ($y=x$).

Tabela 4 - Médias, coeficiente de variação (CV), estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo (variável independente) e excreção (variável dependente) dos indicadores internos matéria seca indigestível (MSi), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) e fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) em ovinos e caprinos

Indicador	Médias (g/dia)			Regressão Linear			
	Consumo	Excreção	CV(%)	Intercepto		Coeficiente de Inclinação	
				Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b
Ensaio com ovinos							
MSi	115,4	112,2	8,26	0,0271	0,1312	0,7380	0,1355
FDNi	99,2	97,2	12,56	0,0164	0,1162	0,8141	0,0710
FDAi	83,8	79,3	19,85	0,0423	0,0604	0,3706	0,0001
Ensaio com caprinos							
MSi	177,9	177,1	13,9	0,0273	0,2026	0,8425	0,1817
FDNi	152,4	148,8	13,7	0,0263	0,1455	0,8039	0,0933
FDAi	121,8	120,4	21,2	0,0363	0,0547	0,6908	0,0403

^a/H₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^b/ H₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$.

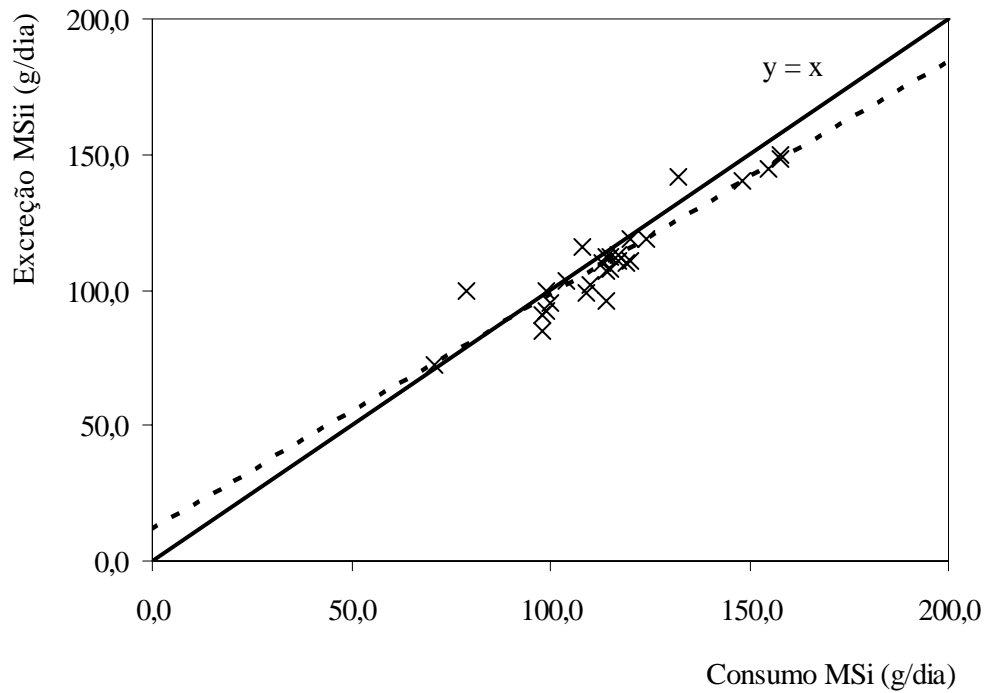


Figura 1 - Relação entre consumo e excreção fecal de matéria seca indigestível (MSi) em ovinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

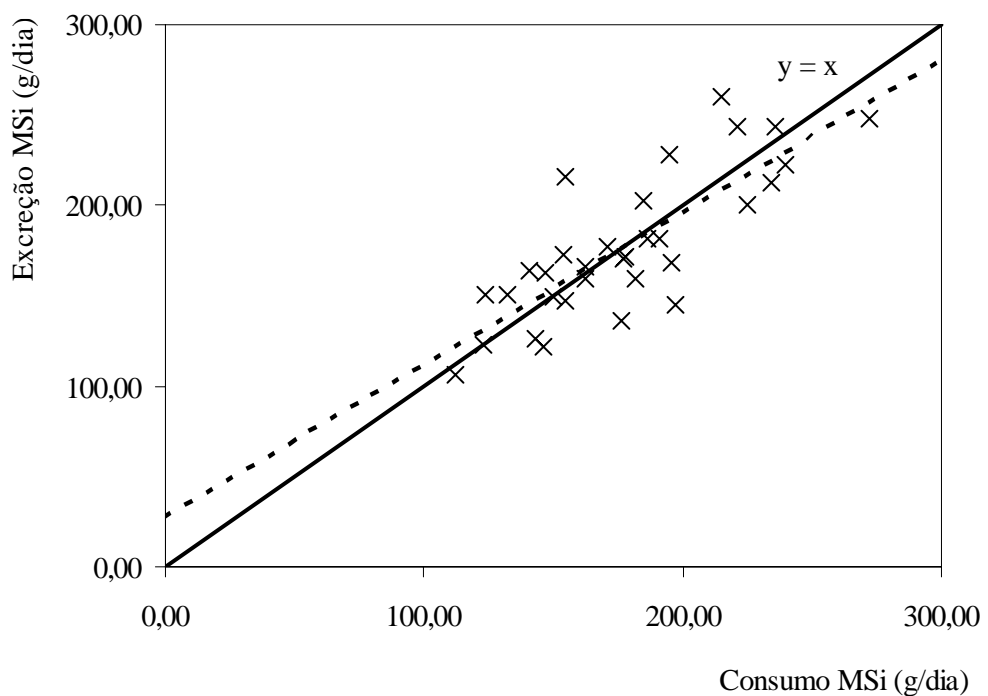


Figura 2 - Relação entre consumo e excreção fecal de matéria seca indigestível (MSi) em caprinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

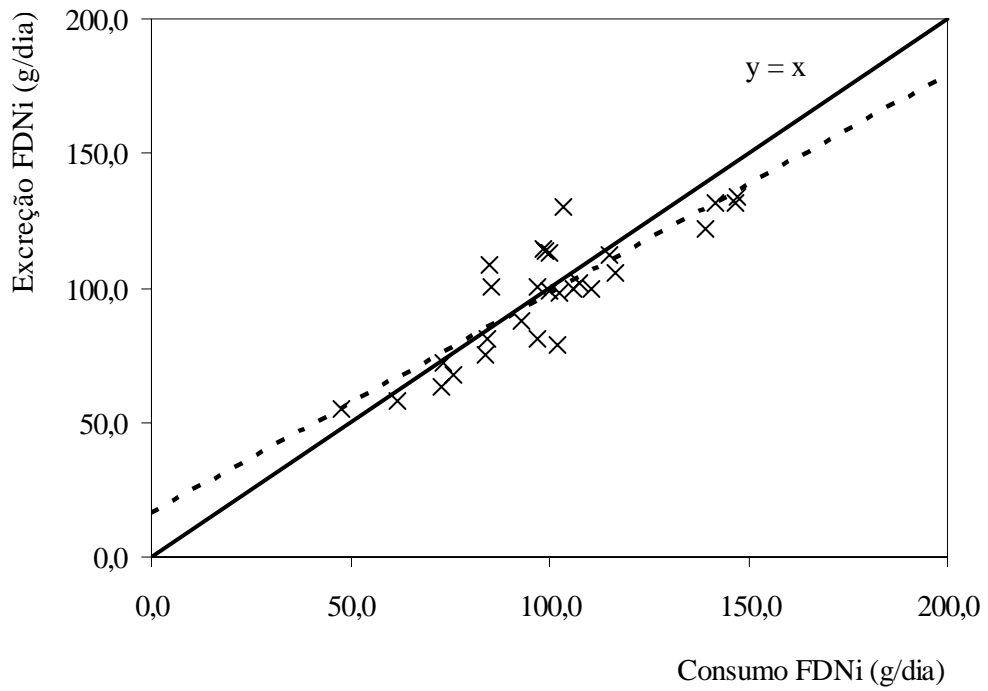


Figura 3 - Relação entre consumo e excreção fecal de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em ovinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

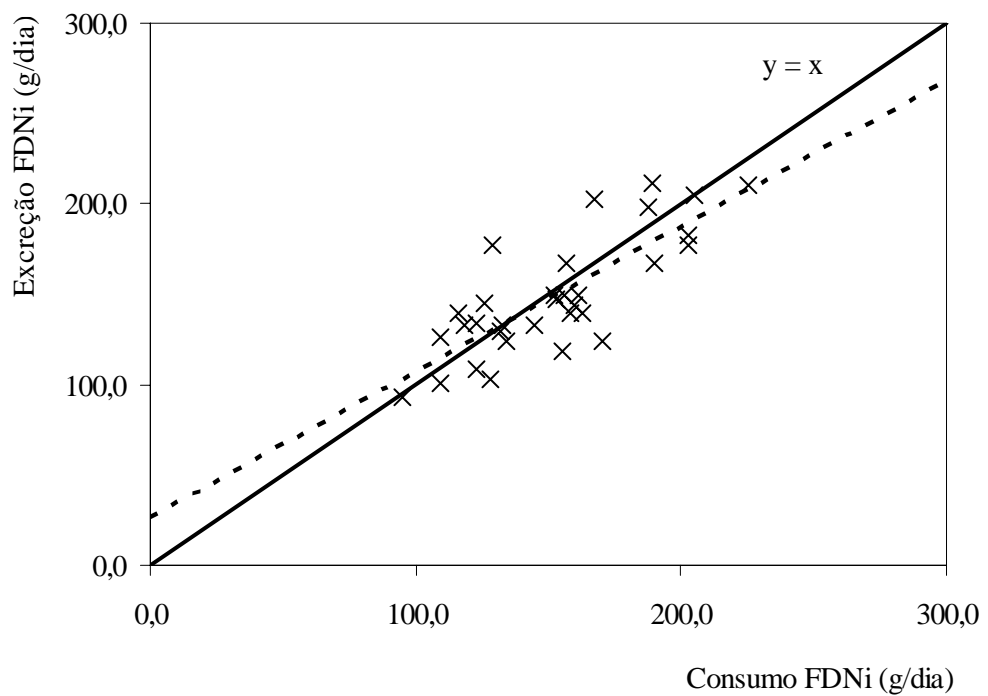


Figura 4 - Relação entre consumo e excreção fecal de fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) em caprinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

No tocante ao indicador fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), em ambos experimentos não se verificou rejeição ($P>0,05$) das hipóteses de nulidade associadas ao intercepto, entretanto, foi verificada rejeição daquelas associadas ao coeficiente de inclinação ($P<0,05$) (Tabela 4), indicando a presença de VTL sobre as estimativas de excreção de FDAi, o qual foi estimado segundo a equação proposta por Detmann et al. (2005), sendo registrado VTL ou vício de recuperação de -9,12% no ensaio realizado com ovinos e -3,02% no ensaio realizado com caprinos (Tabela 5). Nas Figuras 5 e 6 é possível visualizar o comportamento descrito para a FDAi, no qual se observa inclinação acentuada da reta de mínimos quadrados em relação à reta de igualdade ($y=x$), possivelmente relacionado com a maior dispersão dos pontos sobre a reta de igualdade.

Tabela 5 - Estimativas de vício de tempo longo (VTL) para o uso do indicador fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) em ensaio de digestão com ovinos e caprinos

Indicador	VTL ¹
FDAi (Ensaio com ovinos)	-9,12%
FDAi (Ensaio com caprinos)	-3,02%

¹ Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para a relação entre consumo e excreção de FDAi nas fezes (Tabela 3), o VTL foi estimado segundo a proposição de Detmann et al. (2005): $VTL(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$.

De acordo com Detmann et al. (2007b), falhas na recuperação fecal de um indicador são comumente representadas por desaparecimento ao longo do trato digestório, implicando em VTL negativos. Relacionando-se essas informações com os resultados apresentados para a FDAi, no presente estudo, o qual apresentou VTL significativo ($P<0,05$) e negativo em ambos ensaios de digestão, sugere-se ineficácia deste indicador em estimar a excreção fecal de matéria seca em estudos de digestibilidade com animais em confinamento, pois o comportamento verificado para a FDAi indicou recuperação fecal inferior ao total ingerido tanto no ensaio com ovinos ($P<0,01$) como no ensaio com caprinos ($P<0,05$) (Tabela 4). Os resultados observados no presente estudo estão de acordo com os observados por Detmann et al. (2007b), que avaliaram o VTL dos indicadores internos MSi, FDNi e FDAi, em ensaio de digestão com ruminantes (ovinos), e verificaram VTL não significativo para os indicadores MSi e FDNi e VTL significativo para a relação entre consumo e excreção de FDAi.

No procedimento analítico de obtenção da FDA, a mesma foi quantificada pelo método sequencial, assim, a presença de VTL significativo observada para o indicador

FDAi pode ser, em parte, suportada pelos argumentos apresentados por Detmann et al. (2001), que comentaram sobre a possibilidade de acúmulo de erro em decorrência da FDAi ser obtida no último passo do procedimento, refletindo em estimativas inexatas de sua concentração. Do mesmo modo, Detmann et al. (2004) atribuíram as maiores limitações do uso de componentes indigestíveis como indicadores aos procedimentos analíticos empregados para estimação de sua concentração, os quais poderiam incorrer em avaliações distintas em alimentos e fezes, em função de diferenças na estrutura física de partículas e interferências diferenciadas por procedimentos de secagem. Detmann et al. (2007b), entretanto, acrescentou que, além dos erros advindos de ausência de padronização dos métodos analíticos, a menor concentração da FDAi em alimentos, sobras e fezes em relação aos indicadores MSi e FDNi, pode contribuir também para a elevação dos erros sistemáticos, os quais reduzem a eficiência de uso da FDAi como indicador para estimativa indireta da digestibilidade em ruminantes.

A presença de VTL significativo e negativo, conforme verificado para a relação entre consumo e excreção de FDAi, indica baixa acurácia deste indicador em estimar os parâmetros de digestibilidade, pois, em uma avaliação secundária da viabilidade de aplicação do mesmo, este conduziria a superestimativas de excreção de matéria seca fecal, com conseqüente subestimação dos coeficientes de digestibilidade. Este fato pode ser confirmado pelos resultados apresentados por Pina et al. (2006), que estudaram os indicadores internos FDNi e FDAi e verificaram menores coeficientes de digestibilidade aparente, quando a FDAi foi utilizada como indicador em comparação à FDNi. Salienta-se, entretanto, que os autores verificaram maior excreção de matéria seca fecal quando a FDAi foi utilizada, o que está de acordo com as pressuposições do presente trabalho. As pressuposições ao uso da FDAi, externadas neste estudo, também estão de acordo com os resultados apresentados por Zeoula et al. (2002), os quais avaliaram a recuperação fecal de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes, e relataram recuperação completa da FDNi e incompleta da FDAi nas fezes. Como resultado da recuperação incompleta da FDAi nas fezes dos animais, os autores verificaram superestimação das excreções de matéria seca fecal ao utilizarem este indicador.

Embora os indicadores internos, como a MSi, FDNi e FDAi, devam ser avaliados primariamente por meio do VTL ou vício de recuperação antes de sua aplicação prática na estimativa de excreção de matéria seca fecal (Detmann et al., 2007b), muitos estudos com a avaliação direta desses indicadores nas estimativas de excreção fecal e de digestibilidade foram conduzidos e continuam sendo alvo de diversas pesquisas. Em alguns

desses trabalhos (Saliba et al., 1999; Ítavo et al., 2002; Dias et al., 2008), os autores têm sugerido que a utilização da FDAi tem se mostrado melhor indicador do que a FDNi na estimação da excreção fecal e da digestibilidade. Por outro lado, outros estudos (Detmann et al., 2001; Pina et al., 2006; Cabral et al., 2008) têm recomendado o uso da FDNi em detrimento à FDAi para a obtenção de tais estimativas, enquanto outros (Berchielli et al., 1998 e 2000) recomendam o uso tanto da FDNi como da FDAi.

Conforme se observa, os resultados acerca do indicador ideal aos sistemas de avaliação de dietas para animais ruminantes são contraditórios e convergem à necessidade de mais investigações para uma indicação segura, pois interferências no procedimento decorrente dos métodos analíticos, de coleta e da dinâmica no trato digestivo ainda necessitam ser melhor compreendidas. Ressalta-se, entretanto, que algumas dessas conclusões, obtidas nesses experimentos acerca dos indicadores, foram estabelecidas apenas considerando-se a precisão do indicador e não a sua acurácia, uma vez que se observa que, em alguns desses trabalhos, não foi realizada a coleta total de fezes, o que impossibilita conclusões definitivas. Segundo Cabral et al. (2008), a avaliação de indicadores, apenas pela sua precisão, limita o espaço de inferência das conclusões, fazendo com que os resultados gerem falsas inferências.

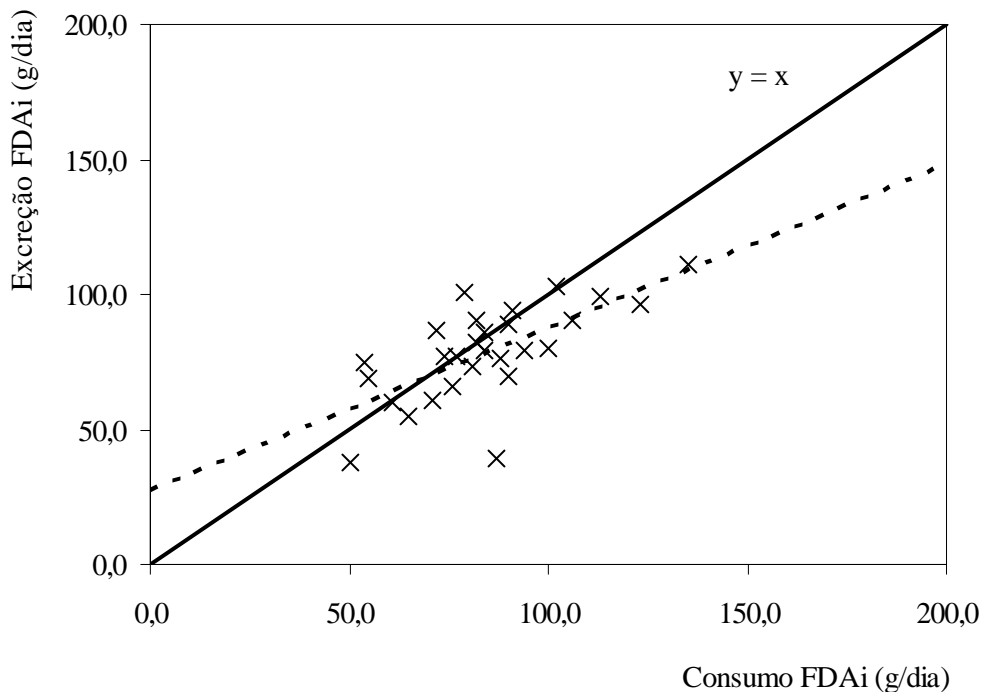


Figura 5 - Relação entre consumo e excreção fecal de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) em ovinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

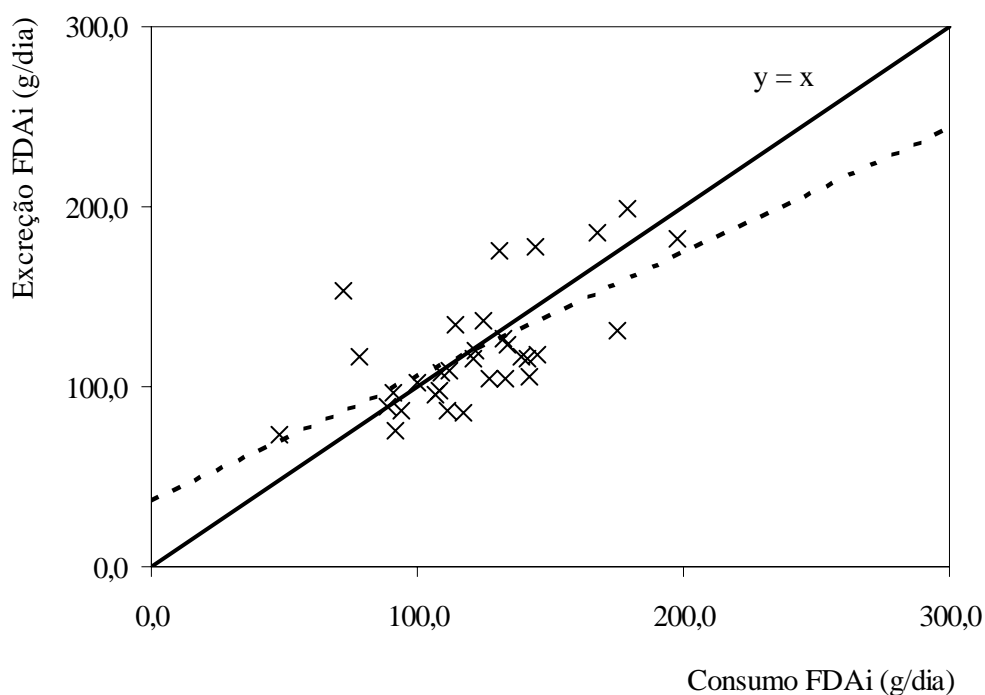


Figura 6 - Relação entre consumo e excreção fecal de fibra em detergente ácido indigestível (FDAi) em caprinos (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

Conclusões

Tanto em ovinos quanto em caprinos, os indicadores internos matéria seca indigestível e fibra em detergente neutro indigestível apresentam recuperação fecal total, sendo indicados para aplicação em ensaios de digestão na obtenção das estimativas de excreção de matéria seca fecal e de coeficientes de digestibilidade.

O indicador interno fibra em detergente ácido indigestível apresenta vício de recuperação fecal, o qual compromete sua acurácia como indicador em ensaios de digestão com ovinos e caprinos. O vício de tempo longo estimado com o uso da fibra em detergente ácido indigestível é de -9,12% em ovinos e -3,02% em caprinos.

Literatura Citada

- BARROS, E.E.L.; FONTES, C.A.A.; DETMANN, E. et al. Avaliação do perfil nictemeral de excreção de indicadores internos e de óxido crômico em ensaios de digestão com ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2102-2108, 2007.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.830-833, 2000.
- BERCHIELLI, T.T.; RODRIGUEZ, N.M.; OSÓRIO NETO, E. et al. Comparação de indicadores de fase sólida para medir fluxo de matéria seca e matéria orgânica no duodeno. **Arquivo Brasileiro de Veterinária e Zootecnia**, v.50, n.2, p.147-152, 1998.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Avaliação de indicadores na estimação da excreção fecal e da digestibilidade em ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.29-34, 2008.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.21-51.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007a.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, M.F. et al. Avaliação da técnica dos indicadores na estimação do consumo por ruminantes em pastejo. **Cadernos Técnicos de Veterinária e Zootecnia**, n.45, p.40-57, 2004.
- DIAS, M.; LEÃO, M.I.; DETMANN, E. et al. Técnicas para estimativa da digestibilidade e produção microbiana em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3, p.504-512, 2008.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Produção fecal e fluxo duodenal de matéria seca e matéria orgânica estimados por meio de indicadores. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1521-1530, 2002.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SIVA, F.F. et al. Comparação de indicadores e metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1833-1839, 2002.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants**. 1. ed. Washington: National Academy Press, 2006, 362p.

OLIVEIRA JÚNIOR, R.C.; PIRES, A.V.; FERNANDES, J.J.R. et al. Avaliação de indicadores para estimar a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore alimentados com dietas contendo alto teor de concentrado e fontes nitrogenadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.749-758, 2004.

OWENS, F.N.; HANSON, C.F. External and internal markers for appraising site and extent of digestion in ruminants. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2605-2617, 1992.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markers to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid detergent fiber. **Journal of Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2461-2468, 2006.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, M.N.; GONÇALVES, L.C. et al. Lignina isolada de palha de milho utilizada com indicador em ensaios de digestibilidade. Estudo comparativo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, n.1, p.52-56, 2002.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba, Livroceres. 1979. 384p.

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

ZEOULA, L.M.; PRADO, I.N.; DIAN, P.H.M. et al. Recuperação fecal de indicadores internos avaliados em ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.4, p.1865-1874, 2002.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.

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

CAPÍTULO 7

Consumo e digestibilidade aparente em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: Desenvolveu-se este estudo para avaliar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também avaliar a eficiência de predição do consumo de matéria seca e do valor energético dos alimentos pelo sistema de equações do NRC (2001). Utilizaram-se 20 novilhas, mestiças Holandês-Zebu, com peso corporal médio inicial de 200 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. O período experimental foi de 21 dias, sendo o consumo e a digestibilidade avaliada nos sete dias finais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta e apresentaram 71% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 29% de concentrado. A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi cortada e desintegrada todos os dias e fornecida no momento do oferecimento das dietas. Para a cana tratada, a adição de CaO foi realizada diretamente na cana-de-açúcar, previamente pesadas, e fornecida aos animais após 24 horas de tratamento. Os consumos de MS, MO, EE, FDN, FDNcp, FDNi, CT, CNFcp e NDT (kg/dia) não foram afetados pela adição do CaO à cana-de-açúcar. Os consumos de MO, FDN, FDNcp e NDT (% PV) reduziram linearmente com as doses de CaO. As digestibilidades da MO, FDN, FDNcp, CT e CNFcp e o teor de NDT das dietas não foram afetados. Entretanto o tratamento da cana-de-açúcar com CaO provocou redução na digestibilidade da MS e PB. As equações propostas pelo NRC (2001) subestimaram os consumos de MS e NDT e de PB e CNF digestíveis e superestimaram os de FDN digestível. O tratamento da cana-de-açúcar com CaO não melhora o consumo e nem a digestibilidade dos nutrientes em novilhas. As equações propostas pelo NRC (2001) para estimar o consumo de MS e o valor energético de alimentos não se aplicam para as condições tropicais.

Palavras-chave: aditivo químico, matéria seca, valor nutritivo

Intake and total apparent digestibility of heifers fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: This study was developed to evaluate the intake and apparent digestibility of nutrients in dairy heifers fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). It was also objective to evaluate the prediction efficiency by NRC (2001) system of equations of the dry matter intake and feeds energetic value. Twenty Holstein-zebu crossbred dairy heifers, with 200 kg average initial body weight were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and five repetitions. The experimental period was of 21 days, with intake and digestibility evaluated at the last seven days. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 14% crude protein and presented 71% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 and 2.25% CaO (in natural matter basis) corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 29% of concentrate. The sugar cane without treated (0% CaO) was cut and chopped every day and offered at the moment of the diets' offer. For the treated cane, the CaO addition was realized directly in sugar cane mass, previously weighted and offered to the animals after 24 hours of treatment. The DM, EE, NDF, NDFap, iNDF, TC and NFCap intakes (kg/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. The OM, NDF, NDFap and TDN intakes (% BW) reduced linearly with CaO doses. The OM, NDF, NDFap, TC and NFCap digestibilities and the diets' TDN content were not affected. However, the sugar cane treatment with CaO caused reduction of DM and CP digestibility. The equations proposed by NRC (2001) underestimated the DM and TDN intakes and digestible CP and NFC and overestimated that of digestible NDF. The sugar cane treatment with CaO do not improve the nutrients intake and digestibility in dairy heifers. The equations proposed by NRC (2001) to estimate the DM intake and feed's energetic value are not applied to tropical conditions.

Key words: chemical additive, dry matter, nutritive value

Introdução

A nutrição adequada de ruminantes em sistema de produção de leite é um fator importantíssimo não só para as vacas em lactação, mas também para as novilhas. Segundo Chizzotti (2004), suprimentos dietéticos de novilhas incompatíveis com as elevadas exigências para crescimento, podem comprometer o desempenho e favorecer o aumento na idade ao primeiro parto. Teixeira (2006), entretanto, comentou que o elevado custo com alimentação destes animais, os quais ainda não estão diluindo seu custo por meio da produção de leite, são os principais responsáveis pela falta de acuidade dos produtores com a alimentação desses animais leiteiros de reposição.

A busca por fontes alternativas de menores custos para manter o desempenho satisfatório em novilhas, é uma opção para a nutrição adequada desses animais. Dentre as alternativas existentes, o fornecimento de cana-de-açúcar desintegrada com uréia e enxofre, tem mostrado vantagens econômicas diante de outros volumosos, como capineiras, fenos e silagens (Nússio et al., 2000). Ainda de acordo com esses autores, a adoção dessa prática pelos produtores tem mudado o perfil da pecuária em muitas bacias leiteiras no Brasil, viabilizando economicamente a atividade, com competitividade e sustentabilidade da atividade de produção de leite.

O crescente uso da cana-de-açúcar na alimentação animal tem sido associado à alguns atributos, como a alta produtividade de massa verde (mais de 120 t/ha), o baixo custo por unidade de matéria seca (MS), a manutenção do valor nutritivo até seis meses após a maturação e o período de colheita coincidente com o período de escassez de forragem nas pastagens (Silva, 1993). Além disso, esses fatores aliados à facilidade de obtenção de mudas e plantio, e a possibilidade de atingirem-se boas taxas de ganhos de peso, têm atraído pecuaristas ao uso da cana-de-açúcar como fonte de alimento volumoso (Nussio et al., 2003).

Apesar de inúmeras vantagens, cana-de-açúcar apresenta elevados teores de fibra de baixa digestibilidade, o que pode provocar redução no consumo de nutrientes pelo animal em decorrência do decréscimo na taxa de passagem (Prado & Moreira, 2002). Diversas alternativas têm sido propostas para potencializar o uso da cana-de-açúcar na alimentação de ruminantes, dentre elas o uso de aditivos químicos para o tratamento de volumosos.

Nos últimos anos, tem-se observado um crescente interesse no uso de óxido de cálcio (CaO) no tratamento químico da cana-de-açúcar (Haddad et al., 1995). Contudo, o acervo de informações acerca desse aditivo até o momento ainda não permite obter

conclusões definitivas. Em recente experimento conduzido por Oliveira et al. (2007), os autores estudaram a adição de doses de 0, 0,5 e 1,0% de CaO em duas variedades de cana-de-açúcar (RB 835453 e IAC 862480) e verificaram aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca com a inclusão do CaO, independentemente da variedade estudada. Por outro lado, em estudo conduzido com novilhas de corte nelores e mestiças, Moraes et al. (2008) avaliaram três ofertas de concentrado (0,0; 0,5 e 1,0% do PV) e a utilização da cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1,0% de CaO e verificaram que independente da oferta de concentrado, o tratamento da cana-de-açúcar com 1% de CaO provocou redução no consumo e na digestibilidade dos nutrientes. Sem ter obtido respostas positivas no consumo e digestibilidade, os autores verificaram ainda menor desempenho nos animais que foram alimentados com dietas contendo a cana-de-açúcar tratada com CaO.

A dificuldade de se avaliar a disponibilidade energética e a importância de se conhecer o conteúdo de energia dos alimentos tem levado ao desenvolvimento de métodos para estimar o conteúdo de energia disponível (Valadares Filho et al., 2003). O NRC (2001) propõe um sistema de equações somativas que considera cada fração do alimento, para estimar o NDT. Rocha Júnior et al. (2003), entretanto, comentaram que a predição da energia nos alimentos nas condições tropicais utilizando esse sistema de equações, principalmente, quanto a digestibilidade da FDN, devem ser avaliadas antes de serem recomendadas.

Em trabalho conduzido por Rocha Júnior (2002), foi avaliada a eficácia das equações propostas pelo NRC (2001) para a avaliação energética de alimentos, a partir da comparação dos valores preditos pelas equações e observados em um experimento com ovinos, e de uma coletânea de valores de NDT obtidos na literatura nacional a partir de experimentos *in vivo*, relatando que as equações são adequadas para prever o valor energético dos alimentos nas condições brasileiras. O autor comentou, entretanto, que mais pesquisas devem ser realizadas a respeito da utilização das equações do NRC (2001), para que, a partir de um maior banco de dados dos alimentos nas condições brasileiras, possa-se ter uma maior certeza na eficácia destas equações.

Desenvolveu-se este estudo para avaliar o consumo e a digestibilidade aparente dos nutrientes em novilhas mestiças alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com diferentes doses de CaO, e também avaliar a aplicabilidade do sistema de equações proposto pelo NRC (2001) para estimar o consumo de matéria seca e o consumo de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos digestíveis, bem como o consumo de nutrientes digestíveis totais nas condições tropicais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 20 novilhas mestiças Holandês-Zebu ($\frac{3}{4}$ Gir x Holandês), com peso corporal médio inicial de 200 kg, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições.

Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias e alimentados com 71% de cana-de-açúcar hidrolisada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 29% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	71,0
Fubá de milho	54,8	15,9
Farelo de soja	39,4	11,4
Calcário calcítico	2,0	0,59
Fosfato bicálcico	1,5	0,46
Mistura mineral ²	2,3	0,65

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN). ² Quantidade/do produto: Ca - 175 g, P - 60 g, Na - 107 g, Mg - 5 g, S - 12 g, Co - 70 mg, Cu - 1200 mg, I - 70 mg, Mn - 1000 mg, Ni - 30 mg, Se - 18 mg, Zn - 4000 mg, Fe - 14000 mg.

A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do oferecimento das dietas, todos os dias, pela manhã e pela tarde. A cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi processada em desintegradora estacionária, pesada e espalhada em piso de alvenaria e tratada com as doses de CaO descritas anteriormente. Em seguida, foi amontoada e fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Durante todo o período de tratamento (24 horas) da cana-de-açúcar foi realizado o monitoramento da temperatura, no qual os valores médios podem ser verificados na Figura 1.

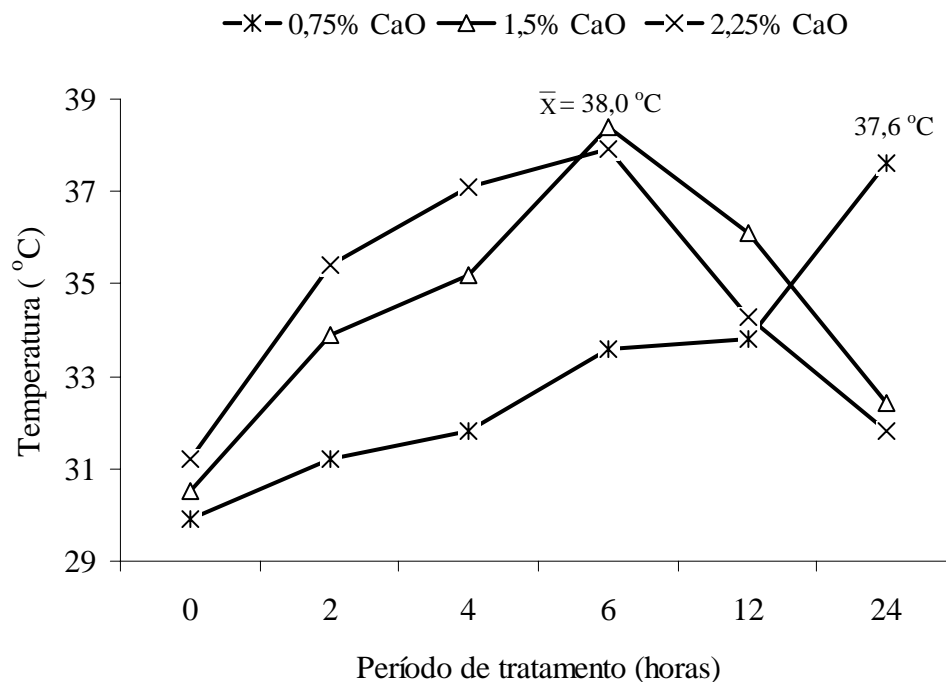


Figura 1 - Temperatura média (°C) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO, % na MN) em 24 horas de tratamento

A cana-de-açúcar em todos os tratamentos (Tabela 2), no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural. Nesse procedimento, a uréia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada para o consumo dos animais, diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de uréia/4litros de água) e distribuída à cana-de-açúcar com o auxílio de um regador. As dietas (Tabela 3) foram calculadas para serem isoprotéicas (14% de PB) e conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,6 kg/dia (NRC, 2001).

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há a necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para a que ocorra a hidratação do CaO. De acordo com este autor, é necessário apenas 1,0 mol de H₂O para cada mol de CaO para a formação do hidróxido de cálcio Ca(OH)₂, ou seja, para cada 56,0 g de cal são necessários 18,0 g de água.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), nutrientes digestíveis totais (NDT), açúcares solúveis (^oBrix) e valores de pH da cana-de-açúcar, da cana de açúcar com diferentes doses do óxido de cálcio (CaO) e no concentrado

Item	Cana de açúcar <i>in natura</i>	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹				
		0	0,75	1,5	2,25	Concentrado
MS	30,8	28,2	31,8	32,8	33,4	87,1
MO ²	95,8	95,4	92,4	90,0	86,1	93,8
PB ²	3,8	11,2	11,3	10,9	11,5	23,5
PIDN ³	26,4	10,3	16,4	15,2	17,4	13,2
PIDA ³	18,5	8,7	13,9	13,5	7,4	8,2
EE ²	1,7	1,4	2,0	2,5	2,0	3,7
Cinza ²	4,2	4,6	7,6	10,0	13,9	6,2
CT ²	89,5	82,8	79,1	76,6	72,5	66,6
FDN ²	63,3	65,9	65,9	62,3	60,3	24,8
FDNcp ²	61,3	63,4	62,9	59,7	55,2	13,5
FDNi ²	30,4	29,8	30,3	27,9	23,1	1,9
FDNpd	32,9	36,1	35,6	34,4	37,2	22,9
CNF ²	26,2	16,9	13,2	14,3	12,3	41,8
CNFcp ²	28,2	19,4	16,3	17,0	17,4	53,1
FDA ²	41,8	44,9	45,3	43,7	36,9	7,8
Hemicelulose ²	21,5	20,9	20,6	18,7	23,4	17,1
Celulose ²	34,5	35,8	35,7	35,1	31,7	5,5
Lignina ²	6,9	7,1	7,9	6,9	5,9	0,4
MSpD ²	68,9	69,5	69,0	71,3	76,1	96,6
NDT ^{2,4}	57,1	52,7	51,7	54,3	54,8	82,7
^o Brix	21,9	20,1	20,2	21,1	20,8	-
pH ⁵	5,8	5,7	7,7	9,9	11,8	-

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) (%MN) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001). ⁵/ Obtido na cana-de-açúcar antes da adição de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1).

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,3	47,9	48,5	49,0
MO ²	95,0	92,8	91,1	88,3
PB ²	14,6	14,7	14,4	14,8
PIDN ³	17,8	22,1	21,3	22,9
PIDA ³	8,6	12,2	11,9	7,6
EE ²	2,1	2,5	2,8	2,5
Cinza ²	5,0	7,2	8,9	11,7
CT ²	74,6	74,1	73,6	71,9
FDN ²	54,0	54,0	51,5	50,0
FDNcp ²	48,9	48,6	46,3	43,1
FDNi ²	21,7	22,1	20,4	17,0
FDNpD	32,3	31,9	31,1	33,0
CNF ²	25,7	25,5	27,3	28,8
CNFcp ²	29,2	26,9	27,4	27,8
FDA ²	34,1	34,4	33,3	28,5
Hemicelulose ²	19,8	19,6	18,2	21,6
Celulose ²	27,0	26,9	26,5	24,1
Lignina ²	5,2	5,7	5,0	4,3
MSPD ²	77,4	77,0	78,6	82,1
NDT ^{2,4}	61,4	60,7	62,5	62,9

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) (%MN) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

O experimento teve duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais e sete dias de coleta. Os alimentos foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente. Durante o período de coleta, 15^o ao 21^o dia, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento, para estimar o consumo de nutrientes em percentagem do peso vivo.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises químicas.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EEED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$

sendo que, nas equações acima:

$FDN_p = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Foi estimado o consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{cp}, FDN_{ni}, CT, CNF_{cp} e NDT em kg/dia, de MS, MO, FDN, FDN_{cp} e NDT (em %PV) e MS em relação ao peso metabólico ($g/kg^{0,75}$).

O consumo de MS, os consumos de PB, EE, FDN e CNF digestíveis e o consumo NDT observados no experimento foram comparados com os valores estimados pelo NRC (2001).

O procedimento de validação foi realizado de forma independente aos efeitos de tratamentos, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos e observados, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão sob as seguintes hipóteses:

$$H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

$$H_0 : \beta_1 = 1$$

$$H_a : \beta_1 \neq 1$$

Em caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, optou-se pela similaridade entre valores preditos e observados. Em situação contrária, estimou-se o vício global das estimativas segundo Detmann et al. (2005), assumindo-se intercepto nulo, como:

$$B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

Em que: B = vício global das estimativas (%); $\hat{\beta}$ = estimativa do coeficiente de inclinação para a relação entre consumo observado e predito, assumindo-se intercepto nulo.

Para a determinação da digestibilidade aparente dos nutrientes, foi efetuada coleta de fezes dos animais, durante dois dias alternados, em horários diferentes (às 12h00 e às 17h00) entre o 20º e 21º dia do experimento. As amostras de fezes foram pré-secadas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, compostas por animal e posteriormente armazenadas para as análises. Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado a fibra em detergente neutro indigestível (FDN_{ni}) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007). Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrado), sobras e fezes foram incubadas por 240 horas (Casali et al. 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de

um novilho mestiço Holandês-zebu recebendo dieta mista. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

As estimativas de consumo, coeficientes de digestibilidades e NDT foram comparadas entre os tratamentos por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 4.

Tabela 4 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

Observou-se menor consumo de PB (kg/dia) e de NDT (%PV) nos tratamentos com adição de CaO à cana-de-açúcar em relação a cana *in natura*. Recorrendo-se aos demais contrastes, observou-se presença de efeito linear associado negativamente com os consumos de MO (P<0,05), FDN (P<0,05), FDNcp (P<0,01) e NDT (P<0,01) em %PV. Nenhum efeito significativo quadrático (P>0,05) foi verificado para as variáveis de relacionadas ao consumo (Tabela 5). Verificou-se falta de relação entre consumo de MS, expresso em g/kg^{0,75}, com as doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Consumo (kg/dia)								
MS	5,16	5,05	4,96	4,60	26,3	0,6788	0,5877	0,8520
MO	4,90	4,70	4,53	4,06	26,2	0,4545	0,4064	0,8203
PB	0,95	0,82	0,69	0,61	27,8	0,0421	0,1409	0,8595
EE	0,11	0,13	0,14	0,11	26,4	0,2657	0,4829	0,2697
FDN	2,70	2,67	2,58	2,31	26,0	0,6192	0,4081	0,8197
FDNcp	2,45	2,41	2,35	2,00	26,6	0,5370	0,3001	0,6752
FDNi	1,08	1,09	1,04	0,80	26,7	0,4813	0,0979	0,5386
CT	3,84	3,75	3,69	3,33	25,9	0,6202	0,4956	0,7730
CNFcp	1,39	1,34	1,35	1,34	25,2	0,7913	0,9905	0,9625
NDT	4,12	3,97	3,45	3,08	25,6	0,2184	0,1531	0,8779
Consumo (% do peso vivo)								
MS	2,31	2,29	2,30	2,10	9,2	0,4826	0,1609	0,3897
MO ²	2,19	2,13	2,10	1,85	9,0	0,1053	0,0331	0,3264
FDN ³	1,21	1,21	1,19	1,06	8,9	0,3211	0,0379	0,3210
FDNcp ⁴	1,10	1,09	1,08	0,92	8,8	0,1778	0,0090	0,1217
NDT ⁵	1,41	1,39	1,29	1,16	7,4	0,0227	0,0014	0,7124
Consumo (g/kg ^{0,75})								
MS	88,88	87,77	87,73	80,6	11,6	0,5052	0,2732	0,5263

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 2,30186 - 0,183462X$ ($r^2 = 0,8414$). ^{3/} $\hat{Y} = 1,30198 - 0,0996947X$ ($r^2 = 0,8350$). ^{4/} $\hat{Y} = 1,20327 - 0,115445X$ ($r^2 = 0,7705$). ^{5/} $\hat{Y} = 1,51647 - 0,15700X$ ($r^2 = 0,9903$).

Os resultados observados para o consumo de nutrientes contrariam o princípio de adição de produtos alcalinos em volumosos, o qual preconiza alterações na estrutura química e conseqüente aumento no consumo voluntário e digestibilidade dos nutrientes. A justificativa para o emprego de produtos alcalinos, a exemplo do CaO, reside na fato da lignina de gramíneas ser particularmente susceptível à ação hidrolítica dos mesmos, rompendo ligações covalentes do tipo éster entre a lignina e a parede celular (Van Soest,

1994). Tais benefícios estão associados à elevação do consumo e digestibilidade como foi verificado no trabalho conduzido por Ezequiel et al. (2005) com cana-de-açúcar tratada com NaOH.

Ausência de efeito e/ou efeitos negativos do tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO sobre o consumo voluntário de alimentos são observados em outros trabalhos (Moraes, 2006; Campos, 2007; Pontes, 2007).

Avaliando a adição de 1% de CaO no tratamento da cana-de-açúcar por 24 horas de armazenamento, Moraes et al. (2008) observaram redução no consumo voluntário de novilhas mestiças, os quais obtiveram melhores resultados com a cana *in natura* cortada e fornecida no mesmo dia, sem adição do CaO. A ausência de resposta positiva do tratamento da cana-de-açúcar com CaO sobre o consumo voluntário de nutrientes, segundo os autores, proporcionou menores ganhos de peso em relação aos animais que foram alimentados com cana-de-açúcar *in natura* (0% CaO). O consumo de MS e os ganhos médios diários registrados pelos autores foram, respectivamente, de 3,44 kg/dia e 308,1 g/dia no tratamento com 1% de CaO e 4,18 kg/dia e 439,0 g/dia, no tratamento sem a adição de CaO. No presente estudo, a cana-de-açúcar não afetou o consumo de MS, e os valores verificados foram de 5,16; 5,05; 4,96 e 4,60 kg/dia, respectivamente, para as doses 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO à cana-de-açúcar.

A redução no consumo de fibra, em % do peso vivo, verificada para a adição do CaO no tratamento da cana-de-açúcar, está em concordância com os resultados apresentados por Campos (2007), que, do mesmo modo, observou redução desta variável ao avaliar a adição de 0,6% de CaO no tratamento da cana-de-açúcar em combinação com o fornecimento de diferentes níveis de uréia (0; 0,33; 0,66 e 0,99%, com base na MN) em dietas para ovinos.

Resultados positivos quanto à utilização de aditivos químicos têm sido apresentados em trabalhos com uso de amônia anidra (NH₃) e uréia (Pires et al., 2003; Cardoso et al., 2004; Pires et al., 2004). De acordo com Pires et al. (2004), um dos efeitos da ação da amônia sobre a forragem é a desestruturação no complexo formado pelos componentes da fibra (celulose, hemicelulose e lignina), oferecendo aos microrganismos ruminais maior área de exposição e, conseqüentemente, aumentando o grau de utilização das diferentes frações da fibra. Em estudo conduzido por Cardoso et al. (2004) os autores observaram maiores consumos de MS e FDN em bovinos alimentados com palhada de arroz tratada com 3% de NH₃, o qual de acordo com os resultados relatados pelos autores equipararam

com a silagem de sorgo, sendo estes dois tratamentos maiores que os obtidos para palhada não amonizada e a cana-de-açúcar.

Outro resultado positivo com o uso de aditivo químico foi evidenciado no trabalho conduzido por Pires et al. (2004). Os autores avaliaram os tratamentos: bagaço de cana-de-açúcar sem aditivo e o bagaço de cana-de-açúcar tratado com 2,5% de sulfeto de sódio (Na_2S), 4% de NH_3 ou com 2,5% de Na_2S combinado com 4% de NH_3 , relatando que independentemente da fonte de Na_2S aplicada, a adição de 4% de NH_3 ao bagaço de cana aumentou o consumo voluntário o ganho de peso de novilhas mestiças. De acordo com Garcia & Neiva (1994), além do efeito sobre os componentes para parede celular, o incremento de compostos nitrogenados em volumosos tratados com uréia ou NH_3 são importantes para o desenvolvimento dos microrganismos ruminais e a eficiência dos mesmos sobre material.

Os coeficientes de digestibilidade da MO, FDN, FDNcp, CT e CNFcp e os teores de NDT das dietas não foram influenciados ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6), verificando ausência de efeito significativo ($P>0,05$) em todos os contrastes testados. Verificou-se, entretanto, que os coeficientes de digestibilidade da MS e PB se associaram de forma linear e negativamente ($P<0,05$) às doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar.

Essas respostas observadas para as digestibilidades dos nutrientes não condizem com os resultados esperados para volumosos tratados com produtos alcalinos. A principal justificativa em se usar produtos alcalinos como o CaO e NaOH diz respeito as alterações potenciais sobre a parede celular e conseqüente aumento na digestibilidade da MS e FDN, contudo isso não foi verificado neste estudo. Pelo que tudo indica o CaO prejudicou a eficiência de utilização do N, pois foi utilizado 1% de uréia na cana-de-açúcar e o concentrado na proporção de 29% em todos os tratamentos, esperando-se, assim, no mínimo que a digestibilidade da PB fosse similar entre as dietas, mas isso não ocorreu. A redução no coeficiente digestibilidade da PB, assim como nos coeficientes de digestibilidade da MS, podem ser atribuídos aos elevados valores de pH na cana-de-açúcar tratada com o CaO, o qual podem ter refletido também para menores consumos de alguns nutrientes, conforme visto anteriormente.

Por outro lado, experimentos avaliando a digestibilidade *in vitro* da MS da cana-de-açúcar tratada com CaO tem mostrado resultados amplamente promissores (Cavali, 2006; Balieiro Neto et al., 2007). No trabalho conduzido por Cavali (2006) a autora estudou a adição de doses de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de CaO no momento da ensilagem de cana-de-

açúcar e verificou aumento na digestibilidade *in vitro* da MS, relatando valores de 48,4; 65,6; 74,9; 78,2 e 81,5%, respectivamente. Estudo com resultados positivos obtidos *in vitro* também foram relatados para o tratamento da palha de trigo com hidróxido de cálcio [Ca(OH)₂], o qual Haddad et al. (1998) observaram valores de digestibilidade *in vitro* da FDN de 41,9; 56,5; 57,7; 56,9; 69,7 e 64,1%, respectivamente, para as doses de 0, 1, 2, 3, 4 e 5% de Ca(OH)₂. Constitui-se fato notório em estudos *in vitro* a obtenção de bons resultados para as digestibilidades da MS e FDN em volumosos tratados com CaO ou Ca(OH)₂, contudo, na prática os resultados obtidos *in vivo* tem mostrado que nem sempre isso acontece.

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) e nível de nutrientes digestíveis totais (NDT) em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
MS ²	60,5	60,3	54,9	54,9	6,2	0,0544	0,0289	0,1880
MO	62,4	62,7	58,7	59,4	5,5	0,2346	0,1452	0,2243
PB ³	75,9	75,5	68,7	64,2	4,9	0,0026	0,0001	0,6180
EE	74,1	81,1	83,3	86,4	5,4	0,0007	0,0798	0,8445
FDN	44,3	44,1	37,7	38,1	11,8	0,1005	0,0666	0,2216
FDNcp	44,2	43,5	40,2	39,2	12,7	0,2482	0,2109	0,7041
CT	58,6	59,3	55,9	57,6	6,3	0,6119	0,4682	0,2130
CNFcp	83,8	87,3	83,2	85,5	4,5	0,4362	0,4464	0,1370
NDT	55,4	56,3	54,0	53,0	6,0	0,5756	0,1332	0,7400

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 62,1018 - 3,58335X$ ($r^2 = 0,7527$). ^{3/} $\hat{Y} = 80,7663 - 7,49334X$ ($r^2 = 0,9897$).

Avaliando a eficiência do tratamento alcalino da cana-de-açúcar com CaO, Moraes (2006) forneceu a novilhas mestiças dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com 1% de CaO por 24 horas e três ofertas de concentrado em percentagem do peso vivo (0; 0,5 e 1%). O autor observou que independentemente da oferta de concentrado, a cana-de-açúcar tratada com 1% de CaO provocou redução nos coeficientes de digestibilidade

aparente total da MS, MO, PB e CT e não exerceu nenhum efeito sobre os coeficientes de digestibilidade aparente total do EE e da FDN. Já para a digestibilidade aparente ruminal, nenhum efeito do tratamento químico foi observado sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Os resultados observados no presente estudo, no qual se verificou ausência de efeito positivo do tratamento químico com CaO na melhoria da digestibilidade aparente total dos nutrientes das dietas com cana-de-açúcar estão de acordo com os relatados pelo autor.

Outros trabalhos avaliando a cana-de-açúcar tratada com CaO são relatados na literatura. No estudo conduzido por Pontes (2007), a autora também encontrou resultados negativos para o tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. Nesse trabalho conduzido pelo autor foram testados a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamentos (0 e 24 horas) com três doses (0; 0,5 e 1%) de CaO (% MN) em dietas para ovinos, sendo obtida redução na digestibilidade da MS e ausência de efeito na digestibilidade dos demais nutrientes. Os baixos consumos e coeficientes de digestibilidade observados nos trabalhos de pesquisa, decorrentes da baixa eficiência do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar, ainda não são bem compreendidos, porém, pelo que tudo indica, as reduções observadas tem uma forte relação com a elevação do pH ruminal, o qual pode ter provocado redução na eficiência microbiana de degradação e utilização dos alimentos. Essas pressuposições podem ser suportadas pelos relatos de Detmann et al. (2008) que evidenciaram que a digestibilidade não é função apenas do alimento, pois na grande maioria dos casos ela depende dos nutrientes disponíveis a partir de outros alimentos. No presente trabalho, o único item que se diferenciou entre as dietas foram as doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar, sendo adicionado 1% de uréia na cana-de-açúcar em todos os tratamentos e o concentrado a base de milho e farelo de soja foi mesmo em todas as dietas. Desse modo, acredita-se que o CaO tenha modificado o meio, aumentado o pH e provocando a redução no consumo e digestibilidade dos nutrientes. Registraram-se durante a condução do experimento valores de pH na cana-de-açúcar de 5,7; 7,7; 9,9 e 11,8, respectivamente, para as doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO na cana-de-açúcar.

A temperatura da cana-de-açúcar no momento do oferecimento das dietas aos animais também tem sido relatada como um possível fator a estar contribuindo para os baixos consumos da cana-de-açúcar tratada com CaO (Moraes, 2006; Pontes, 2007). No presente trabalho, para as doses 1,5 e 2,25% verificou-se elevação máxima da temperatura do material de 38°C após as seis horas iniciais de tratamento, uma vez que após este

período a temperatura diminuiu, chegando a patamares de 32°C após as 24 horas. Já o tratamento com 0,75% de CaO, observou-se elevação gradativa da temperatura, sendo o valor máximo de 37,6°C registrado com 24 horas de tratamento, no momento do fornecimento aos animais. A temperatura nesse tratamento se comportou diferente dos demais devido à ocorrência de provável fermentação, não sendo a dose 0,75% suficiente para inibir o processo fermentativo da cana-de-açúcar. Apesar dessas variações obtidas nas temperaturas da cana-de-açúcar tratada com as diferentes doses de CaO, acredita-se que esta não teve influência sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, uma vez que a temperatura da cana de açúcar não ultrapassou em momento algum os valores relatados para o ambiente ruminal 39 – 42°C (Kozloski, 2002). Além disso, quando o concentrado era misturado à cana-de-açúcar no momento do oferecimento das dietas, pressupõe-se diminuição dos valores relatados anteriormente.

As médias obtidas para os consumos estimados pelo NRC (2001) e os consumos observados, o coeficiente de variação (CV), as estimativas dos parâmetros da regressão e os níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo estimado e observado são apresentados na Tabela 7.

Tabela 7 - Médias, coeficiente de variação (CV), estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta digestível (CPBD), extrato etéreo digestível (CEED), fibra em detergente neutro digestível (CFDND), carboidrato não fibroso digestível (CCNFD) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas

Item	Médias (kg/dia)			Regressão Linear			
				Intercepto		Coeficiente de Inclinação	
	Observado	Estimado	CV(%)	Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b
CMS	4,943	4,661	7,2	1,4329	0,0003	0,6531	P<0,0001
CPBD	0,554	0,446	18,2	0,1743	0,0065	0,4908	P<0,0001
CEED	0,100	0,097	15,9	0,0086	0,5381	0,8897	0,4174
CFDND	0,959	1,275	9,8	0,4424	0,0007	0,8677	0,2410
CCNFD	1,146	0,840	20,6	0,0309	0,8619	0,7062	0,0642
CNDT	2,884	2,319	12,9	0,6737	0,0307	0,5751	0,0003

^a/ H₀: β₀ = 0; H_a: β₀ ≠ 0 . ^b/ H₀: β₁ = 1; H_a: β₁ ≠ 1.

A avaliação estatística do coeficiente de inclinação da reta para o consumo de MS apontou não-aceitação da hipótese de nulidade (P<0,01) (Tabela 7). O mesmo foi observado para o intercepto, o qual a análise estatística também indicou não-aceitação da

hipótese de nulidade, apontando, portanto, na relação analisada, a existência de um valor constante (vício) subtraído aos valores estimados de forma independente aos valores observados. Submetendo-se esta variável ao ajuste de equação de regressão sem considerar o intercepto, observou-se subestimação do consumo de MS estimado pelo NRC (2001) em relação ao observado, apresentando vício global de -7,3% (Tabela 8). O comportamento dos valores estimados em relação aos observados para a variável consumo de MS pode ser verificado na Figura 2, o qual apresenta a distribuição dos pontos em relação à reta de igualdade ($x = y$).

Tabela 8 - Estimativas de vícios globais obtidos para consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta digestível (CPBD), carboidratos não fibrosos digestíveis (CCNFD) e nutrientes digestíveis totais (CNDT)

Item	Vício global ¹
CMS	-7,3%
CPBD	-22,7%
CCNFD	-26,8%
CNDT	-20,9%

¹ Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para o CMS, CPBD, CCNF e CNDT (Tabela 7), o vício global foi estimado segundo a proposição de Detmman et al. (2005): $B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$.

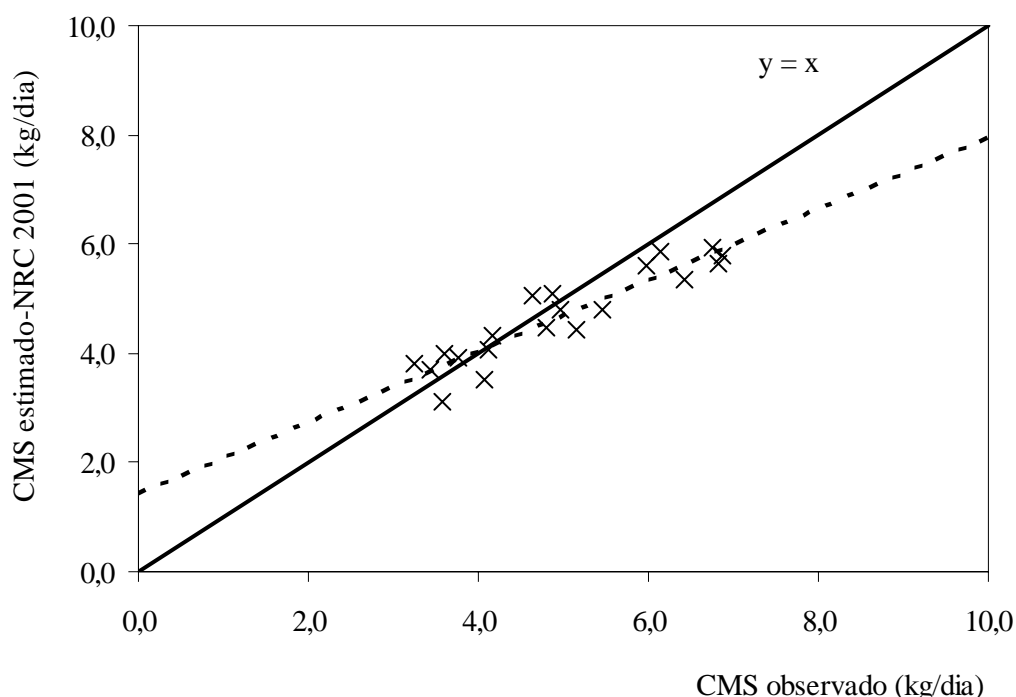


Figura 2 - Relação entre consumo de matéria seca (CMS) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

Os resultados obtidos para o consumo de MS estão em concordância com os obtidos por Oliveira (2005), que relatou presença de vício global de -5,9% para a relação entre consumo estimado pelo NRC (2001) e observado. Ao avaliar a relação entre o consumo de MS estimado pelos sistemas NRC (1989), CNCPS 5.0 e AFRC (1993) com os observados no experimento, o autor observou também subestimação dos consumos, com presença de maiores vícios globais -17,6; -17,1 e -11,9%, respectivamente.

No tocante aos consumos de PB, EE, FDN e CNF digestíveis e NDT, a análise estatística apontou não-aceitação da hipótese de nulidade para o intercepto sobre os consumos de PB e FDN digestível ($P < 0,01$) e NDT ($P < 0,04$) (Tabela 7). Por outro lado, na avaliação estatística dos coeficientes de inclinação das retas para os consumos dos nutrientes digestíveis e do NDT, verificou-se não-aceitação da hipótese de nulidade para os consumos de PB ($P < 0,01$) e CNF ($P < 0,07$) digestíveis e para o consumo de NDT ($P < 0,01$). Verificou-se aceitação de ambas as hipóteses de nulidades para o consumo de EE digestível, denotando ausência de vício constante sobre essa variável. O comportamento dessa variável pode ser melhor visualizado na Figura 4, no qual pode-se observar a distribuição dos pontos mais próxima da reta de igualdade ($x = y$) e o adequado ajuste da reta de mínimos quadrados.

A ausência de efeito sobre a hipótese de nulidade para o coeficiente de inclinação da reta e a não-aceitação da hipótese de nulidade para o intercepto ($P < 0,01$) para o consumo de FDN digestível, conforme apresentado na Tabela 7, apontou vício de 0,44 kg/dia para esta variável. Já para os consumos de PB e CNF digestíveis e NDT, os quais tiveram as hipóteses de nulidade associadas às estimativas dos coeficientes de inclinação rejeitadas, os vícios globais estimados foram -22,7; -26,8 e -20,9%, respectivamente (Tabela 8). Esse comportamento vicioso observado para estas variáveis (consumo de PB e CNF digestíveis e consumo de NDT) pode ser melhor visualizado pela elevada concentração de pontos abaixo da reta de igualdade ($x = y$) nas Figuras 3, 6 e 7, respectivamente, denotando subestimação dos consumos desses nutrientes.

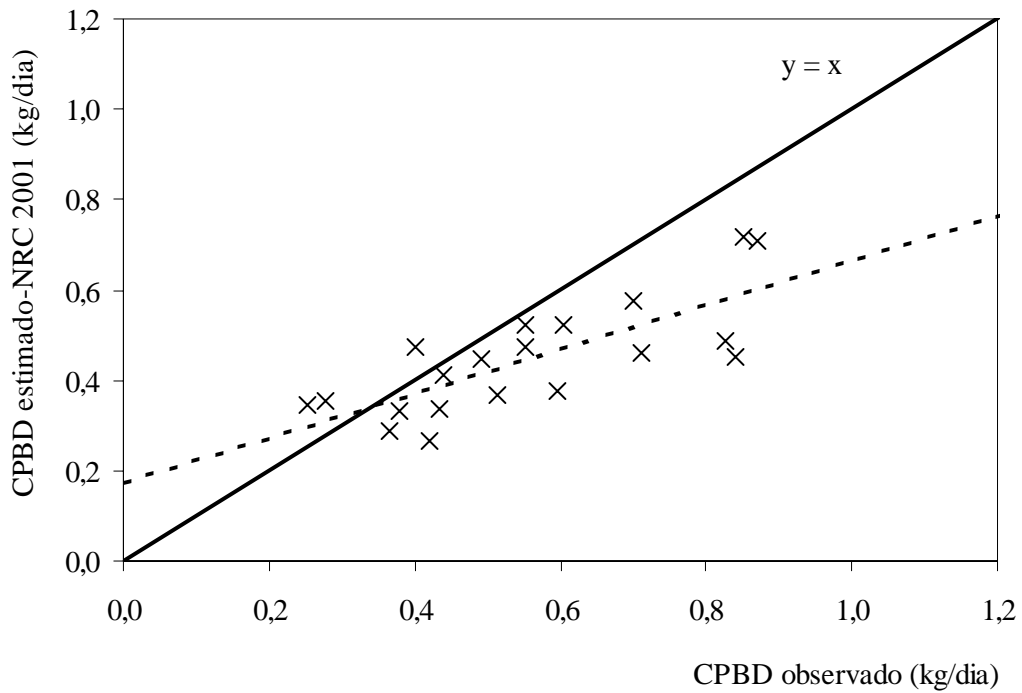


Figura 3 - Relação entre consumo de proteína bruta digestível (CPBD) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

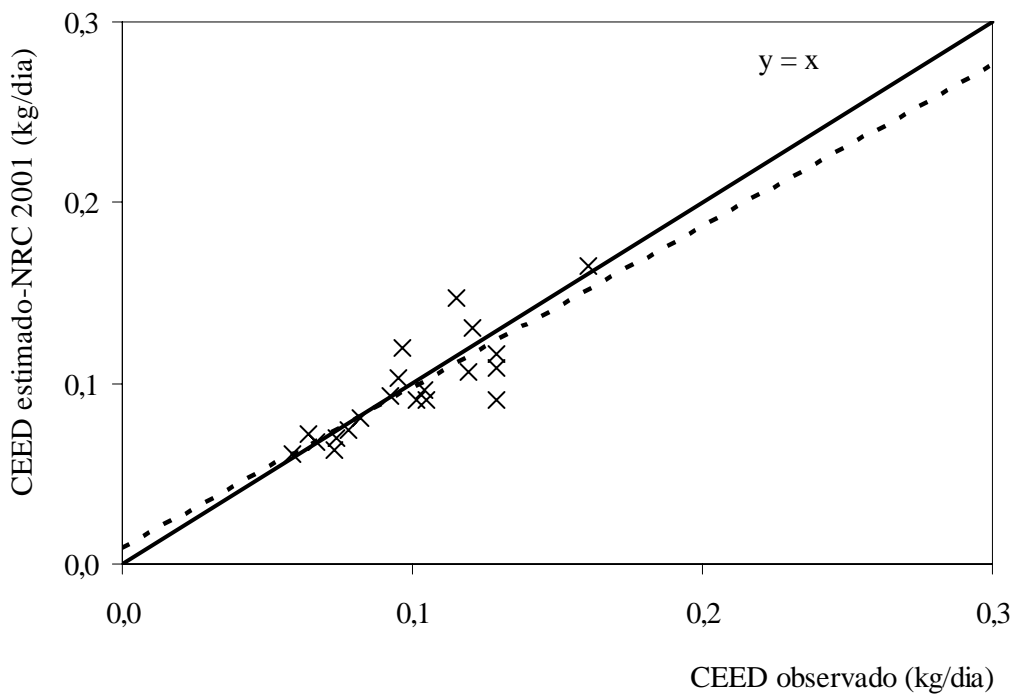


Figura 4 - Relação entre consumo de extrato etéreo digestível (CEED) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

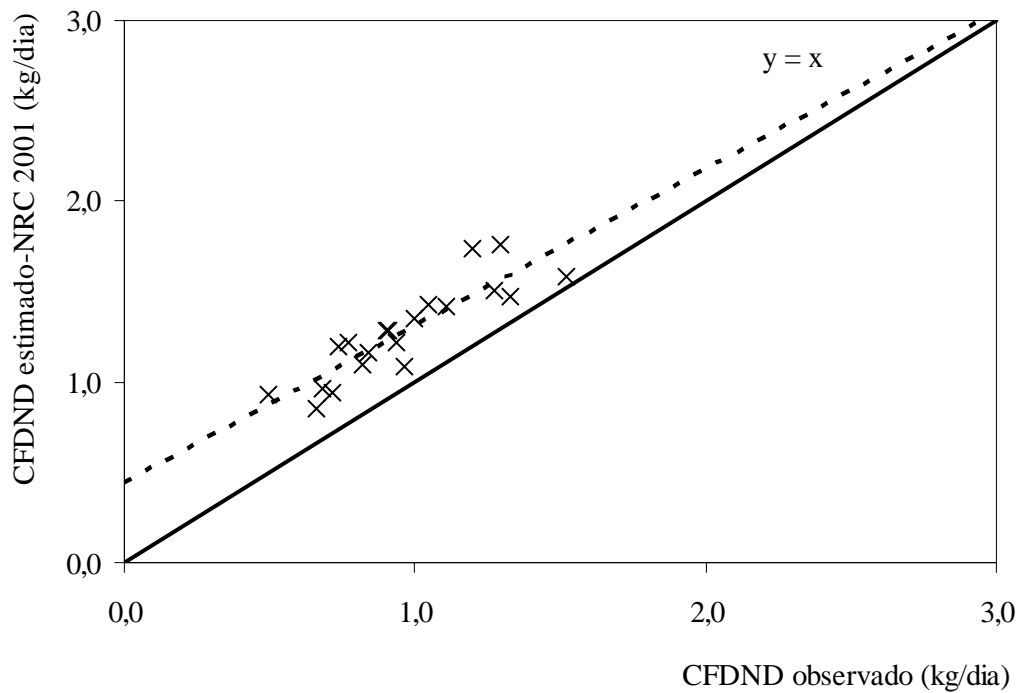


Figura 5 - Relação entre consumo de fibra em detergente neutro digestível (CFDND) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

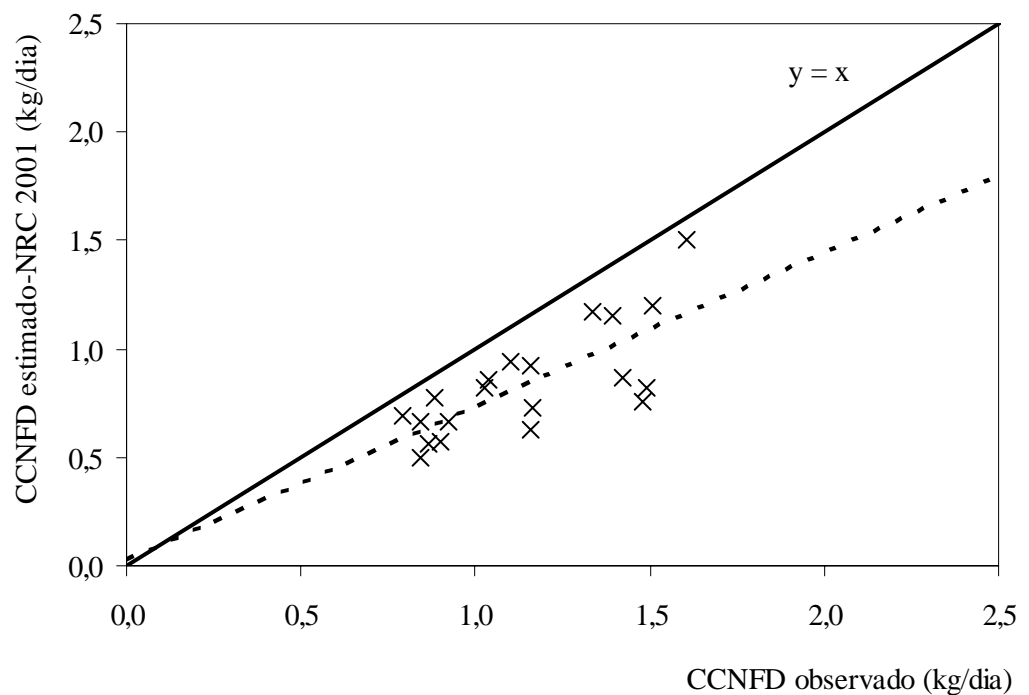


Figura 6 - Relação entre consumo de carboidrato não fibroso digestível (CCNFD) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

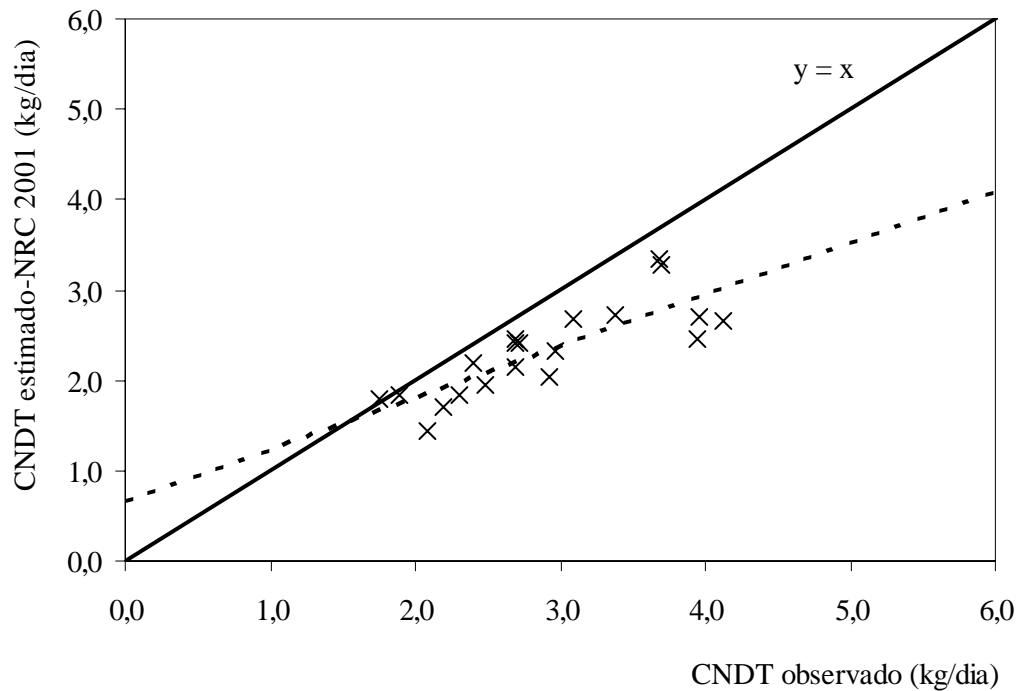


Figura 7 - Relação entre consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2001) em novilhas (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

Conclusões

O tratamento químico da cana-de-açúcar com óxido de cálcio em doses de até 2,25%, não melhora o consumo nem a digestibilidade dos nutrientes em novilhas mestiças, não sendo, portanto, recomendado.

O sistema de equações do NRC (2001) não se apresenta adequado para estimar o consumo de matéria seca e das frações digestíveis de dietas contendo cana-de-açúcar para novilhas mestiças nas condições tropicais.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). **Energy and protein requirement of ruminant**. Wallingford, UK. CAB internacional 1993, 159p.
- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- CAMPOS, M.M. **Valor nutritivo da cana-de-açúcar adicionada ou não com óxido de cálcio com diferentes níveis de uréia em ovinos**. 2007. 67p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, Belo Horizonte, 2007.
- CARDOSO, G.C.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. et al. Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004 (suplemento 2).
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- CNCPS 5.0 – **Sistema de carboidratos e proteínas líquidos para avaliação da nutrição de rebanhos e excreção de nutrientes**: documentação do Modelo CNCPS. / Fox, D.G. et al. Tradução: Lopes, F.C.F. et al. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2003. 202p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C. Avaliação nutricional de alimentos ou de dietas? Uma abordagem conceitual. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 6, 2008, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2008. p.21-51.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.

- GARCIA, R.; NEIVA, J.N.M. Utilização da amonização na melhoria da qualidade de volumosos para ruminantes. SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Salvador. **Anais...** Salvador: 1994. p.41-57.
- HADDAD, S.G.; GRANT, R.J.; KACHMAN, S.D. Effect of wheat straw treated with alkali on ruminal function and lactational performance of dairy cows. **Journal of Animal Science**, v.81, n.7, p.1956-1965, 1998.
- HADDAD, S.G.; GRANT, R.J.; KLOPFENSTEIN, T.J. Digestibility of alkali-treated wheat straw measured *in vitro* or in vivo using Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v.73, n.2, p.3258-3265, 1995.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: UFSM, 2002. 140p.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K. et al. 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.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 6 ed. Washinton, DC: National Academic Press. 1989. 157p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, L.G.; MATTOS, W.R.S. Alimentos volumosos para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CNBA, 2000. p.85-100.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 1, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.49-74.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005, 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO. S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.

- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2461-2468, 2006.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. de. et al. Avaliação do consumo de silagens de sorgo tratadas com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio na alimentação de novilhas $\frac{3}{4}$ Indubrazil/Holandês. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1525-1531, 2003.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com óxido cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. Maringá: UEM, 2002. 162p.
- RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- ROCHA JR., V.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimação do valor energético dos alimentos para ruminantes**. 2002. 252p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.
- ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos e validação das equações propostas pelo NRC (2001). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.480-490, 2003.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, S.C. **A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar**. In: PEIXOTO, A.M. et al (Ed). **Volumosos para bovinos**. 1.ed. Piracicaba: FEALQ, 1993. p. 59-74.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, R.M.A. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho**. 2005. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, P.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. In: **VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS**, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.71-86.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

CAPÍTULO 8

Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentrações de uréia e síntese de proteína microbiana em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: O trabalho foi realizado para avaliar o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Utilizaram-se 20 novilhas, mestiças de Holandês-Zebu, com peso corporal médio inicial de 200 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições. Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. O período experimental foi de 21 dias, sendo a coleta de dados realizada nos sete dias finais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 14% de proteína bruta e apresentaram 71% de cana-de-açúcar (com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO, em percentagem da matéria natural) corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 29% de concentrado. A cana-de-açúcar com as doses de CaO foi fornecida aos animais após 24 horas de tratamento. Houve redução linear do número de mastigações diárias ($P < 0,05$) e do tempo total de mastigação (min/dia) ($P < 0,01$). A eficiência de ruminação (n° bolos/dia) associou-se de forma linear e negativamente com as doses de CaO. O balanço de N também foi influenciado pelas doses de CaO adicionadas à cana-de-açúcar, registrando-se redução tanto no consumo como na quantidade de N digerido e retido. O teor de N retido (% do N ingerido e do digerido) também decresceu linearmente ($P < 0,01$). A utilização de doses de CaO de até 2,25% no tratamento da cana-de-açúcar não afetam as concentrações de uréia na urina e no plasma, a excreção de uréia na urina e a síntese de proteína microbiana em novilhas .

Palavras-chave: alimentação, plasma, purinas microbianas, retenção de nitrogênio, ruminação

Ingestive behavior, nitrogen balance, urea concentrations and microbial protein synthesis in heifers fed with diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The work was realized to evaluate the ingestive behavior, the nitrogen (N) balance, the urea concentrations in urine and plasma and the microbial protein synthesis in heifers fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). Twenty Holstein-zebu crossbred dairy heifers, with 200 kg average initial body weight were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and five repetitions. The animals were housed in covered individual barns, with concrete floor, provided with individual concrete trough for feeding and automatic drinkers, common to each two barns. The experimental period was of 21 days, with data collection realized at the last seven days. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 14% crude protein and presented 71% sugar cane (with 0; 0.75; 1.5 and 2.25% CaO, in natural matter percentage) corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 29% of concentrate. The sugar cane with the CaO doses was offered to the animals after 24 hours of treatment. There was linear reduction of the number of daily mastication's ($P<0.05$) and of total time of mastication (min/day) ($P<0.01$). The rumination efficiency (number of bolus/day) had linear negatively with the CaO doses added to sugar cane. The animals' N balance was also affected by the CaO doses added to sugar cane, registering reduction also of the intake as of the digested and retained N quantity. The retained N content (% of N ingested and digested) also decreased linearly ($P<0.01$). The use of the CaO doses of up to 2.25% in sugar cane treatment did not affected the urine and plasma urea concentrations, the urine urea excretion and the microbial protein synthesis in dairy heifers.

Key words: feeding, plasma, microbial purines, nitrogen retention, rumination

Introdução

Novilhas mestiças, consideradas animais de reposição que serão as futuras sucessoras das matrizes em lactação, apresentam grande destaque no sistema de produção de leite e devem ser alimentadas com dietas adequadamente balanceadas para atenderem as exigências de crescimento. O elevado custo de alimentação nessa fase tem sido muito discutido e é considerado na maioria das situações, o responsável pelos baixos índices produtivos desses animais nesta fase (Chizzotti, 2004).

Os bons índices de ganho de peso verificados em animais alimentados com silagem de milho é o principal motivo pelo qual, produtores têm adotado esta prática (Valadares Filho et al., 2002). Entretanto, a considerável demanda de investimentos em recursos técnicos e financeiros para adoção desta tecnologia, tem resultado na constante busca por alternativas alimentares de baixo custo que supram à demanda de nutrientes dos ruminantes em períodos estratégicos.

De acordo com Nussio et al. (2002), um importante fator na escolha do volumoso a ser utilizado é sua associação com a oferta e qualidade da forragem presente na pastagem, como forma de garantir um bom desempenho biológico e econômico dos animais. Além disso, o bom desempenho animal e uma maior eficiência de uso dos recursos forrageiros poderão ser alcançados pela correta associação entre volumosos suplementares (Nussio et al., 2001).

Os problemas decorrentes da sazonalidade de produção de forragem no Brasil podem provocar grandes prejuízos à criação de animais, contudo, o uso de volumosos como a cana-de-açúcar apresenta-se como alternativa promissora na alimentação de ruminantes, especialmente para o período seco. O uso da cana-de-açúcar na dieta de bovinos tem sido justificado devido esta forrageira ser de fácil cultivo e apresentar elevada produção de energia e baixo custo de matéria seca produzida por unidade de área cultivada; além da coincidência de sua maior disponibilidade com o período de escassez de forragem e a manutenção do valor nutritivo por longo tempo após a maturação (Fernandes et al., 2001; Magalhães et al., 2004).

O uso de aditivos químicos como forma de melhorar o valor nutritivo da cana-de-açúcar foi pesquisada por diversos autores (Ferreira, 2005; Oliveira et al., 2007, Balieiro Neto et al., 2007). A utilização desses produtos teve como objetivo principal provocar alterações na fração fibrosa, por meio da solubilização de componentes da parede celular como a hemicelulose e o rompimento dessas estruturas, para promover melhorias significativas na digestibilidade da cana-de-açúcar, uma vez que a baixa digestibilidade dos

componentes da parede celular deste volumoso é apontado como um dos principais entraves à sua plena utilização na alimentação de ruminantes.

A utilização de uréia em dietas de ruminantes tem sido uma opção viável ao fornecimento de nitrogênio (N) para suprir a demanda ruminal, à síntese microbiana. No caso específico da cana-de-açúcar, que apresenta baixos teores de proteína em sua composição química, a uréia tem sido uma excelente alternativa para corrigir tal deficiência. O fornecimento de fontes extras de N não protéico, no entanto, pode provocar perdas nitrogenadas, pois Valadares et al. (1997) comentaram que concentrações de N no plasma e na urina estão relacionadas, sendo que valores entre 14,0 e 16,0 mg/dL de N-uréico plasmático, representariam limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética.

Segundo Welch (1982), elevados teores de fibra indigestível em dietas para ruminantes afeta o consumo de nutrientes, contudo não incrementa a ruminação em mais de 8 ou 9 horas/dia, sendo a eficácia de ruminação importante no controle da utilização de alimentos fibrosos, como é o caso da cana-de-açúcar. De acordo com Silva et al. (2004), a avaliação do comportamento ingestivo em estudos que contemplam diferentes dietas para animais ruminantes, poderá propiciar descobertas a situações não consideradas ou mal compreendidas, principalmente quanto às práticas de manejo. Além disso, as respostas comportamentais poderão ser utilizadas como ferramentas para a avaliação de dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para a obtenção de melhor desempenho (Mendonça et al., 2004).

O trabalho foi desenvolvido para avaliar o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com doses de óxido de cálcio.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 20 novilhas mestiças Holandês-Zebu ($\frac{3}{4}$ Gir x Holandês), com peso corporal médio inicial de 200 kg, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições.

Os animais foram alojados em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático,

comum a duas baias e alimentados contendo 71% de cana-de-açúcar hidrolisada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 29% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	71,0
Fubá de milho	54,8	15,9
Farelo de soja	39,4	11,4
Calcário calcítico	2,0	0,59
Fosfato bicálcico	1,5	0,46
Mistura mineral ²	2,3	0,65

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN). ² Quantidade/kg do produto: Ca - 175 g, P - 60 g, Na - 107 g, Mg - 5 g, S - 12 g, Co - 70 mg, Cu - 1200 mg, I - 70 mg, Mn - 1000 mg, Ni - 30 mg, Se - 18 mg, Zn - 4000 mg, Fe - 14000 mg.

A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do oferecimento das dietas, todos os dias, pela manhã e pela tarde. A cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi processada em desintegradora estacionária, pesada e espalhada em piso de alvenaria e tratada com as doses de CaO descritas anteriormente. Em seguida foi armazenada e fornecida aos animais após 24 horas.

A cana-de-açúcar em todos os tratamentos, no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural. Nesse procedimento, a uréia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada em cada tratamento, diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de uréia/litro de água) e distribuída à cana-de-açúcar com o auxílio de um regador. As dietas (Tabela 2) foram calculadas para serem isoprotéicas (14% de PB) e conterem nutrientes suficientes para ganho de peso de 0,6 kg/dia (NRC, 2001).

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água.

O experimento teve duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais e sete dias de coleta. Os alimentos foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o

experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente. Durante o período de coleta, 15^o ao 21^o dia, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,3	47,9	48,5	49,0
MO ²	95,0	92,8	91,1	88,3
PB ²	14,6	14,7	14,4	14,8
PIDN ³	17,8	22,1	21,3	22,9
PIDA ³	8,6	12,2	11,9	7,6
EE ²	2,1	2,5	2,8	2,5
Cinza ²	5,0	7,2	8,9	11,7
CT ²	74,6	74,1	73,6	71,9
FDN ²	54,0	54,0	51,5	50,0
FDNcp ²	48,9	48,6	46,3	43,1
FDNi ²	21,7	22,1	20,4	17,0
FDNpD	32,3	31,9	31,1	33,0
CNF ²	25,7	25,5	27,3	28,8
CNFcp ²	29,2	26,9	27,4	27,8
FDA ²	34,1	34,4	33,3	28,5
Hemicelulose ²	19,8	19,6	18,2	21,6
Celulose ²	27,0	26,9	26,5	24,1
Lignina ²	5,2	5,7	5,0	4,3
MSPD ²	77,4	77,0	78,6	82,1
NDT ^{2,4}	61,4	60,7	62,5	62,9

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e processadas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises químicas.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$

sendo que, nas equações acima:

$FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais, os mesmos foram submetidos a períodos de observação visual no 19º e 20º dia, sendo os animais no 12º dia observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

No dia seguinte, 20º dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Foi avaliado nesses períodos o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo. Esse procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimativa das variáveis comportamentais, alimentação e ruminação (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 19º e 20º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 20º ao 21º dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

A coleta de fezes dos animais ocorreu em durante dois dias alternados, em horários diferentes (às 12h00 e às 17h00) entre o 20º e 21º dia do experimento. As amostras de fezes foram pré-secadas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, compostas por animal e posteriormente armazenadas para as análises. Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007). Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrado), sobras e fezes foram incubadas por 240 horas (Casali et al. 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-Zebu recebendo dieta mista. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

No 21º dia foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de uréia, nitrogênio, creatinina, alantoína e ácido úrico.

A coleta de sangue foi realizada na veia jugular, no 21º dia, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos (*Vacutainer*TM) de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos e o plasma acondicionado em ependorfs, foi mantido congelado (-20°C) até a realização das análises.

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e uréia na urina e plasma foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de uréia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva & Queiroz, 2002).

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado como: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

A excreção de creatinina (mg/kg PV) utilizada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras *spots* foi obtida para cada animal, segundo a equação descrita por Chizzotti (2004):

$$EC = 32,27 - 0,01093 \times PV$$

em que: EC = excreção diária de creatinina (mg/kg PV); e PV = peso vivo (kg).

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PV/dia) obtida na equação anterior e concentração média de creatinina (mg/dL) nas amostras de urina, *spot*, multiplicando-se pelo respectivo PV do animal.

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantóina e ácido úrico excretadas na urina. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio das equação proposta por Verbic et al. (1990):

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

em que: PA são as purinas absorvidas (mmol/dia); e PT corresponde às purinas totais (mmol/dia).; 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM(g/dia) = \frac{70 \times PA}{0,83 \times 0,116 \times 1000}$$

Assumindo-se o valor de 70 para o conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação $N_{PURINA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias.

Nas análises estatísticas dos resultados, procedeu-se à decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	<i>Cana in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (*cana in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

O consumo de MS e FDNcp, em kg/dia, e as atividades de alimentação, expressas em min/dia, min/kg MS e min/kg FDN, não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar, não sendo verificado efeito significativo ($P>0,05$) para nenhum dos contrastes avaliados (Tabela 4).

No tocante a atividade de mastigação (nº/dia e min/dia), a mesma mostrou-se relacionado de forma linear e negativamente ($P<0,05$) com as doses CaO, enquanto as atividades expressas em min/kg MS e min/kg FDN não foram afetadas (Tabela 4).

A ausência de efeito observado nas atividades de alimentação acompanhou o consumo de MS, o qual não foi influenciado pelas doses de CaO na cana-de-açúcar. Variações no consumo de alimentos e conseqüentemente nos tempos de alimentação têm sido relatadas em trabalhos com dietas contendo diferentes teores de FDN (Dado & Allen, 1995; Carvalho et al., 2006). Nesses trabalhos a elevação do tempo de alimentação e ruminação provocou redução no tempo de ócio, fato este não verificado no presente estudo. Os valores observados nos tempos de alimentação, em min/dia, entretanto, apresentaram-se tendenciosos à redução.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes dos consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)s

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
Consumo em 24 horas (kg)								
CMS	5,2	5,0	4,6	4,6	27,2	ns	ns	ns
CFDNcp	2,7	2,4	2,1	2,0	27,6	ns	ns	ns
Alimentação								
Min/dia	302,0	311,0	297,0	278,0	19,7	ns	ns	ns
Min/kg MS	57,9	68,9	70,0	63,1	39,2	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	121,0	145,3	148,5	146,1	37,1	ns	ns	ns
Ruminação								
Min/dia	482,0	484,0	457,0	411,0	13,6	ns	ns	ns
Min/kg MS	88,9	103,6	106,3	92,7	27,4	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	185,9	217,3	228,3	215,0	26,4	ns	ns	ns
Mastigação								
Nº/bolo	61,3	56,4	57,3	62,4	14,5	ns	ns	ns
Seg/bolo	60,6	51,0	51,7	62,4	16,2	ns	ns	ns
Nº/dia ²	29394	32669	30496	24797	18,6	ns	*	ns
Min/dia ³	784,0	795,0	754,0	689,0	7,3	ns	**	ns
Min/kg MS	146,9	172,6	176,3	155,7	29,3	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	306,9	362,6	376,8	361,1	27,7	ns	ns	ns
Ócio								
Min/dia	656,0	645,0	686,0	751,0	9,1	ns	ns	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 37193,7 - 5248,37X$ ($r^2 = 0,9373$). ^{3/} $\hat{Y} = 852,0 - 70,6667X$ ($r^2 = 0,9832$).

As propriedades físicas e químicas da dieta influenciam o tempo gasto pelo animal na atividade de alimentação e ruminação, sendo proporcional ao teor de parede celular dos volumosos (Van Soest, 1994). Relacionando-se essa informação com os resultados obtidos neste estudo, verifica-se que de fato houve influência do aditivo utilizado no tratamento da cana-de-açúcar sobre a eficiência de ruminação (número de bolos/dia), contudo, não foi suficiente para provocar alterações significativas na eficiência em alimentação. Com a inclusão das doses de CaO no tratamento da cana-de-açúcar, houve redução nos teores de

fibra no material, o qual no balanceamento das dietas proporcionaram pequenas variações no teor de FDN das mesmas (Tabela 2). Assim, é possível que essa redução no teor de FDN, associada à diminuição do teor de FDNi tenha surtido efeito sobre o mecanismo de ruminação dos animais. Além disso, mesmo sem efeito significativo observado para o consumo de MS e o tempo de alimentação, é possível que estes tenham refletido na atividade de ruminação, pois em termos de valores absolutos, menores médias de consumo de MS e atividade de alimentação foram observadas nas dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO.

Welch (1982) afirmou que o comportamento ingestivo em ruminantes varia de acordo com as características do alimento, como recurso para manter o consumo de nutrientes e o seu potencial produtivo. Esse mesmo autor relatou, no entanto, que essa capacidade adaptativa é limitada e que o aumento do fornecimento de fibra indigestível não incrementa o tempo de ruminação em mais de 480 ou 540 minutos por dia. Os resultados observados neste trabalho para a atividade em ruminação em 24 horas estão de acordo com essas considerações feitas pelo autor, uma vez que foi verificado valores médios de 482,0; 484,0; 457,0 e 411,0 min/dia, respectivamente, nos tratamentos cana-de-açúcar *in natura* e cana-de-açúcar com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO.

Resultados superiores aos observados neste estudo para o tempo despendido em ruminação foram verificados por Miranda et al. (1999), os quais avaliaram dietas contendo cana-de-açúcar associadas com duas fontes de nitrogênio (uréia e cama de frango) e duas de probiótico (levedura e microbiota ruminal) na alimentação de novilhas mestiças, relatando valores variando de 571,2 a 589,2 min/dia.

É possível que o efeito das doses de CaO na cana-de-açúcar observado sobre a atividade de ruminação em 24 horas e a variação nos tempos de alimentação tenham influenciado o tempo de mastigação total, uma vez que este é obtido a partir do somatório dessas duas atividades. De acordo com Van Soest (1994), a atividade de mastigação está associada à taxa de secreção salivar, à solubilização de componentes do alimento e à quebra de partículas, os quais contribuem para a colonização das partículas pelos microrganismos ruminais, influenciando a taxa de passagem, o tempo de retenção e consequentemente, a digestibilidade dos alimentos. Em estudo conduzido por Silva et al. (2005) com novilhas mestiças, os autores avaliaram dietas contendo silagem de capim-elefante com níveis de bagaço de mandioca (5, 10, 15 e 20%, com base na MN) e relataram valores de tempo de mastigação total variando de 602,5 a 819,4 min/dia, o que está de

acordo com os valores observados no presente estudo de 784,0; 795,0; 754,0 e 689,0 min/dia, respectivamente, nas doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO na cana-de-açúcar.

Os tempos despendidos nas atividades de mastigação de MS e de FDNcp não foram influenciados ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar e foram superiores aos relatados por Mendes Neto et al. (2007) para novilhas, os quais verificaram valores de 86,2 a 124,5 min/kg MS e de 244,1 a 255,2 min/kg FDN para a atividade de mastigação em 24 horas, ao utilizarem dietas contendo polpa cítrica em substituição ao feno de Tifton-85. Os maiores valores de atividade de mastigação observados no presente trabalho advém dos maiores teores de FDN das dietas, os quais foram formuladas à base de cana-de-açúcar que é um volumoso altamente fibroso e que contem em sua maioria, fibra de lenta taxa de digestão.

Diante dos valores observados por Mendes Neto et al. (2007) para tempo despendido na mastigação de bolos ruminais em novilhas, variando de 49,1 a 59,7 seg/bolo, próximos aos valores obtidos neste estudo, pressupõe-se que o ritmo de mastigação/bolo o qual influencia diretamente o tempo/bolo não é influenciado de forma efetiva pelas características da dieta, uma vez que tanto os alimentos como a composição química das dietas foram diferentes entre os experimentos. Provavelmente os animais devem compensar essa ausência de eficiência no número de mastigações/bolo para dietas com características nutricionais diferentes pelo aumento no tempo total em ruminação, o que por consequência aumenta o número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência em alimentação, em g MS e FDN/hora, e a eficiência em ruminação, expressa em g MS e FDN/bolo e g MS e FDN/hora, não foram influenciadas pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 5). Verificou-se, entretanto, associação linear e negativa ($P<0,05$) do número de bolos ruminados diários com as doses de CaO.

É possível que o comportamento verificado para o tempo de ruminação, já discutido anteriormente, tenha refletido sobre o comportamento observado para o número de bolos ruminados diários, pois tal eficiência é melhorada quando se tem incrementos no consumo voluntário e manutenção da atividade de ruminação e constância nos ritmos de mastigações/bolo, fato este não observado no presente estudo.

Os valores observados para quantidade de MS e FDN ruminada por bolo obtidas neste estudo de 12,0; 9,0; 8,6 e 11,7 g MS/bolo e de 5,8; 4,3; 4,0 e 5,0 g FDN/bolo foram próximos aos observados por Silva et al. (2005) que também avaliaram o comportamento ingestivo de novilhas, relatando valores médios variando entre 10,7 e 12,0 g MS/bolo e 4,4 e 5,2 g FDN/bolo.

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes das eficiências em alimentação e ruminação em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Eficiência em alimentação								
g MS/hora	1184,8	1033,8	956,8	1004,8	37,9	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	570,7	492,6	442,5	427,9	38,5	ns	ns	ns
Eficiência em ruminação								
Bolos (n ^o /dia) ²	486,6	596,3	537,1	398,1	22,1	ns	*	ns
g MS/bolo	12,0	9,0	8,6	11,7	34,3	ns	ns	ns
g FDNcp/bolo	5,8	4,3	4,0	5,0	35,4	ns	ns	ns
g MS/hora	701,2	628,5	603,6	672,5	25,9	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	337,6	298,7	281,8	286,2	26,1	ns	ns	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 708,722 - 132,159X$ ($r^2 = 0,9467$).

Sendo a eficiência de ruminação um importante mecanismo no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade (Carvalho et al., 2006), potencializada para manter os níveis de ingestão dos alimentos quando estes apresentam altos teores de parede celular, ao analisar os coeficientes de eficiência em ruminação obtidos no presente trabalho fica comprovada a baixa eficácia do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar, uma vez que a ingestão de MS e FDN não foram melhoradas. Aumento no consumo de nutrientes tem sido relatado em outros trabalhos com uso de aditivos alcalinos, como no de Ezequiel et al. (2005) que trataram a cana-de-açúcar com NaOH. Os incrementos no consumo voluntário decorrem de um dos principais benefícios almejados com a utilização desses produtos que é alterar a fração fibrosa e melhorar a taxa de digestão.

Utilizando cana-de-açúcar em dietas para novilhas, Miranda et al. (1999) relataram valores de eficiência em ruminação variando de 641 a 745 g MS/hora e de 368,5 a 452,4 g FDN/hora, o que é próximo às médias observadas no presente estudo, que variaram entre 603,6 e 701,2 g MS/hora e entre 286,2 e 337,6 g FDN/hora. Esses valores aqui observados também estão em concordância com os relatados por Teixeira (2005), o qual avaliou o comportamento ingestivo também em novilhas e observou eficiências de ruminação variando entre 672,1 e 731,5 g MS/hora e 297,7 a 329,3 g FDN/hora.

Observou-se que todos os tratamentos englobando o CaO apresentaram número de períodos de alimentação menor ($P < 0,05$) e número de períodos de ruminação maior ($P < 0,05$), respectivamente, ao grupo controle (cana *in natura*). Os maiores valores observados no tratamento com cana com CaO para o número de períodos de ruminação refletiu sobre os valores de tempo médio despendido por período de ruminação, o qual apresentou menor valor ($P < 0,05$) no grupo de tratamentos com cana com CaO. O consumo médio de MS e FDN por período de alimentação, em kg, não foi influenciado pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes do número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Número de períodos (nº/dia)							
Alimentação ²	22,8	19,2	16,4	19,4	16,7	*	ns	ns
Ruminação	22,8	27,2	25,6	27,2	12,4	*	ns	ns
Ócio	33,0	36,6	33,4	37,8	12,1	ns	ns	ns
	Tempo gasto por período (min)							
Alimentação ³	13,3	16,1	18,4	14,5	17,5	ns	ns	ns
Ruminação ⁴	21,7	18,2	17,9	15,1	20,2	*	ns	ns
Ócio	20,3	17,7	20,6	19,9	10,7	ns	ns	ns
	Consumo médio por período de alimentação (kg)							
MS	0,262	0,268	0,283	0,246	36,8	ns	ns	ns
FDNcp	0,126	0,128	0,132	0,104	37,4	ns	ns	ns

^{1/} (ns) e (*): não-significativo ($P > 0,05$) e significativo ao nível de 0,05 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Os valores tendenciosos à redução observados para o consumo de MS neste estudo, possivelmente refletiu no comportamento verificado para o número de períodos de alimentação. O consumo diário de alimentos pode ser descrito pelo número de refeições consumidas por dia, pela duração e pela taxa de alimentação, ou seja, a velocidade em que cada refeição é feita. De acordo com Thiago et al. (1992), cada um desses processos é

resultado de uma complexa interação entre metabolismo do animal e propriedades físicas e químicas da dieta, sendo determinantes da eficiência de utilização do alimento pelo animal.

Em estudo realizado por Mendes Neto et al. (2007) com novilhas, os autores avaliaram o comportamento ingestivo dos animais e verificaram valores de números de períodos de alimentação e ruminação variando entre 10,0 e 11,3 (nº/dia) e 16,3 e 17,6 (nº/dia), respectivamente. Os tempos médios dependido por períodos dessas atividades registrados pelos autores variaram entre 25,3 e 34,1 (min) para a atividade de alimentação e entre 27,6 e 32,0 (min) para a atividade de ruminação. Relacionando-se estes achados com os valores observados no presente trabalho, nota-se que o número de períodos de alimentação (de 16,4 a 22,8, nº/dia) obtido neste estudo foi superior aos observados pelos autores, ocorrendo o mesmo com o número de períodos de ruminação. O volumoso utilizado e as características químicas principalmente quanto à constituição da fração fibrosa, podem explicar as diferenças observadas para o número e tempo médio dependido nas atividades de alimentação e ruminação, uma vez que os autores utilizaram feno de capim-tifton 85 enquanto no presente estudo foi utilizado cana-de-açúcar, que naturalmente apresenta maior teor de fibra de baixa ou lenta digestão. Fica claro, entretanto, que animais ruminantes confinados ajustam o comportamento alimentar incrementando o número de refeições e o número de períodos de ruminação (nº/dia) para compensar a menor taxa de digestão em alimentos com elevada fração fibrosa de baixa digestibilidade, como é o caso da cana-de-açúcar. Pressupõe-se que à medida que pequenas porções dos alimentos vão sendo degradadas e direcionadas aos compartimentos posteriores, ocorre à necessidade de ingestão de mais alimentos, os quais são praticadas realmente em pequenas quantidades, conforme se observa pelos valores de consumo médio por período de alimentação, expresso em kg MS e FDN/refeição, apresentados na Tabela 6.

As ingestões médias diárias de nitrogênio (N), N excretado nas fezes e urina e balanço de N (N-retido) são apresentados na Tabela 7. Inspeccionando-se o contraste cana-de-açúcar vs. cana com CaO (C vs. CaO, Tabela 7), observou-se menor valor de consumo de N, N digerido (em g/dia e em % do N ingerido) e N retido (g/dia, % do ingerido e em % do digerido) no grupo de tratamentos com cana-de-açúcar com CaO. Rcorrendo-se aos demais contrastes, verificou-se decréscimo linear no teor de N digerido, em g/dia ($P < 0,05$) e em % do N ingerido ($P < 0,01$), e no balanço de nitrogênio ($P < 0,01$), em suas diferentes formas expressadas em função das doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 7). Contudo, a excreção de N via fezes e urina não foram afetadas ($P > 0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar.

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes da ingestão de nitrogênio (N-ING), excreção de nitrogênio nas fezes (N-fezes), nitrogênio digerido (N-DIG), excreção na urina (N-urina) e nitrogênio retido (N-retido) em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
N-ING (g/dia)	152,5	131,3	111,1	97,7	27,8	*	ns	ns
N-fezes (g/dia)	38,1	31,5	34,0	34,6	30,7	ns	ns	ns
N-DIG (g/dia) ²	114,5	99,8	77,1	63,3	28,4	*	*	ns
N-DIG (% do N-ING) ³	75,9	75,5	68,8	64,2	4,9	**	**	ns
N-urina (g/dia)	53,2	54,4	55,8	47,1	27,2	ns	ns	ns
N-retido (g/dia) ⁴	61,2	45,4	21,2	16,1	42,8	**	**	ns
N-retido (% do ING) ⁵	41,2	33,2	17,9	15,4	29,8	**	**	ns
N-retido (% do DIG) ⁶	54,0	43,9	25,7	23,8	26,7	**	**	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 116,541 - 24,3411X$ ($r^2 = 0,9807$). ^{3/} $\hat{Y} = 80,7663 - 7,49334X$ ($r^2 = 0,9897$). ^{4/} $\hat{Y} = 56,8204 - 19,4919X$ ($r^2 = 0,8762$). ^{5/} $\hat{Y} = 40,0008 - 11,9011X$ ($r^2 = 0,8520$). ^{6/} $\hat{Y} = 51,2247 - 13,3983X$ ($r^2 = 0,8222$).

Diante dos resultados verificados para a ingestão de N (g/dia), com menos valor de consumo no grupo de tratamento com cana-de-açúcar com CaO, observa-se que esse aditivo aplicado na cana-de-açúcar provocou efeito negativo sobre o consumo de N, o qual pode ter ocorrido por ocasião de pequena alteração no consumo de MS, que mesmo sem detecção de efeito significativo (P>0,05) para esta variável, tudo indica que as variações observadas com tendência em redução em função das doses de CaO, afetaram a ingestão de N. Esse resultados estão em concordância com os observados por Moraes et al. (2008) que avaliaram a cana-de-açúcar tratada ou não com 1% de CaO por 24 horas antes do fornecimento a novilhas e, do mesmo modo, observaram menor ingestão de N no tratamento com a presença do CaO. Tudo indica que a redução na ingestão de N e fatores relacionados ao metabolismo ruminal tenham refletido no teor de N digerido e consequentemente no balanço de N, os quais reduziram em decorrência do tratamento da cana-de-açúcar com CaO. Diante dos valores de pH de 5,7; 7,7; 9,9 e 11,8 observados na cana-de-açúcar tratada, respectivamente, com as doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25%, sugere-se que o pH ruminal nos animais alimentados com a cana-de-açúcar com as doses de CaO tenha prejudicado a fermentação ruminal, provocando implicações na digestão do N e no

balanço de N. Menores valores de N retido também foram observados por Moraes et al. (2008) ao utilizarem cana-de-açúcar tratada com 1% de CaO na dieta de novilhas, os quais registraram valores de 52,2 e 42,5 g/dia, respectivamente, nas dietas com cana-de-açúcar sem CaO e com 1% de CaO.

Embora Van Soest (1994) tenha afirmado que aumentos na ingestão de N estão associados à maior produção de uréia no fígado e à maior excreção de uréia via urina, enquanto o baixo teor de ingestão de N conduz a uma redução na excreção de uréia na urina para manutenção do *pool* de uréia plasmático, que está sob controle fisiológico homeostático, verifica-se que o a menor ingestão de N observado neste estudo refletiu no balanço de N, mas as excreções de N nas fezes e urina mantiveram-se constantes. O mesmo foi observado para a excreção de uréia na urina (Tabela 8), o qual não foi influenciada ($P>0,05$) pela alteração na ingestão N provocada pela adição do CaO no tratamento da cana-de-açúcar.

As concentrações de N uréico na urina e no plasma e as excreções diárias de uréia e N uréico na urina não foram influenciados ($P>0,05$) pela utilização do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 8). Acredita-se que o fato de ter-se utilizado 1% de uréia na cana-de-açúcar em todos os tratamentos no momento do oferecimento das dietas, tenha contribuído para a ausência de efeito para as concentrações e excreções de uréia e N uréico na urina ou plasma.

De acordo com Broderick & Clayton (1997), a concentração elevada de uréia plasmática está relacionada à utilização ineficiente da PB da dieta. Embora o teor de N retido tenha reduzido conforme evidenciado anteriormente, devido ao menor consumo de N, as concentrações de N uréico no plasma observados no presente estudo mantiveram-se constantes, o que sugere que a similaridade entre esses valores está relacionada com a presença da uréia em proporções semelhantes nas dietas. De acordo com Harmeyer & Martens (1980), a quantidade de uréia sintetizada no fígado é proporcional à concentração de amônia produzida no rúmen e sua concentração sanguínea está diretamente relacionada ao aporte protéico e à relação energia:proteína dietética. De forma geral, as concentrações de N uréico no plasma observadas neste trabalho estão de acordo com valores observados na literatura como os relatados por Moraes et al. (2008) em novilhas alimentadas com cana-de-açúcar tratada ou não com 1% de CaO, os quais registraram valores de 20,5 e 28,3, respectivamente. As concentrações de N-uréico plasmático obtida no presente estudo também se aproximam das observadas por Magalhães et al. (2005), os quais testaram doses

de uréia de 0; 0,65; 1,30; e 1,95% na dieta de novilhos leiteiros e verificaram valores variando entre 12,8 e 18,5 mg/dL.

Tabela 8 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes das concentrações de nitrogênio uréico (N-uréico) na urina e plasma e excreções diárias de uréia e nitrogênio uréico na urina em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
	Concentrações (mg/dL)							
N-uréico na urina	513,0	582,4	574,6	591,9	39,7	ns	ns	ns
N-uréico no plasma	16,5	15,2	14,7	15,9	13,8	ns	ns	ns
	Excreções (g/dia)							
Uréia na urina	100,6	99,3	110,1	91,9	29,9	ns	ns	ns
N-uréico na urina	44,9	44,3	49,2	41,0	29,9	ns	ns	ns
	Excreções (mg/kg PV)							
Uréia na urina	462,8	451,8	512,8	417,7	24,0	ns	ns	ns
N-uréico na urina	206,7	201,8	229,0	186,5	24,0	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo (P>0,05). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

O teor de N-uréico no plasma tem sido utilizado para obtenção de informações adicionais sobre a nutrição protéica de ruminantes, por meio da resposta metabólica à determinada dieta. Desse modo, é possível evitar perdas econômicas advindas do fornecimento excessivo de proteína dietética e possíveis prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais. Neste trabalho os valores não foram afetados pelas doses de CaO na cana-de-açúcar e situaram-se numa faixa entre 14,7 e 16,5 mg/dL. Valadares et al. (1997) afirmaram que as concentrações de N no plasma e na urina estão correlacionadas e que valores de 14,0 a 16 mg/dL de N uréico plasmático representariam limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética.

As excreções de alantoína, ácido úrico e purinas totais e as purinas microbianas absorvidas não foram influenciadas (P>0,05) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 9). Do mesmo modo, a produção de N e PB microbiana (g/dia) e a eficiência microbiana g PB/kg de NDT também não foram afetadas (P>0,05) pelo uso do CaO no tratamento da cana-de-açúcar.

Tabela 9 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes das excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, purinas absorvidas, percentagem de alantoína e ácido úrico nas purinas totais, nitrogênio (N) e proteína bruta (PB) microbiana e eficiência microbiana em novilhas alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Excreções urinárias (mmol/dia)							
Alantoína	116,1	114,3	109,4	106,0	15,9	ns	ns	ns
Ácido úrico	9,3	8,1	8,5	8,3	28,5	ns	ns	ns
Purinas totais	125,5	122,4	117,9	114,3	14,9	ns	ns	ns
	Purinas microbianas (mmol/dia)							
Absorvidas	121,6	118,3	113,2	108,9	17,2	ns	ns	ns
	Em % das purinas totais							
Alantoína	92,7	93,2	92,7	92,6	2,2	ns	ns	ns
Ácido úrico	7,3	6,8	7,3	7,4	28,0	ns	ns	ns
	Síntese de N e PB microbiana (g/dia)							
N-microbiano	88,4	86,0	82,3	79,2	17,2	ns	ns	ns
PB-microbiana	552,6	537,5	514,5	594,8	17,2	ns	ns	ns
	Eficiência microbiana							
g PB/kg NDT	179,0	183,2	191,0	194,1	20,3	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo (P>0,05). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

O valor médio obtido para as excreções de alantoína e ácido úrico no presente estudo, respectivamente, de 111,5 e 8,6 mmol/dia, está de acordo com o valor relatado por Chizzotti et al. (2006) de 111,6 e 10,8 em novilhas com peso vivo de 235 kg, ao avaliarem neste estudo animais com diferentes pesos vivos (523, 453, 315, 235 e 118 kg) sobre as variáveis dos derivados de purinas. Os valores observados pelos autores no tratamento com novilhas pesando 235 kg para as purinas totais (122,4, mmol/dia), purinas absorvidas (126,0, mmol/dia) e síntese de proteína microbiana (499,4 gPBmic/dia) também são próximos aos observados neste trabalho (Tabela 9). Os autores observaram que a eficiência de síntese microbiana não diferiu entre os tratamentos, porém, foram observadas diferenças numéricas entre os animais de diferentes faixas de peso.

A proporção de alantoína nas purinas totais não diferiu entre os tratamentos e apresentou média de 92,8%, sendo próxima aos valores obtidos por Rennó et al (2008), de 91,70 e 93,36%, em dois experimentos e por Chizzotti et al. (2006), de 90,7%. Valores inferiores, de 87,90; 87,17 e 85% foram encontrados por Leão et al. (2004, 2005), Rennó et al. (2000) e Verbic et al. (1990), respectivamente.

As disponibilidades ruminais de energia e N são os fatores nutricionais que mais afetam o crescimento microbiano (Clark et al., 1992) e, portanto, a relação volumoso:concentrado dietética poderia influenciar o crescimento microbiano. Relacionando essas informações com os resultados obtidos no presente estudo, pressupõe-se que a semelhança entre a relação volumoso:concentrado de 71:29 nas dietas experimentais tenha refletido na ausência de efeito significativo para a produção e eficiência microbiana. Taxas mais rápidas de crescimento microbiano atribuídas à maior disponibilidade de nutrientes, associadas à passagem mais rápida de microrganismos para o abomaso, podem reduzir os requisitos de manutenção da microbiota ruminal (Clark et al., 1992) e incrementar a eficiência microbiana.

O valor médio encontrado para eficiência de síntese microbiana foi de 186,8 g PB mic/kg NDT, situou-se em patamares acima daquele referenciado pelo NRC (2001), de 130 g PB mic/kg NDT e Valadares Filho et al. (2006), de 120 g PB mic/kg NDT. A síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e de N no rúmen (Clark et al., 1992; NRC, 2001), de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o N degradável no rúmen (Russell et al., 1992; NRC, 1996). Estima-se que não houve limitação para o crescimento dos microrganismos, contudo, o teor fibroso da cana-de-açúcar pode ter limitado a ingestão de NDT, que acarretou maiores valores de eficiência microbiana.

Conclusões

A atividade de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em novilhas não é afetada pela utilização de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar reduz o tempo de mastigação total de novilhas mestiças, mas não influencia a eficiência de alimentação e ruminação de matéria seca e de fibra em detergente neutro.

O balanço de compostos nitrogenados reduz com a adição de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar. Contudo, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de nitrogênio uréico e uréia na urina não são influenciadas pelo uso do óxido de cálcio.

A utilização de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio para novilhas não altera a produção de compostos nitrogenados microbianos, nem a eficiência de síntese microbiana.

Literatura Citada

- BALIEIRO NETO, G.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. et al. Óxido de cálcio como aditivo na ensilagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1231-1239, 2007.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1805-1812, 2006.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4 p.1813-1821, 2006.
- CLARK, J.H.; KLUSMEYER, T.H.; CAMERON, M.R. Microbial protein synthesis and flows of nitrogen fractions to the duodenum of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.8, p.2304-2323, 1992.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Intake limitation, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber or inert bulk. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.1, p.118-133, 1995.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.
- FERNANDES, A. M.; QUEIROZ, A. C.; LANA, R. P. et al. Estimativas da 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.1350-1357, 2001.

- FERREIRA, A.R. **Avaliação de aditivos químicos na ensilagem de cana-de-açúcar**. 2005, 36p. Dissertação (Mestrado em Produção de Ruminantes) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2005.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.10, p.1707-1728, 1980.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta e extrato etéreo em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1604-1615, 2004.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; RENNÓ, L.N. et al. Consumos e digestibilidades aparentes totais e parciais de carboidratos totais, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos em novilhos submetidos a três níveis de ingestão e duas metodologias de coleta de digestas abomasal e omasal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.670-678, 2005.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de Proteína Microbiana, Concentração Plasmática de Uréia e Excreções de Uréia em Novilhos Alimentados com Diferentes Níveis de Uréia ou Casca de Algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4 p.1400-1407, 2005.
- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, H.B.K. et al. 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.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.

- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: SIMPÓSIO A PRODUÇÃO ANIMAL NA VISÃO DOS BRASILEIROS - REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.253-275.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. et al. **Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização.** In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. 1. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. Digestibilidade da cana-de-açúcar hidrolisada, *in natura* e ensilada para bovinos. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.1, p.41-50, 2007.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: estimativa da produção de proteína microbiana por meio dos derivados de purinas na urina utilizando duas metodologias de coleta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.3 p.546-555, 2008.
- RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; LEÃO, M.I. et al. Estimativa da produção de proteína microbiana pelos derivados de purinas na urina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1223-1234, 2000.
- RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas).** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês x zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia**, v.54, n.205, p.75-85, 2005.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, R.M.A. **Desempenho, síntese de proteína microbiana e comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com casca de café em substituição à silagem de milho.** 2005. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- THIAGO, L.R.L.; GILL, M.; SISSONS, J.W. Studies of conserving grass herbage and frequency of feeding in cattle. **British Journal of Nutrition**, v.67, n.3, p.339-346, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. et al. Modelos nutricionais alternativos para otimização de renda na produção de bovinos de corte. In: SIMCORTE – Simpósio de Produção de Gado de Corte, 3., 2002, Viçosa. **Anais...** Viçosa:UFV, 2002. p.19

- VALADARES, R. F. D.; GONÇALVES, L. C.; SAMPAIO, I. B. M. et al. Níveis de proteínas em deitas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6 p.1264-1269, 1997.
- VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Effect of replacing alfalfa 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.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; CHIZZOTTI, M.L. et al. Degradação ruminal da proteína dos alimentos e síntese de proteína microbiana. In: VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHÃES, K.A. (Eds.) **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos**. Viçosa: DZO-UFV, 2006. p.13-44.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. **Journal of Animal Science**, v.54, n.4, p.885-895, 1982.

CAPÍTULO 9

Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: O experimento foi conduzido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e a produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO). Objetivou-se também avaliar a eficiência de predição do consumo de matéria seca e do valor energético dos alimentos pelo sistema de equações do NRC (2001). Utilizaram-se 16 vacas lactantes, mestiças, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 13% de proteína bruta e apresentaram 85% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO (com base na matéria natural) corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 15% de concentrado. A adição de CaO foi realizada diretamente na cana-de-açúcar, previamente pesados, e fornecida aos animais após 24 horas de tratamento. Os consumos de MS, MO, FDN, FDNcp, CT e CNFcp (kg/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar. Com exceção da digestibilidade dos EE, que não apresentou efeito significativo ($P>0,05$), a digestibilidade dos demais nutrientes (MS, MO, PB, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e o teor de NDT) se comportou de forma quadrática. A produção de leite e a eficiência de MS não foram afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar ($P>0,05$). Os teores de gordura, proteína e lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado (kg/dia) do leite não foram alterados pela adição de CaO à cana-de-açúcar ($P>0,05$). As equações propostas pelo NRC (2001) superestimam os consumos de MS e de PB, FDN e CNF digestíveis e subestimam os de EE digestível e o de NDT. O uso do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar não promove melhorias significativas no consumo e digestibilidade dos nutrientes e nem na produção e composição do leite de vacas. As equações propostas pelo NRC (2001) para estimar o consumo de MS e o valor energético de alimentos não se aplicam para as condições tropicais.

Palavras-chave: aditivo, cal, eficiência alimentar, gordura, matéria seca

Intake, apparent digestibility, milk production and composition of cows fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: The experiment was carried out to evaluate the intake, apparent digestibility of nutrients and milk production and composition of dairy cows fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO). It was also objective to evaluate the prediction efficiency by NRC (2001) system of equations of the dry matter intake and feeds' energetic value. Sixteen crossbred dairy cows were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and four repetitions. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 13% crude protein and presented 85% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% CaO (in natural matter basis) corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 15% of concentrate. The CaO addition was realized directly in sugar cane mass, previously weighted, and offered to the animals 24 hours after treatment. The DM, OM, NDF, NDFap, TC and NFCap intakes (kg/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. With the exception of the EE digestibility, that it didn't present significant effect ($P>0.05$), the other nutrients' digestibility (DM, OM, CP, NDF, NDFap, TC and TDN) had quadratic behavior. Milk production and DM efficiency were not affected by sugar cane addition ($P>0.05$). Milk fat, protein, lactose, total solids and defatted dry extract contents (kg/day) were not altered by CaO addition to sugar cane ($P>0.05$). The equations proposed by NRC (2001) overestimate the DM and CP intakes and digestible NDF and NFC and underestimate that of digestible EE and of TDN. The use of CaO chemical treatment of sugar cane does not promote significant improve in nutrients' intake and digestibility neither in cows' milk production and composition. The equations proposed by NRC (2001) to estimate the DM intake and feeds' energetic value do not apply to tropical conditions.

Key words: additive, lime, feed efficiency, fat dry matter

Introdução

Bovinos de alta produção de leite para terem as exigências de manutenção e produção de leite atendidas, necessitam de dietas com elevadas proporções de concentrados e volumosos de alta qualidade, sendo normalmente confinados durante todo o ano. Vacas em lactação de baixa e média produção, entretanto, são criadas habitualmente em pastagens e suplementadas com pequenas quantidades de concentrado.

De acordo com Vilela et al. (1993) a utilização adequada de pastagens por rebanhos leiteiros pode reduzir significativamente os custos de produção de leite, principalmente pela redução nos dispêndios com alimentos concentrados, com combustíveis e com mão-de-obra. Matos (2002), entretanto, afirmou que entre os custos imputados à produção de leite, o item produção de alimentos e alimentação do rebanho é responsável pela maior proporção dos custos variáveis (40 a 60%), sendo o custo de produção de leite inversamente proporcional à participação do pasto na dieta dos animais.

A perda de vigor e produtividade de forrageiras em determinadas épocas do ano, é um fenômeno típico de regiões de clima tropical. Durante essa fase tão conhecida como período da seca, a suplementação volumosa dos animais leiteiros passa a ser uma necessidade real, da qual dificilmente o produtor poderá abrir mão. Dentre as opções testadas de sistemas de produção de volumosos para alimentação suplementar de vacas em lactação, no Brasil, a utilização de cana-de-açúcar com uréia e sulfato de amônio, tem mostrado vantagens econômicas diante dos outros volumosos, como capineiras, fenos e silagens (Nussio et al., 2000).

A grande adoção da cana-de-açúcar como forma de volumoso suplementar para a seca baseia-se na facilidade e tradição de cultivo, e, sobretudo, por constituir-se em opção competitiva quando comparada à outras fontes de volumosos (Nussio et al., 2003). A cana-de-açúcar é um volumoso de qualidade inferior à silagem de milho (Valadares Filho et al., 2006), porém a sua elevada produtividade associada ao baixo custo de produção garantem a sua presença como volumoso em inúmeras dietas de ruminantes (Valle et al., 1986; Paiva et al., 1991; Vilela et al., 2003; Mendonça et al., 2004).

Apesar de inúmeras vantagens, a cana-de-açúcar como volumoso único em dietas para vacas em lactação deve ser avaliado com certo cuidado, pois este volumoso possui sérias limitações do ponto de vista nutricional que podem afetar o desempenho animal. A baixa digestibilidade dos componentes da parede celular tem sido apontada como o principal ponto negativo, que afeta a taxa de passagem dos alimentos no trato digestivo refletindo em baixos consumos de matéria seca (Boin & Tedeschi, 1993).

Estudos utilizando aditivos químicos na cana-de-açúcar têm sido conduzidos para aumentar a viabilidade de uso desse volumoso em dietas para ruminantes. Nesse sentido, a obtenção de estimativas de digestibilidade é essencial para se conhecer o valor energético dos alimentos, notadamente via nutrientes digestíveis totais, o que permite o balanceamento adequado de dietas que propiciem o atendimento das demandas para manutenção e produção dos animais (Detmann et al., 2007a).

Em recente trabalho conduzido por Oliveira et al. (2007), os autores aplicaram doses de 0; 0,5 e 1,0% de óxido de cálcio (CaO) à cana-de-açúcar *in natura* e verificaram aumento na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), registrando valores de 63,2; 64,8 e 65,6%, respectivamente. Contudo, em estudo *in vivo* utilizando novilhas, Moraes (2006) não observou resposta positiva sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes ao fornecer cana-de-açúcar tratada com 1,0% de CaO após 24 horas de tratamento. O acervo de informações sobre o uso do CaO na cana-de-açúcar para ruminantes ainda é incipiente e os poucos resultados observados até o momento são contraditórios. Estudos prévios envolvendo pequenas avaliações para estimar o valor nutritivo da cana-de-açúcar tratada com CaO (Cavali, 2006; Oliveira et al., 2007; Ribeiro et al., 2007) têm apresentado bons resultados, com redução da fração fibrosa e aumento nos valores de DIVMS, entretanto, a validação desta técnica no campo utilizando animais, não tem apresentado resultados satisfatórios, sendo observado redução no consumo e/ou digestibilidade dos nutrientes (Campos, 2007; Pontes, 2007) e até mesmo no desempenho (Moraes, 2006).

A utilização da composição química dos alimentos como alternativa para estimação da digestibilidade em ruminantes foi sugerida por Weiss et al. (1992) e Van Soest (1994). O NRC (2001) propôs um sistema de equações somativas que considera cada fração do alimento, PB, EE, CNF e FDN digestíveis, para estimar o NDT. Valadares Filho et al. (2003), entretanto, comentaram que no Brasil essas equações devem ser validadas antes de serem recomendadas para estimar o valor energético dos alimentos tropicais.

O experimento foi conduzido para avaliar o consumo, a digestibilidade aparente dos nutrientes e a produção e composição do leite de vacas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com diferentes doses CaO, além de avaliar a aplicabilidade do sistema de equações proposto pelo NRC (2001) para estimar o consumo de matéria seca e o consumo de proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro e carboidratos não fibrosos digestíveis, bem como o consumo de nutrientes digestíveis totais.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Paulistinha, localizada no município de Macarani, BA, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 16 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de terceira ou quarta lactação, com peso corporal médio de 455 kg e produção média de leite de 8 kg/dia, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições.

Entre os dias treze agosto e três de setembro de 2007, os animais foram alojados em baias individuais cobertas, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. As dietas, com aproximadamente 13% de proteína bruta, apresentaram 85% de cana-de-açúcar hidrolisada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 15% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	85,00
Fubá de milho	60,3	9,13
Farelo de soja	28,3	4,24
Calcário calcítico	1,0	0,16
Fosfato bicálcico	4,3	0,66
Mistura mineral ²	6,1	0,95

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto: Ca - 200 g; P - 100 g; Na - 68 g, Mg - 18 g, S - 12 g, Co - 200 mg, Cu - 1600 mg, I - 195 mg, Mn - 1960 mg, Ni - 40 mg, Se - 32 mg, Zn - 6285 mg, Fe - 1000 mg.

Durante todo o período experimental, diariamente às 6h00 e às 14h00, a cana-de-açúcar foi processada com o auxílio de uma desintegradora acoplada ao hidráulico do trator, o qual continha uma carreta na parte inferior que recebia o material picado. Conduzida até um galpão coberto, parte da cana-de-açúcar *in natura* foi pesada e separada para o fornecimento aos animais (tratamento com 0% de CaO), sendo o restante pesado e dividido em três partes para a aplicação do óxido de cálcio. Após espalhada ao piso de alvenaria e tratada com as doses de CaO, a cana foi amontoada e fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento. Durante todo o período de tratamento (24 horas), foi

realizado o monitoramento da temperatura da cana-de-açúcar, o qual pode ser verificado na Figura 1.

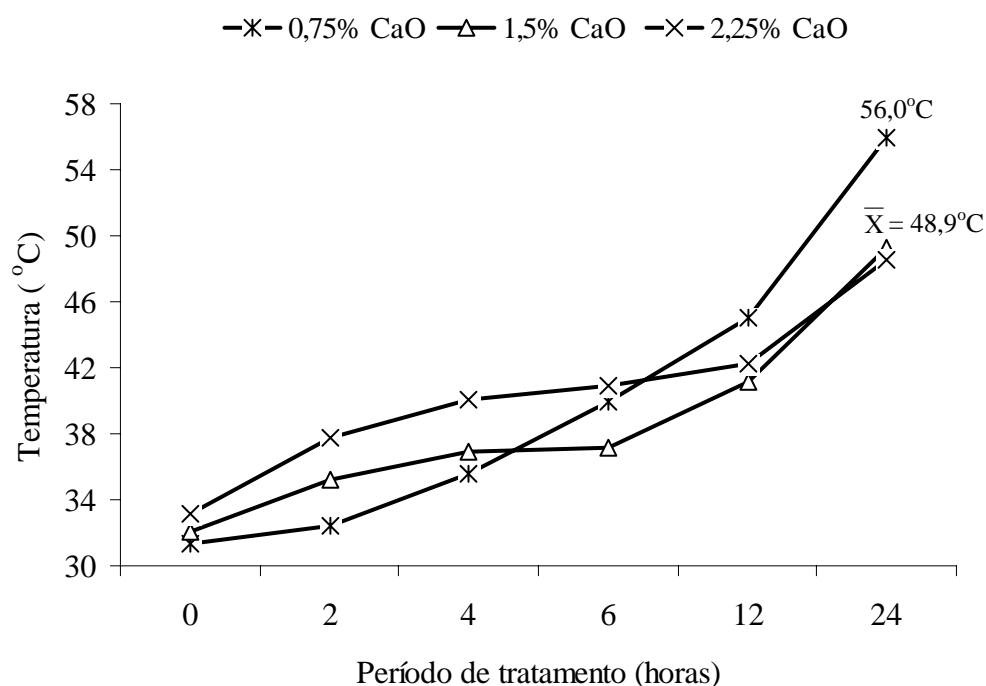


Figura 1 - Temperatura média (°C) da cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO, % na MN) durante 24 horas de tratamento

A cana-de-açúcar em todos os tratamentos (Tabela 2), no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural. Nesse procedimento, a uréia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada em cada tratamento para o fornecimento diário, sendo diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de uréia/4 litros de água) e distribuída à cana-de-açúcar com o auxílio de um regador.

As doses de CaO aplicadas a cana-de-açúcar foram na base da matéria natural, sem diluir em água. De acordo com Moraes (2006), não há a necessidade de dissolver a cal em água, pois a cana oferece teor de umidade suficiente para a que ocorra a hidratação do CaO. De acordo com este autor, é necessário apenas 1,0 mol de H₂O para cada mol de CaO para a formação do hidróxido de cálcio Ca(OH)₂, ou seja, para cada 56,0 g de cal são necessários 18,0 g de água.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD), nutrientes digestíveis totais (NDT), açúcares solúveis (^oBrix) e valores de pH da cana-de-açúcar, da cana de açúcar com diferentes doses do óxido de cálcio (CaO) e do concentrado

Item	Cana-de-açúcar <i>in natura</i>	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹				Concentrado
		0	0,75	1,5	2,25	
MS	30,0	28,9	30,3	31,7	33,7	86,6
MO ²	95,5	95,4	92,4	89,9	85,2	87,6
PB ²	3,9	12,2	11,8	12,3	11,5	23,6
PIDN ³	33,3	11,0	9,4	12,4	12,7	11,2
PIDA ³	24,4	7,0	7,9	8,0	10,9	5,9
EE ²	1,3	1,4	1,7	2,2	2,2	3,7
Cinza ²	4,5	4,6	7,6	10,1	14,8	12,4
CT ²	90,3	81,3	81,7	75,5	71,5	60,3
FDN ²	55,6	54,2	57,6	51,8	50,8	34,2
FDNcp ²	53,4	51,9	54,7	48,3	45,7	17,8
FDNi ²	34,3	31,7	34,3	23,2	22,0	1,1
FDNpd	21,3	22,6	23,3	28,7	28,8	33,1
CNF ²	34,7	27,1	24,0	33,6	20,8	26,1
CNFcp ²	36,8	29,4	26,9	27,2	25,9	42,5
FDA ²	40,7	38,9	41,2	36,8	36,3	13,3
Hemicelulose ²	14,9	15,3	16,4	15,1	14,5	20,9
Celulose ²	31,5	29,0	31,6	29,0	27,9	11,2
Lignina ²	6,6	7,0	7,0	6,4	6,1	1,1
MSpD	64,8	67,4	64,8	75,9	77,0	97,0
NDT ^{2,4}	59,2	59,2	55,9	56,8	53,0	72,6
^o Brix	19,5	18,7	17,2	19,0	19,6	-
pH ⁵	5,8	5,7	7,5	9,7	11,8	-

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001). ⁵/ Obtido na cana-de-açúcar antes da adição de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1).

O experimento teve duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais e sete dias de coleta. As dietas (Tabela 3) foram fornecidas à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente. Durante o período de

coleta, 15^o ao 21^o dia, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer. As vacas foram pesadas no início e no final do experimento, para estimar o consumo de nutrientes em percentagem do peso vivo.

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	37,6	38,7	40,0	41,7
MO ²	94,3	91,7	89,6	85,6
PB ²	13,7	13,6	13,7	13,3
PIDN ³	15,5	14,1	16,7	16,9
PIDA ³	10,0	10,8	10,9	13,3
EE ²	1,8	2,0	2,5	2,4
Cinza ²	5,8	8,3	10,4	14,4
CT ²	78,2	78,4	73,2	69,9
FDN ²	51,2	54,1	49,2	48,3
FDNcp ²	46,8	49,2	43,7	41,5
FDNi ²	27,1	29,3	19,8	18,8
FDNpd	24,1	24,8	29,3	29,5
CNF ²	27,0	24,4	24,0	21,6
CNFcp ²	31,4	29,3	29,5	28,4
FDA ²	35,1	37,0	33,2	32,8
Hemicelulose ²	16,1	17,1	15,9	15,5
Celulose ²	26,4	28,5	26,3	25,4
Lignina ²	6,1	6,1	5,6	5,3
MSPD ²	71,8	69,6	79,1	80,0
NDT ^{2,4}	61,2	58,4	59,2	56,0

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e processadas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises químicas.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT (\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED.$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$;

sendo que, nas equações acima:

$FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Foi estimado o consumo de MS, MO, PB, EE, FDN, FDN_{cp}, FDN_i, CT, CNF_{cp} e NDT em kg/dia, de MS, MO, FDN, FDN_{cp} e NDT (em %PV) e MS em relação ao peso metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$).

As vacas foram ordenhadas manualmente durante o experimento pelo mesmo ordenhador, duas vezes ao dia, às 5h00 e às 14h30 e o leite pesado durante todo período de coleta, do 15º ao 21º dia. Amostras de 250 mL do leite foram coletadas na tarde do 20º dia e manhã do 21º dia. Amostras obtidas na tarde do 20º dia foram armazenadas entre 2 e 6°C e, após misturadas de forma proporcional às amostras coletadas na manhã do dia seguinte (21º dia), por animal, (250 mL da tarde + 250 mL da manhã do dia seguinte) foram conduzidas imediatamente ao Laboratório de Análises Clínicas do Leite, na Empresa Vale Dourado, para realização das análises de proteína, gordura, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, densidade, acidez, crioscopia, densidade e contagem de células somáticas (CCS). A qualidade físico-química do leite a CCS (Tabela 4) foi realizada apenas para se certificar que os animais não apresentavam inflamações nas glândulas mamárias e o leite foi adequadamente armazenado e conduzido até a Empresa.

Tabela 4 - Valores médios de acidez, crioscopia, densidade e contagem de células somáticas (CCS) no leite em função das doses de óxido de cálcio (CaO) na cana-de-açúcar

Item	Dose de CaO (% MN)				Média
	0	0,75	1,5	2,25	
Acidez (ºDornic)	14,25	14,50	14,50	15,00	14,56
Criscopia (ºHorvert)	0,56	0,55	0,55	0,55	0,55
Densidade (g/cm^3)	1031,38	1030,88	1030,00	1030,00	1030,56
CCS (x mil/ml)	136,00	138,00	135,00	136,00	136,25

O consumo de MS, os consumos de PB, EE, FDN e CNF digestíveis e o consumo NDT observados no experimento foram comparados com os valores estimados pelo NRC (2001).

O procedimento de validação foi realizado de forma independente aos efeitos de tratamentos, por intermédio do ajustamento de modelo de regressão linear simples dos valores preditos e observados, testando-se as estimativas dos parâmetros de regressão sob as seguintes hipóteses:

$$H_0 : \beta_0 = 0$$

$$H_a : \beta_0 \neq 0$$

$$H_0 : \beta_1 = 1$$

$$H_a : \beta_1 \neq 1$$

Em caso de não-rejeição de ambas as hipóteses de nulidade, optou-se pela similaridade entre valores preditos e observados. Em situação contrária, estimou-se o vício global das estimativas segundo Detmann et al. (2005), assumindo-se intercepto nulo, como:

$$B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$$

Em que: B = vício global das estimativas (%); $\hat{\beta}$ = estimativa do coeficiente de inclinação para a relação entre consumo observado e predito, assumindo-se intercepto nulo.

A coleta de fezes foi realizada durante dois dias alternados, em horários diferentes (às 12h00 e às 17h00) entre o 20º e 21º dia do experimento. As amostras de fezes foram pré-secadas, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, compostas por animal e posteriormente armazenadas para as análises.

Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizado a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007b). Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrado), sobras e fezes foram incubadas por 240 horas (Casali et al. 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-Zebu recebendo dieta mista. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

As estimativas de consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite foram comparadas entre os tratamentos por intermédio da decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 5.

Tabela 5 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	<i>Cana in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (*cana in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio. Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os consumos de MS, MO, FDN, FDNcp, CT e CNFcp (kg/dia) não foram afetados pela adição de CaO à cana-de-açúcar, não se verificando efeito significativo ($P > 0,05$) em nenhum dos contrastes testados. Ressalta-se, entretanto, que o grupo de tratamentos com cana-de-açúcar com CaO apresentou valor de consumo de EE ($P < 0,01$) e menor de FDNi ($P < 0,01$) em relação ao tratamento controle (*cana in natura*). Recorrendo-se aos demais contrastes, observou-se efeito quadrático do consumo de PB, EE e NDT (kg/dia) e consumo de FDNi (kg/dia) associou-se de forma linear e negativamente em função das doses de CaO.

Verificou-se falta de relação entre consumos de MS, MO, FDN e FDNcp, em % do peso vivo, com as doses de CaO aplicadas à cana-de-açúcar, entretanto, o consumo de NDT em % do peso vivo se comportou de forma quadrática mediante a aplicação de CaO à cana-de-açúcar (Tabela 6).

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) para os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), carboidratos totais (CT), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) e nutrientes digestíveis totais (NDT) em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses de 0,75; 1,5 e 2,25% (na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Consumo (kg/dia)								
MS	10,70	9,65	11,05	10,77	10,2	0,7421	0,1656	0,2204
MO	10,08	8,86	9,91	9,19	10,2	0,1942	0,6346	0,1561
PB ²	1,55	1,15	1,64	1,49	10,4	0,1706	0,0080	0,0048
EE ³	0,19	0,20	0,27	0,25	11,1	0,0024	0,0108	0,0085
FDN	5,30	4,99	5,30	5,18	9,7	0,6325	0,6072	0,5076
FDNcp	4,82	4,52	4,68	4,44	9,6	0,3138	0,8213	0,4821
FDNi ⁴	2,80	2,74	2,03	2,00	10,1	0,0022	0,0010	0,0527
CT	8,34	7,51	8,00	7,45	10,1	0,1572	0,9108	0,3038
CNFcp	3,53	2,99	3,32	3,00	11,3	0,0685	0,9727	0,1724
NDT ⁵	6,20	4,83	6,75	5,72	11,3	0,2786	0,0820	0,0034
Consumo (% do peso vivo)								
MS	2,26	2,22	2,48	2,33	10,9	0,5954	0,5606	0,2095
MO	2,13	2,04	2,23	1,99	11,0	0,7357	0,7636	0,1661
FDN	1,12	1,15	1,19	1,12	10,6	0,6671	0,7537	0,5027
FDNcp	1,02	1,04	1,05	0,96	10,8	0,9897	0,3524	0,4707
NDT ⁶	1,31	1,11	1,51	1,24	10,8	0,7686	0,2247	0,0020
Consumo (g/kg ^{0,75})								
MS	105,42	101,38	113,96	107,98	10,2	0,7153	0,4094	0,1909

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 0,0132063 + 1,93695X - 0,569861X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{3/} $\hat{Y} = 0,0254994 + 0,298099X - 0,0873594X^2$ ($r^2 = 1,0000$). ^{4/} $\hat{Y} = 2,99721 - 0,494400X$ ($R^2 = 0,7800$). ^{5/} $\hat{Y} = -0,0604503 + 8,48930X - 2,63121X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{6/} $\hat{Y} = 0,0343693 + 1,88584X - 0,600441^2$ ($R^2 = 1,0000$).

Os resultados obtidos para consumos dos nutrientes não são condizentes com o propósito da adição de produtos químicos alcalinos em volumosos, o qual visa alterações na composição química, principalmente na parede celular e, conseqüentemente promover melhorias no consumo e digestibilidade dos alimentos. Verifica-se, entretanto, ausência de efeito para a maioria das variáveis de consumo de nutrientes avaliadas, podendo-se inferir

que o CaO não se constitui em um produto alcalino promissor ao tratamento da cana-de-açúcar para vacas em lactação.

Trabalhos recentemente conduzidos e apresentados na literatura, também não encontraram resultados positivos no uso do CaO no tratamento da cana-de-açúcar para a alimentação animal. Moraes (2006) ao avaliar a três ofertas de concentrado (0,0; 0,5 e 1,0% do PV) e a utilização da cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1,0% de CaO na alimentação de novilhas mestiças, observou redução no consumo de nutrientes nos animais que foram alimentados com a cana tratada com o CaO.

Os feitos quadráticos observados para os consumos de PB, EE e NDT, em kg/dia, apresentaram pontos críticos e respostas máximas estimadas de 1,7% CaO e 1,65 kg/dia; 1,7% CaO e 0,28 kg/dia e 1,6% CaO e 6,8 kg/dia, respectivamente. Assim como observado por Moraes (2006), acredita-se que a temperatura na cana-de-açúcar tratada com as doses CaO tenha influenciado o consumo dos animais, principalmente no tratamento com 0,75% de CaO, o qual apresentou temperatura de 56°C após as 24 horas de tratamento, no momento do oferecimento das dietas. De um modo geral, provavelmente devido ao grande volume de cana-de-açúcar que foi tratada diariamente, variando entre 160 e 180 kg, observou-se presença de fermentação em todos os tratamentos, sendo essa mais intensa no tratamento com adição de 0,75% de CaO.

Ausência de efeito positivo ao uso do CaO no tratamento da cana-de-açúcar para a alimentação animal também foi observado por Pontes (2007). Em ensaio de digestão com ovinos, a autora avaliou a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamentos (0 e 24 horas) com três doses (0; 0,5 e 1%) de CaO (% MN), verificando redução do consumo de MS para as doses de CaO e ausência de efeito significativo sobre os consumos de MO, PB, FDN, CNF e NDT, em kg/dia.

Fazendo-se uma análise entre os resultados observados neste estudo e os da literatura, verifica-se unanimidade em ausência de respostas positivas do tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO sobre o consumo voluntário em ruminantes, indicando até o momento a impossibilidade em afirmar que o tratamento químico da cana-de-açúcar com este aditivo promove melhorias no consumo animal.

Vale ressaltar, entretanto, que a ineficácia do CaO na cana-de-açúcar em promover melhorias no consumo e digestibilidade dos nutrientes não pode ser extrapolada a outros aditivos químicos alcalinos. A busca por maiores consumos em volumosos tratados com produtos alcalinos é uma pressuposição básica que impulsiona e motiva as pesquisas nesta área, e resultados positivos para o uso de outros aditivos são passíveis de serem

encontrados. No trabalho conduzido por Ezequiel et al. (2005), por exemplo, os autores verificaram efeito positivo do tratamento da cana-de-açúcar com NaOH sobre o consumo voluntário e digestibilidade em bovinos mestiços.

Pires et al. (2004) avaliaram a adição de 2,5% de sulfeto de sódio (Na_2S), 4% de amônia anidra (NH_3) ou a combinação destes (2,5% de Na_2S + 4% NH_3) no tratamento do bagaço de cana-de-açúcar, em dietas para novilhas, e registraram maiores consumos voluntários e maiores ganhos no tratamento com 4% de NH_3 , independentemente da presença do Na_2S . O Na_2S não foi considerado um bom aditivo nesse estudo, pois o consumo de volumoso e o ganho neste tratamento foram similares aos do tratamento controle (sem aditivo), os quais foram inferiores aos tratamentos que continham a adição de 4% de NH_3 .

Bons resultados para o uso de produtos alcalinos nitrogenados também foram observados por Cardoso et al. (2004). Os autores testaram palhada de arroz tratada com 3% de NH_3 (% MS), palhada de arroz (sem tratamento) + 100 g de uréia, silagem de sorgo e cana-de-açúcar + 100 g de uréia na alimentação de novilhos e observaram maiores consumos e ganhos de peso nos tratamentos com palhada tratada com NH_3 e silagem de sorgo.

A divergência entre os resultados observados em experimentos com produtos alcalinos como o CaO utilizado neste estudo e em trabalhos com o uso de produtos alcalinos nitrogenados como a uréia e NH_3 podem está relacionados com a maior eficiência destes últimos no tratamento de volumoso. Além disso, nitrogênio residual resultante do tratamento químico com adição desses produtos é utilizada pelos microrganismos ruminais, o que não ocorre para o CaO.

Apenas o coeficiente de digestibilidade dos CNFcp apresentou efeito significativo ($P < 0,05$) para o contraste cana-de-açúcar *in natura* vs. cana-de-açúcar com CaO, sendo observado menor digestibilidade no grupo de tratamentos com CaO. Com exceção da digestibilidade dos EE, que não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$), a digestibilidade dos demais nutrientes (MS, MO, FDN, FDNcp, CT, CNFcp e o teor de NDT) se comportou de forma quadrática (Tabela 7) e apresentam pontos críticos e respostas máximas estimadas de 1,63% CaO e 60,4%; 1,65% CaO e 65,4%; 1,65% CaO e 40,1%; 1,65% CaO e 45,3%; 1,62% CaO e 62,8% e 1,56% CaO e 59,5%, respectivamente.

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) e nível de nutrientes digestíveis totais (NDT) em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV	C vs. CaO	L	Q
MS ²	55,3	46,5	60,1	53,5	7,1	0,3987	0,0237	0,0010
MO ³	58,1	51,2	64,9	59,2	6,3	0,8739	0,0095	0,0009
PB ⁴	63,4	51,8	72,4	69,5	5,1	0,5406	<0,0001	<0,0001
EE ⁵	83,5	77,6	89,9	87,8	7,1	0,6857	0,0274	0,0637
FDN ⁶	32,1	21,8	39,6	32,1	13,0	0,7005	0,0037	0,0003
FDNcp ⁷	33,8	28,0	44,9	37,5	13,7	0,3151	0,0184	0,0017
CT ⁸	56,6	50,5	62,5	56,2	7,1	0,9442	0,0658	0,0029
CNFcp	91,8	87,4	87,5	83,7	5,0	0,0479	0,2466	0,4898
NDT ⁹	55,5	48,7	59,4	51,8	4,6	0,1427	0,0996	<0,0001

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 12,7636 + 58,4444X - 17,9358X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{3/} $\hat{Y} = 18,0867 + 57,1426X - 17,2727X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{4/} $\hat{Y} = 7,50538 + 7,47989X - 0,00210070X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{5/} $\hat{Y} = 74,3213 + 7,09399X$ ($R^2 = 0,6044$). ^{6/} $\hat{Y} = -21,3986 + 74,4170X - 22,5042X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{7/} $\hat{Y} = -13,1028 + 70,9315X - 21,5294X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{8/} $\hat{Y} = 19,9646 + 52,92622X - 16,3629X^2$ ($R^2 = 1,0000$). ^{9/} $\hat{Y} = 19,5760 + 51,0026X - 16,3070X^2$ ($r^2 = 1,0000$).

Conforme já comentado anteriormente, observou-se ocorrência de fermentação na cana-de-açúcar com 0,75% de CaO durante o período de tratamento (24 horas), que pelos valores de temperatura apresentados na Figura 1, leva a crer que foi mais intenso neste tratamento em relação aos demais com adição de 1,5 e 2,25% de CaO. Nesse contexto, possíveis perdas de carboidratos solúveis durante esse processo podem ter ocorrido, acarretando concentração da fração fibrosa na cana-de-açúcar com 0,75% de CaO (Tabela 2), reduzindo a digestibilidade. A menor concentração de açúcares solúveis neste tratamento, decorrente possivelmente das perdas de carboidratos durante o aquecimento da cana-de-açúcar no período de hidrólise (24 horas), pode ter contribuído para os resultados negativos sobre os coeficientes de digestibilidade.

De forma geral, verificou-se melhorias significativas do tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO sobre os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes próximo da dose de 1,6% de CaO, no qual a partir dessa dose os valores coeficientes de

digestibilidade diminuem, contrariando o princípio básico de uso de produtos alcalinos em volumosos. Por outro lado, aumento na digestibilidade da cana-de-açúcar tratada com CaO tem sido relatado em estudo com avaliação *in vitro*. Cavali (2006) ao avaliar doses de 0; 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% de CaO (% MN) aplicadas no momento da ensilagem da cana-de-açúcar verificou valores de digestibilidade *in vitro* da MS de 48,4; 65,6; 74,9; 78,2 e 81,5%, respectivamente. De acordo com os resultados apresentados pela autora, a DIVMS aumentou 35,5; 54,8; 61,6 e 68,4%, respectivamente, para os tratamentos 0,5; 1,0; 1,5 e 2,0% em relação ao tratamento controle, sem adição de CaO. Aumento na DIVMS também foi verificado por Oliveira et al. (2007) que adicionaram doses de 0; 0,5 e 1% de CaO (% MN) na cana-de-açúcar *in natura*, e registraram valores de 63,2; 64,8 e 65,6% de DIVMS, respectivamente.

Os incrementos na digestibilidade observados em trabalhos *in vitro*, conforme apresentado anteriormente, contrariam sistematicamente os resultados observados em trabalhos *in vivo*, que freqüentemente têm demonstrado uma relação negativa entre o CaO e a digestibilidade dos nutrientes.

No trabalho conduzido por Moraes (2006), a autora avaliou três ofertas de concentrado (0,0; 0,5 e 1,0% do PV) e a utilização da cana-de-açúcar *in natura* tratada ou não com 1,0% de CaO na alimentação de novilhas mestiças, e observou redução na maioria dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes quando a cana-de-açúcar tratada com CaO foi administrada na dieta nos animais.

Além de relacionado com a variação no consumo de nutrientes, os ineficientes coeficientes de digestibilidade de dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO também têm sido explicados pelos elevados valores de pH (Moraes, 2006; Pontes, 2007). No presente trabalho, os valores de pH observados na cana-de-açúcar tratada com o CaO foram de 7,5; 9,7 e 11,8, respectivamente, nas doses 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, o que podem ser considerados elevados para o adequado funcionamento ruminal. Desse modo, embora não mensurado é possível realmente que o elevado pH na cana-de-açúcar tratada com CaO tenha limitado o crescimento microbiano, diminuindo a eficiência de utilização dos nutrientes.

Pontes (2007) ao avaliar silagens de cana-de-açúcar produzidas com adição de uréia (0 e 0,5%) combinadas com três diferentes doses (0; 0,5 e 1%) de CaO em dietas para ovinos, não observou efeito das doses de CaO nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes. A autora verificou, entretanto, maior digestibilidade da FDN na silagem com adição de 0,5% de uréia independentemente da dose de CaO aplicada. Em outro

experimento conduzido por essa mesma autora, foi avaliado também a cana-de-açúcar tratada em dois tempos de armazenamento (0 e 24 horas) e três doses (0; 0,5 e 1%) de CaO e, do mesmo modo, excetuando a digestibilidade da MS que reduziu linearmente, foi verificado ausência de efeito nos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Os resultados dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes observados neste trabalho e em outros citados na literatura até o momento para o uso do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar, indicam ineficiência deste aditivo no processo de hidrólise e/ou ação negativa na melhoria da digestibilidade dos nutrientes e desempenho animal, entretanto, neste estudo, pode-se indicar doses de 1,6% de CaO, uma vez que houve potenciais melhorias na digestibilidade.

As médias obtidas para os consumos estimados pelo NRC (2001) e os consumos observados, o coeficiente de variação, as estimativas dos parâmetros da regressão e os níveis descritivos de probabilidade associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo estimado e observado são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8 - Médias, coeficiente de variação (CV), estimativas de parâmetros de regressão e níveis descritivos de probabilidade (Valor-P) associados às hipóteses de nulidade para as relações entre consumo de matéria seca, proteína bruta digestível (CPBD), extrato etéreo digestível (CEED), fibra em detergente neutro digestível (CFDND), carboidrato não fibroso digestível (CCNFD) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação

Item	Médias (kg/dia)			Regressão Linear			
				Intercepto		Coeficiente de Inclinação	
	Observado	Estimado	CV(%)	Estimativa	Valor-P ^a	Estimativa	Valor-P ^b
CMS	10,541	11,497	5,5	4,4728	0,0126	0,6655	0,0396
CPBD	0,948	1,284	9,6	0,7207	<0,0001	0,5946	0,0076
CEED	0,440	0,231	15,7	-0,0341	0,3967	0,6023	0,0004
CFDND	1,671	2,476	16,2	1,4151	0,0057	0,6353	0,0249
CCNFD	2,817	3,059	7,5	1,0852	0,0206	0,7008	0,0601
CNDT	5,876	5,708	7,1	1,9079	0,0118	0,6468	0,0066

^a/H₀: $\beta_0 = 0$; H_a: $\beta_0 \neq 0$. ^b/ H₀: $\beta_1 = 1$; H_a: $\beta_1 \neq 1$.

A avaliação das estimativas de consumo de MS apontou não aceitação de ambas as hipóteses de nulidade ($P < 0,01$) (Tabela 8). Submetendo-se esta variável ao ajuste de equação de regressão sem considerar o intercepto, observou-se vício global sobre o consumo de MS de +8,5% (Tabela 9). A superestimação do consumo de MS verificado nos valores estimados sobre os observados pode ser visualizada na Figura 2, o qual apresenta a concentração da maioria dos pontos acima da reta de igualdade ($x = y$). Inconsistência na equação do NRC (2001) à predição do consumo de MS para vacas em lactação nas condições tropicais também foi observada por Oliveira (2005).

Tabela 9 - Estimativas de vício global obtidos para consumo de matéria seca, proteína bruta digestível (CPBD), extrato etéreo digestível (CEED), fibra em detergente neutro digestível (CFDND) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) observados e estimados

Item	Vício global ¹
CMS	+8,5%
CPBD	+30,9%
CEED	-47,1%
CFDND	+43,7%
CCNFD	+7,9%
CNDT	-3,6%

¹/ Em virtude da rejeição da hipótese associada ao coeficiente de inclinação para o CMS, CPBD, CEED, CFDND, CCNFD e CNDT (Tabela 8), o vício global foi estimado segundo a proposição de Detmman et al. (2005): $B(\%) = (\hat{\beta} - 1) \times 100$.

A análise estatística apontou não-aceitação da hipótese de nulidade para o intercepto sobre os consumos PB ($P < 0,01$), FDN ($P < 0,01$) e CNF ($P < 0,03$) digestíveis e NDT ($P < 0,02$) (Tabela 8). No tocante às estimativas dos coeficientes de inclinação das retas, verificou-se não aceitação da hipótese de nulidade para os consumos de PB ($P < 0,01$), EE ($P < 0,01$), FDN ($P < 0,03$) e CNF ($P < 0,07$) digestíveis e NDT ($P < 0,01$), denotando presença de vício constante sobre as estimativas de +30,9; -47,1; +43,7; +7,9 e -3,6%, respectivamente (Tabela 9). Esse comportamento vicioso observado para essas variáveis podem ser visualizados pela distribuição dos pontos sobre a reta igualdade ($x = y$), no qual se verifica grande concentração dos mesmos acima da reta para os consumo de PB, FDN e CNF digestíveis (Figuras 3, 5 e 6, respectivamente) e abaixo para os consumos de EE digestível e NDT (Figuras 4 e 7, respectivamente). O comportamento evidenciado para os consumos dos nutrientes digestíveis e NDT, com presença constante de vícios

associados às estimativas, indicam a inadequação do NRC (2001) em estimar os referidos consumos nas condições tropicais.

A falta de adequação nas estimativas previstas em relação às observadas no experimento é suportada pelas observações realizadas por Detmann et al. (2006a), os quais relataram que embora o NRC (2001) seja um sistema teoricamente embasado, os resultados obtidos quando as equações são utilizadas têm apresentado eficiência de predição não satisfatória quando aplicado para alimentos tropicais, tornando as estimativas obtidas substancialmente desviadas dos valores observados *in vivo*.

Em avaliação semelhante à realizada neste trabalho, Pina et al. (2006) encontraram comportamento similar sobre consumo de PB, EE e FDN digestível e NDT, os quais verificaram que o sistema de equações do NRC (2001) superestima os consumos de PB e FDN digestível e subestima os consumos de EE digestíveis e de NDT nas condições tropicais. Inadequação no sistema de equações do NRC (2001) para as condições tropicais também foi observado em estudo realizado por Oliveira (2005), o qual verificou comportamento vicioso nas estimativas de digestibilidades da PB, EE e FDN, para vacas em lactação de alta produção.

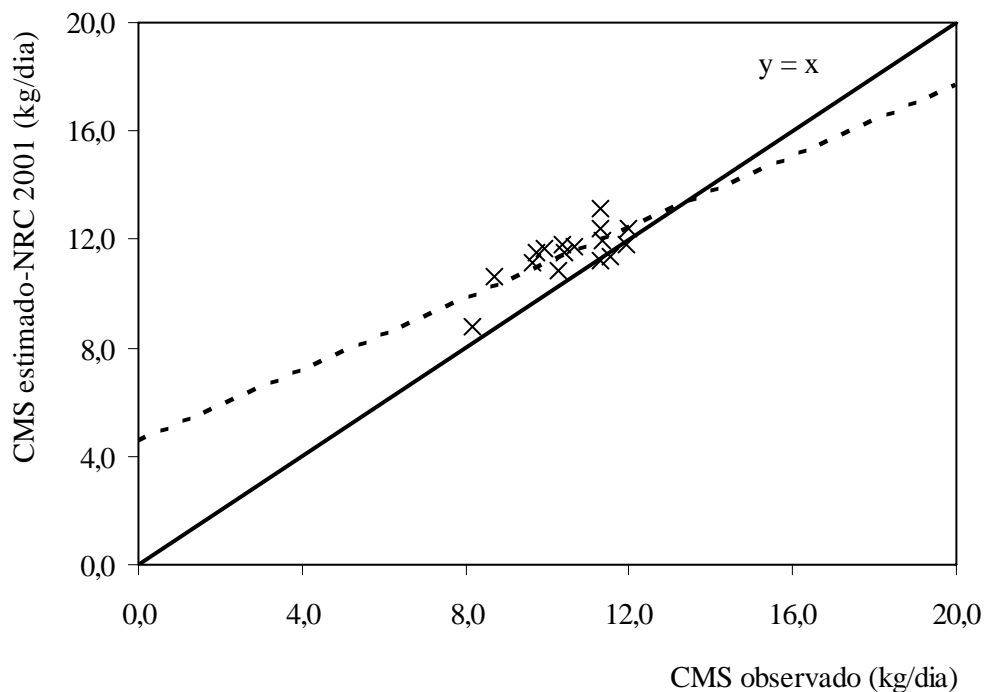


Figura 2 - Relação entre consumo de matéria seca (CMS) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

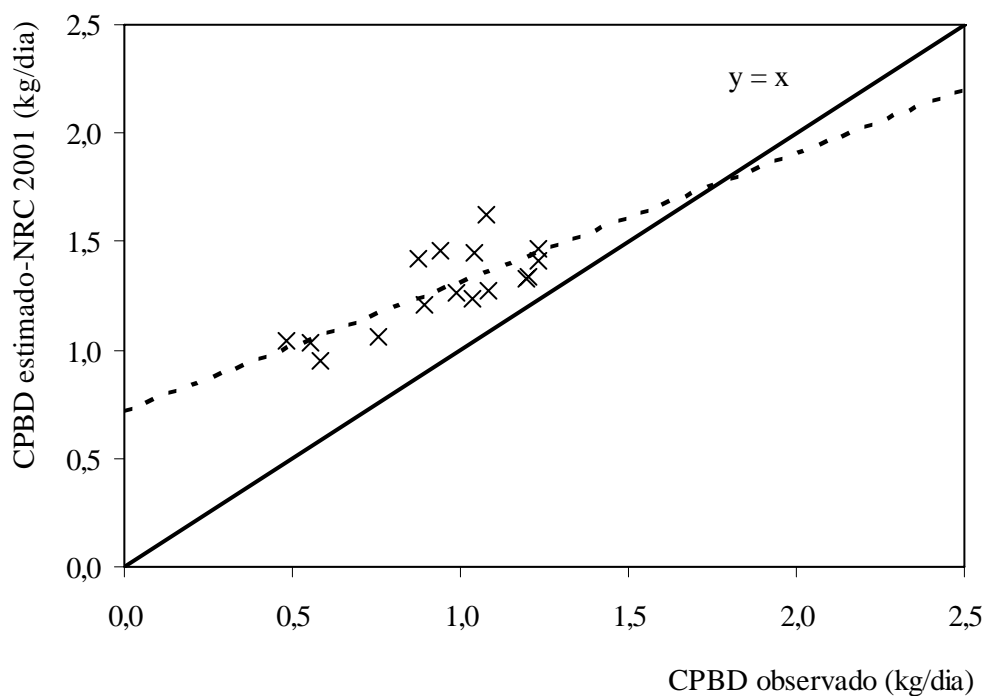


Figura 3 - Relação entre consumo de proteína bruta digestível (CPBD) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

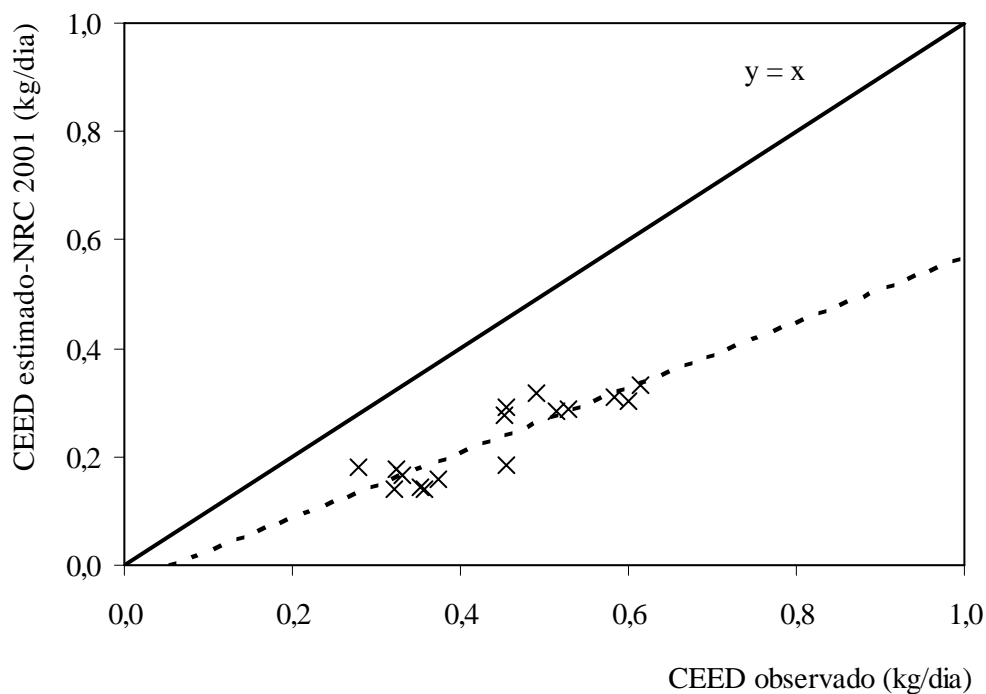


Figura 4 - Relação entre consumo de extrato etéreo digestível (CEED) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

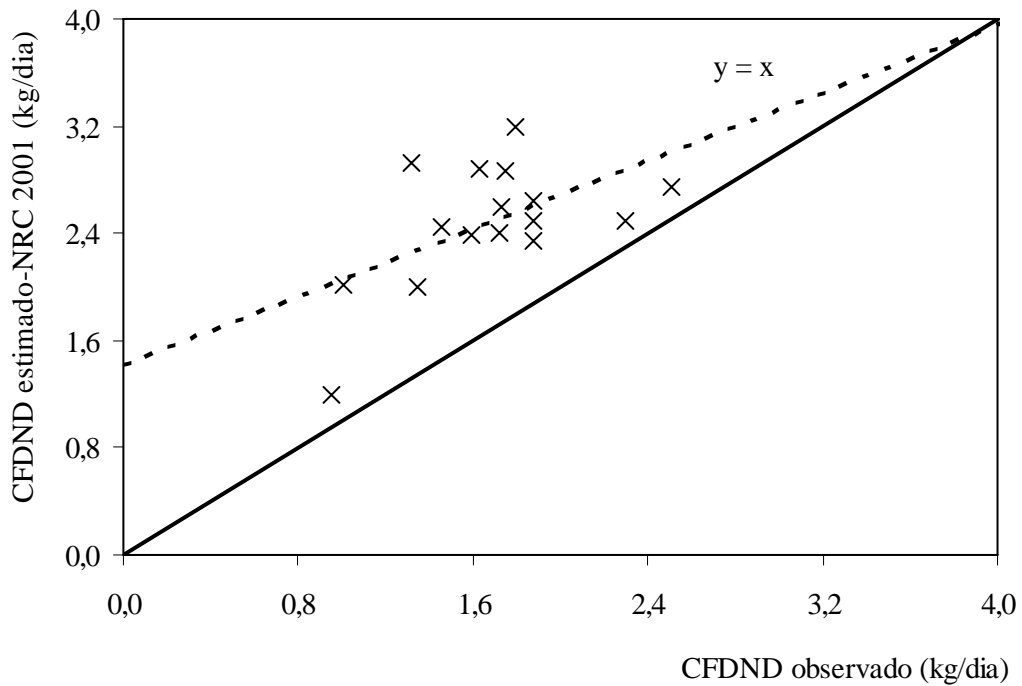


Figura 5 - Relação entre consumo de fibra em detergente neutro digestível (CFDND) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

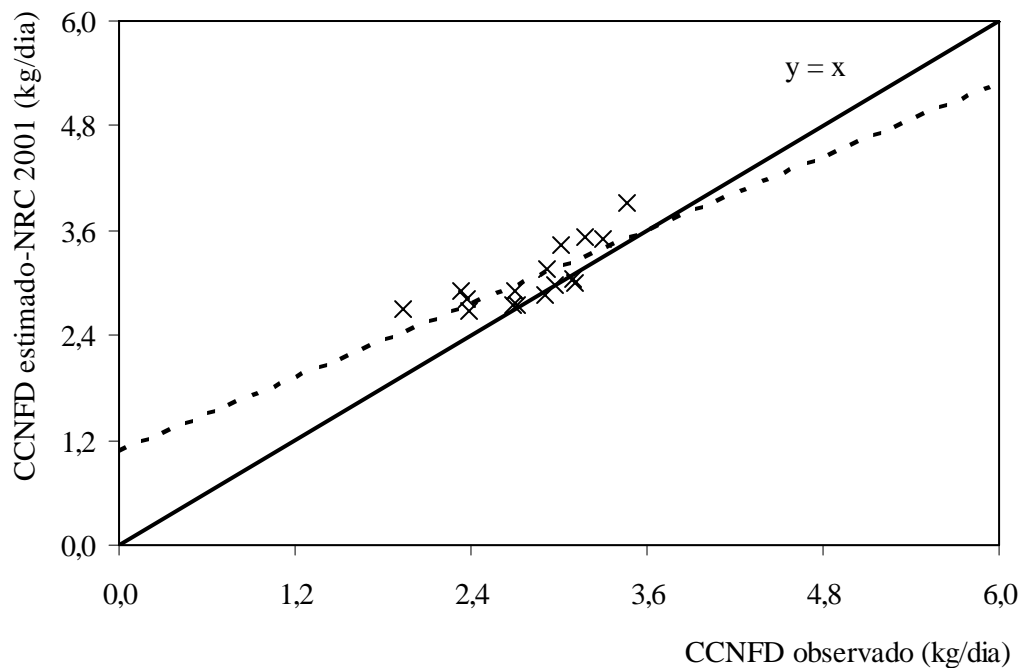


Figura 6 - Relação entre consumo de carboidrato não fibroso digestível (CCNFD) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

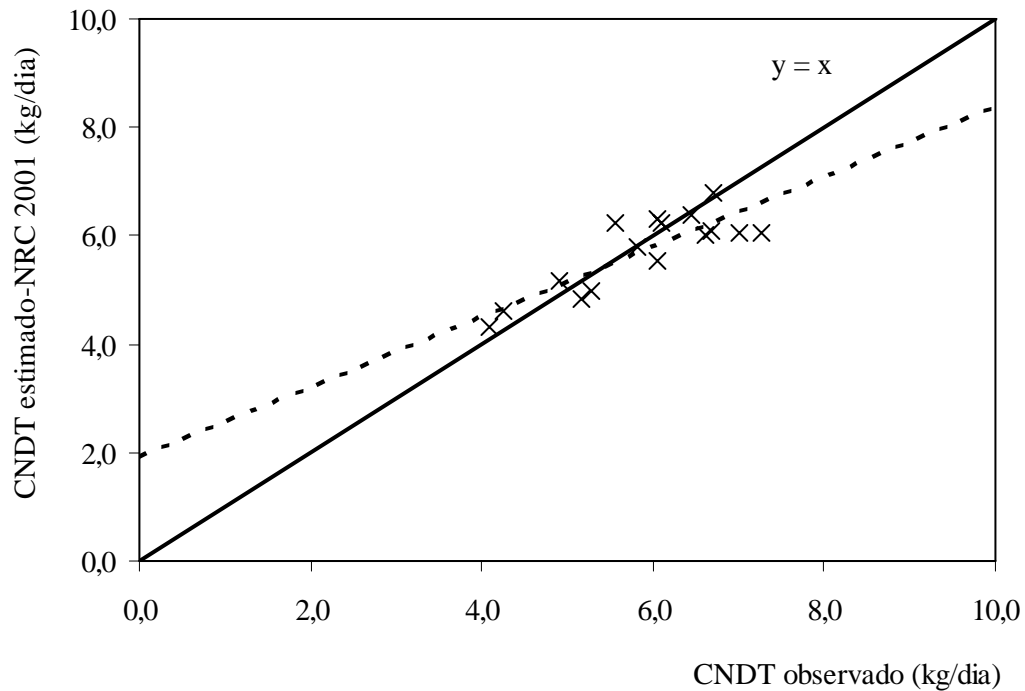


Figura 7 - Relação entre consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) observado e estimado pelo NRC (2001) em vacas em lactação (a linha tracejada corresponde à reta de mínimos quadrados).

No Brasil, o NDT tem sido a forma de expressão mais comumente utilizada na nutrição de ruminantes, fazendo com que exista um maior banco de dados de alimentos expressos dessa forma. Quanto maior o teor de NDT, mais energia disponível no alimento (Magalhães, 2007). As dificuldades em se determinar o teor energético dos alimentos utilizados para ruminantes são muitas, uma vez que a necessidade de animais para a estimação do NDT *in vivo* é considerado um procedimento caro e trabalhoso, o qual demanda tempo e infra-estrutura específica. A estimação do NDT pela composição química tem sido, portanto, uma alternativa interessante para imputar praticidade no sistema de avaliação, desde que sejam adequadamente exatas e precisas.

Magalhães (2007) comparou diversas formas de estimar o valor energético com os valores obtidos *in vivo* nas condições tropicais e verificou que todos os modelos foram inadequados em estimar a fração digestível do EE em condições tropicais, inclusive o NRC (2001). Ao avaliar a eficiência das equações propostas por Detmann et al. (2006abc) e Detmann et al. (2007a) a autora constatou que estas por apresentar menores vícios de predição podem incrementar maior exatidão na estimativa do NDT a partir da composição dos alimentos ou dietas produzidos em condições tropicais, entretanto, ressaltou que

nenhum modelo foi concomitantemente, exato e preciso. O NRC (2001), entretanto, foi considerado adequado para estimar a PB digestível em alimentos nas condições tropicais.

Dentre as estimativas obtidas pelo sistema de equações do NRC (2001) para os nutrientes digestíveis, verifica-se neste estudo e em trabalhos na literatura (Oliveira, 2005; Pina et al., 2006) que as equações sugeridas para a estimação do EE e FDN digestível são as que proporcionam valores mais divergentes em relação às estimativas obtidas *in vivo* nas condições tropicais, com presença constante de vícios elevados associados à eficiência de predição.

As médias obtidas para produção e composição do leite, eficiência de utilização da MS e do N ingerido, com os respectivos coeficientes de variação e níveis descritivos de probabilidades para os contrastes nos diferentes tratamentos são apresentadas na Tabela 10.

Observou-se que todos os tratamentos englobando CaO apresentaram extrato seco desengordurado, em %, inferior ($P < 0,05$) ao tratamento controle (cana *in natura*). As demais variáveis, entretanto, não apresentaram efeito significativo ($P > 0,05$). Recorrendo-se aos demais contrastes, verificou-se efeito quadrático na eficiência de utilização de nitrogênio em função das doses de CaO, com ponto crítico e resposta mínima de 1,8% CaO e 0,13 kg de N no leite/kg de N consumido) (Tabela 10).

A ausência de efeito significativo ($P > 0,05$) para a produção de leite em função das doses de CaO na cana-de-açúcar, pode ser explicada pela similaridade entre os consumos de MS observados. No caso específico deste estudo, a aplicação de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN) na cana-de-açúcar em todos os tratamentos associada à ineficiência do CaO em promover alterações positivas nos consumos dos nutrientes podem também estar relacionados com a ausência de efeito significativo para a produção de leite. O mesmo comportamento foi observado para a produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, o qual não apresentou efeito das doses de CaO na cana-de-açúcar. Avaliando dietas contendo cana-de-açúcar e concentrados com casca de café ou casca de soja para vacas de alta produção, Oliveira (2005) também não observou diferença na produção de leite.

A eficiência de utilização da MS não foi afetada pelo tratamento da cana-de-açúcar com o CaO. A similaridade entre valores observados para o consumo de MS e para a produção de leite entre as dietas experimentais, em decorrência da ausência do efeito do CaO na cana-de-açúcar sobre estas variáveis, podem explicar os semelhantes valores observados para a eficiência de utilização da MS. Já a eficiência de utilização de N, entretanto, embora não se tenha observado diferença no consumo de N, o valor absoluto

observado para o tratamento 0,75% foi superior aos observados para os demais tratamentos, assim, a similaridade da produção de N no leite, o qual pode ser verificado a partir dos valores de produção de PB (Tabela 10) e esta pequena variação no consumo de N pode explicar o comportamento encontrado para esta variável, já que a mesma é obtida a partir da razão entre o consumo e a produção de N no leite.

Tabela 10 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e níveis descritivos de probabilidade para contrastes (Valor-P) para a produção de leite (PL), produção de leite corrigido para 3,5% de gordura (PLC), eficiência de utilização da matéria seca (kg de leite/kg de matéria seca consumida), eficiência de utilização de nitrogênio (kg de N no leite/kg de N consumido), teores no leite e produção diária de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e extrato seco desengordurado (ESD) em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV	Valor-P ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
PL (kg/dia)	8,00	7,70	7,83	7,29	18,8	0,6548	0,7029	0,7000
PLC (kg/dia)	8,77	8,08	8,13	7,29	18,0	0,2824	0,4641	0,6309
Eficiência MS	0,75	0,80	0,71	0,68	18,1	0,8488	0,2224	0,7198
Eficiência N ²	0,16	0,20	0,14	0,14	15,9	0,9824	0,0055	0,0329
	%							
Gordura	4,13	3,85	3,75	3,48	13,4	0,1652	0,3169	0,7832
Proteína	3,22	3,09	2,92	2,97	8,5	0,1564	0,5142	0,5039
Lactose	4,33	4,52	4,26	4,45	5,4	0,5709	0,6952	0,1422
Sólidos totais	13,0	12,5	12,1	11,9	5,5	0,0627	0,2028	0,8149
ESD ⁴	8,92	8,74	8,44	8,45	3,3	0,0303	0,1932	0,2991
	kg/dia							
Gordura	0,33	0,29	0,29	0,25	19,0	0,1642	0,3528	0,5890
Proteína	0,26	0,24	0,23	0,22	17,4	0,2414	0,4759	0,9663
Lactose	0,35	0,35	0,33	0,33	22,5	0,7649	0,6857	0,9190
Sólidos totais	1,04	0,96	0,95	0,87	17,3	0,2805	0,4326	0,7363
ESD	0,71	0,67	0,66	0,62	17,9	0,3853	0,5086	0,8282

^{1/} C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 0,348058 - 0,242357X + 0,0672500X^2$ ($R^2 = 1,0000$).

Com exceção dos valores observados para o teor de extrato seco desengordurado (ESD) no leite, em %, que apresentou menor valor no grupo de tratamentos com CaO (contrate C vs. CaO, Tabela 10), os demais valores para gordura, proteína e lactose, em % ou kg/dia, e ST e ESD, em kg/dia, não foram afetados pelo CaO na cana-de-açúcar. Tudo

indica que a baixa eficiência do CaO como aditivo no tratamento químico da cana-de-açúcar, incorrendo em ausência de efeito observado no consumo voluntário da maioria dos nutrientes e produções de leite, tenha contribuído para a ausência de efeito sobre a composição do leite.

A influência do consumo e produção de leite na composição do leite de vacas pode ser claramente observada no trabalho conduzido por Magalhães et al. (2004). Ao avaliar a substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar em níveis de 0, 33,3; 66,6 e 100% em dietas para vacas de alta produção com relação volumoso concentrado de 60:40, os autores verificaram redução no consumo e produção de leite com a inclusão da cana-de-açúcar, os quais resultaram em redução significativa da produção de todos os componentes do leite.

Conclusões

Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em dietas para vacas em lactação, não melhora o consumo nem a digestibilidade dos nutrientes.

A produção e composição do leite não são influenciadas pelo uso de óxido de cálcio em doses de até 2,25% no tratamento químico da cana-de-açúcar, não sendo, portanto, recomendado.

A baixa eficiência de predição, devido à presença de vícios constantes associados às estimativas dos consumos de nutrientes, obtidos pelas equações do NRC (2001), indica inadequação das mesmas para as condições tropicais quando se utiliza cana-de-açúcar como volumoso único.

Literatura Citada

- BOIN, C.; TEDESCHI, L.O. Cana-de-açúcar na alimentação do gado de corte. In: SUMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5., 1993, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993. p.107-126.
- CARDOSO, G.C.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. et al. Desempenho de novilhos Simental alimentados com silagem de sorgo, cana-de-açúcar e palhada de arroz tratada ou não com amônia anidra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2132-2139, 2004 (suplemento 2).
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; CABRAL, L.S. et al. Simulação e validação de parâmetros da cinética digestiva em novilhos mestiços suplementados a pasto, por intermédio do sistema *in vitro* de produção de gases. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2112-2122, 2005.
- DETMANN, E.; PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Estimação da fração digestível da proteína bruta em dietas para bovinos em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2101-2109, 2006a.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. et al. Estimação da digestibilidade do extrato etéreo em ruminantes a partir dos teores dietéticos: desenvolvimento de um modelo para condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1469-1478, 2006b.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Estimação da digestibilidade dos carboidratos não-fibrosos em bovinos utilizando-se o conceito de entidade nutricional em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1479-1486, 2006c.
- DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T. et al. Reparametrização do modelo baseado na lei de superfície para predição da fração digestível da fibra em detergente neutro em condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.155-164, 2007a.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007b.
- EZEQUIEL, J.M.B.; QUEIROZ, M.A.A.; GALATI, R.L. et al. 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.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.

- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. 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, K.A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos**. 2007. 263p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- MATOS, L.L. Produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. 1. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.109-144.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MORAES, K.A.K de. **Desempenho produtivo de novilhas de corte alimentadas com cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio e diferentes ofertas de concentrado**. 2006. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NUSSIO, L.G.; LIMA, L.G.; MATTOS, W.R.S. Alimentos volumosos para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: CNBA, 2000. p.85-100.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 1, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.49-74.
- OLIVEIRA, A.S. **Casca de café ou casca de soja em substituição ao milho em dietas à base de cana-de-açúcar para vacas leiteiras**. 2005, 97p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.
- OLIVEIRA, M.D.S.; ANDRADE, A.T.; BARBOSA, J.C. et al. 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. et al. Cana-de-açúcar associada à uréia/sulfato de amônio como volumoso exclusivo para vacas em lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.20, n.1, p.90-99, 1991.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Efeitos de indicadores e dias de coleta na digestibilidade dos nutrientes e nas estimativas do valor energético de

- alimentos para vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.6, p.2461-2468, 2006.
- PIRES, A.J.V.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Novilhas alimentadas com bagaço de cana-de-açúcar tratado com amônia anidra e, ou, sulfeto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p.1078-1085, 2004.
- PONTES, R.A.M. **Cana-de-açúcar in natura ou ensilada com óxido cálcio e uréia em dietas de ovinos**. 2007. 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D. et al. Teor de Matéria Seca e Constituintes da Parede Celular da Cana-de-açúcar Hidrolisada com Aditivos Alcalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa: UFV, 2006. 329p.
- VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, P.A.; ROCHA JÚNIOR, V.R. et al. Estimativa do valor energético dos alimentos em condições tropicais. In: VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1, 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Funep, 2003. p.71-86.
- VALLE, L.C.S.; MOZZER, O.L.; NETO, J.L. et al. Níveis de concentrado para vacas em lactação em pastagens de capim elefante, no período seco. 1. Produção e composição do leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 23., 1986, Campo Grande, **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1986. p.98.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J.; PIRES, M. F. A. et al. Comparação entre o sistema de pastejo em coast-cross (*Cynodon dactylon*, L.) e o sistema de confinamento para vacas de leite. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro, **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1993. (CD-ROM).
- VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C. et al. Avaliação de diferentes suplementos para vacas mestiças em lactação alimentadas com cana-de-açúcar: desempenho e digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.768-777, 2003.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, Ithaca. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.

WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; St.PIERRE, N.R. A theroticallybased model for predicting total digestible nutrient values of forage and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.1-2, p.95-110, 1992.

CAPÍTULO 10

Comportamento ingestivo, balanço de nitrogênio, concentração de uréia e síntese de proteína microbiana em vacas em lactação alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio

RESUMO: Avaliou-se o efeito de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio (CaO) sobre o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em vacas em lactação. Utilizaram-se 16 vacas em lactação, mestiças, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições. O período experimental foi de 21 dias, sendo o consumo e a digestibilidade avaliada nos sete dias finais. As dietas foram formuladas para serem isoprotéicas, contendo 13% de proteína bruta e apresentaram 85% de cana-de-açúcar com 0; 0,75; 1,5 ou 2,25% de CaO corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) e 15% de concentrado. A cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi cortada e desintegrada todos os dias e fornecida no momento do oferecimento das dietas. Para a cana tratada, efetuou-se a adição de CaO (com base na matéria natural) diretamente na cana-de-açúcar, previamente pesada, sendo fornecida aos animais após 24 horas de tratamento. O comportamento ingestivo foi realizado durante dois dias consecutivos, sendo as observações efetuadas em intervalos de cinco minutos. A atividade de ruminação (min/kg MS) reduziu linearmente ($P < 0,05$). A retenção de N se comportou de forma quadrática em função das doses CaO à cana-de-açúcar. As excreções de nitrogênio na urina e no leite (g/dia) não foram afetadas pela adição de CaO à cana-de-açúcar. As concentrações de uréia na urina, no plasma e no leite e as excreções de uréia na urina e leite não foram afetadas pelas doses de CaO. Não houve efeito dos tratamentos sobre as excreções de alantoína na urina e no leite, ácido úrico na urina e excreção de purinas totais. A adição de CaO à cana-de-açúcar não influencia a síntese microbiana em vacas em lactação.

Palavras-chave: eficiência alimentar, mastigação, nitrogênio uréico, plasma, purinas totais, eficiência microbiana

Ingestive behavior, nitrogen balance, urea concentration and microbial protein synthesis in dairy cows fed diets containing sugar cane treated with calcium oxide

ABSTRACT: It was evaluated the effect of diets containing sugar cane treated with calcium oxide (CaO) on the ingestive behavior, nitrogen (N) balance, urine and plasma urea concentrations and microbial protein synthesis in dairy cows. Sixteen crossbred dairy cows were used, distributed in a completely randomized design, with four treatments and four repetitions. The experimental period was of 21 days, with the intake and digestibility evaluated at the last seven days. The diets were formulated to be isonitrogenous, contend 13% crude protein and presented 85% sugar cane with 0; 0.75; 1.5 or 2.25% CaO corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture and 15% of concentrate. The without treated sugar cane (0% CaO) was cut e chopped every day and offered at the moment of the diets' offer. For the treated cane, the CaO addition (in natural matter basis) was realized directly in sugar cane mass, previously weighted, and offered to the animals 24 hours after treatment. The ingestive behavior was realized during two consecutive days, with the observations done at five minutes intervals. The rumination (min/day) reduced linearly ($P<0.05$). The N retention had quadratic behavior with the CaO addition to sugar sugar cane. The excretions of nitrogen in the urine and in the milk (g/day) were not affected by CaO addition to sugar cane. The urine, plasma and milk urea concentrations and the urine and milk urea excretions were not affected by CaO doses. There was no effect of the treatments on urine and milk allantoin excretions, uric acid in urine and excretion of total purines. The CaO addition to sugar cane does not influence the microbial synthesis in dairy cows.

Key words: feed efficiency, chewing, urea nitrogen, plasma, total purines, microbial efficiency

Introdução

Vacas em lactação com níveis diários de produção acima de 12 - 15 kg de leite necessitam de forragens conservadas de alto valor nutritivo e de elevadas proporções de concentrados energéticos e protéicos (Matos, 2002). Por outro lado, vacas de baixa produção de leite são criadas extensivamente tendo como volumoso forragens constituídas em sua maioria por gramíneas tropicais.

A falta de acompanhamento técnico e a escassez de recursos financeiros para investimentos no setor, ainda são os principais fatores responsáveis pelos baixos índices produtivos em muitas propriedades leiteiras (Nussio et al. 2003). Isso tem acarretado na opção dos produtores por animais mais rústicos de menor produção de leite, para suportar os baixos índices tecnológicos dessas propriedades.

Mesmo em sistemas leiteiros que utilizam animais de baixa produção de leite, a suplementação volumosa em determinadas épocas do ano é inevitável, pois a ausência de forragens de qualidade no período seco normalmente afeta a produção de leite dos animais. A cana-de-açúcar, entretanto, apresenta-se como uma boa opção, sendo amplamente utilizada em sistemas leiteiros (Mendonça et al., 2004). De acordo com Nussio et al. (2002), em simulações de sistemas de produção animal a cana-de-açúcar vem prevalecendo como uma das opções mais interessantes para minimização dos custos com alimentação e do produto animal e maximização da projeção de receita líquida da atividade.

No Brasil, a cultura da cana-de-açúcar é intensamente difundida, sendo verificado nos últimos anos uma grande expansão do cultivo desta cultura a extensas áreas, em regiões tradicionais de pecuária e produção de grãos. Em decorrência desse fato, as técnicas de produção foram aprimoradas, ocasionando o lançamento de variedades com alto potencial de produção de biomassa e açúcar. Landell et al. (2002) comentaram que algumas variedades como a IAC 862480, podem alcançar mais de 153 t/ha.

Apesar do grande potencial produtivo como forrageira para alimentação animal, a cana-de-açúcar apresenta alguns pontos negativos como baixos teores de proteína e elevados de parede celular de baixa digestibilidade, sendo estes itens motivos de diversos estudos conduzidos com esta cultura atualmente (Nussio et al., 2003). Trabalhos recentes têm focado o uso de aditivos químicos na cana-de-açúcar (Cavali, 2006; Ribeiro et al., 2007) como uma possível alternativa para aumentar a digestibilidade da fração fibrosa, e promover incrementos no consumo animal em eventuais sistemas de alimentação.

O uso de uréia para corrigir a deficiência em proteína da cana-de-açúcar tem sido muito empregado (Mendonça et al., 2004; Costa et al., 2005; Oliveira et al., 2007). A uréia é uma molécula que apresenta alta solubilidade, difundindo-se facilmente no conteúdo ruminal, constituindo fonte de nitrogênio para os microrganismos. De acordo com Valadares et al. (1997), em vacas em lactação, as concentrações de uréia no leite são altamente correlacionadas com as concentrações plasmáticas. Elevados níveis de uréia no leite estão associados à falta de sincronização na taxa de degradação ruminal entre as fontes de nitrogênio e energia (Baker et al., 1995) e em decorrência de dietas com excesso de nitrogênio degradável no rúmen ou aumento de proteína. Segundo Pina et al. (2006) níveis de nitrogênio não protéico acima dos valores basais aumentam a excreção de uréia, sugerindo desperdício de proteína dietética.

O aumento na digestibilidade da fração fibrosa na cana-de-açúcar por ocasião do tratamento químico com produtos alcalinos está relacionado à solubilização parcial da hemicelulose e expansão das moléculas de celulose, causando a ruptura das ligações intermoleculares das pontes de hidrogênio, com conseqüente aumento na digestão da celulose e hemicelulose (Garcia & Pires, 1998). Dessa forma, além de alterações no metabolismo animal, novas condições de alimentação refletem também no comportamento alimentar, o qual pode ser alterado pela estrutura física e pela composição química das dietas (Van Soest, 1994; Carvalho et al., 2004).

O experimento foi conduzido para avaliar o efeito de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio sobre o comportamento ingestivo, o balanço de nitrogênio, as concentrações de uréia na urina e no plasma e a síntese de proteína microbiana em vacas em lactação.

Material é Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Paulistinha, localizada no município de Macarani, BA, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 16 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de terceira ou quarta lactação, com peso corporal médio de 455 kg e produção média de leite de 8 kg/dia, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições.

Entre os dias treze agosto e três de setembro de 2007, os animais foram alojados em baias individuais cobertas, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. As dietas, com aproximadamente 13% de

proteína bruta, apresentaram 85% de cana-de-açúcar hidrolisada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 15% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes do concentrado e da dieta (% na MS)

Ingrediente	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	85,00
Fubá de milho	60,3	9,13
Farelo de soja	28,3	4,24
Calcário calcítico	1,0	0,16
Fosfato bicálcico	4,3	0,66
Mistura mineral ²	6,1	0,95

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto: Ca - 200 g; P - 100 g; Na - 68 g, Mg - 18 g, S - 12 g, Co - 200 mg, Cu - 1600 mg, I - 195 mg, Mn - 1960 mg, Ni - 40 mg, Se - 32 mg, Zn - 6285 mg, Fe - 1000 mg.

Durante todo o período experimental, diariamente às 6h00 e às 14h00, a cana-de-açúcar foi desintegrada com o auxílio de uma máquina desintegradora acoplada ao hidráulico do trator, o qual continha uma carreta na parte inferior que recebia o material picado. Conduzida até um galpão coberto, parte da cana-de-açúcar *in natura* foi pesada e separada para o fornecimento aos animais (tratamento com 0% de CaO), sendo o restante pesado e dividido em três partes para a adição do óxido de cálcio, que foi realizada com base na matéria natural da cana, sem diluir em água. Após espalhada ao piso de alvenaria e tratada com as doses de CaO, a cana foi amontoada e fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento.

A cana-de-açúcar em todos os tratamentos, no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural. Nesse procedimento, a uréia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada em cada tratamento para o fornecimento diário, sendo diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de uréia/4 litros de água) e distribuída à cana-de-açúcar com o auxílio de um regador.

O experimento teve duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais e sete dias de coleta. As dietas (Tabela 2) foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, às 7h00 e às 15h00, e ajustadas de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10%

do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente. Durante o período de coleta, 15^o ao 21^o dia, amostras dos volumosos, concentrado e das sobras de cada animal foram coletadas diariamente, acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSpD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da dietas experimentais

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	37,6	38,7	40,0	41,7
MO ²	94,3	91,7	89,6	85,6
PB ²	13,7	13,6	13,7	13,3
PIDN ³	15,5	14,1	16,7	16,9
PIDA ³	10,0	10,8	10,9	13,3
EE ²	1,8	2,0	2,5	2,4
Cinza ²	5,8	8,3	10,4	14,4
CT ²	78,2	78,4	73,2	69,9
FDN ²	51,2	54,1	49,2	48,3
FDNcp ²	46,8	49,2	43,7	41,5
FDNi ²	27,1	29,3	19,8	18,8
FDNpd	24,1	24,8	29,3	29,5
CNF ²	27,0	24,4	24,0	21,6
CNFcp ²	31,4	29,3	29,5	28,4
FDA ²	35,1	37,0	33,2	32,8
Hemicelulose ²	16,1	17,1	15,9	15,5
Celulose ²	26,4	28,5	26,3	25,4
Lignina ²	6,1	6,1	5,6	5,3
MSpD ²	71,8	69,6	79,1	80,0
NDT ^{2,4}	61,2	58,4	59,2	56,0

^{1/} Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ^{2/} Valores em percentagem da MS. ^{3/} Valores em percentagem da PB. ^{4/} Estimado segundo NRC (2001).

Amostras dos volumosos, concentrado e sobras de cada animal foram secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e processadas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises químicas.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) celulose, hemicelulose e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) foram realizadas seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDN_pD) e matéria seca potencialmente digestível (MS_pD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNF_{cp}) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNF_{cp} = (100 - \%FDN_{cp} - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Quanto ao teor de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDN_p + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDN_p - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDN_p)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDN_p + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDN_p - lignina) \times [1 - (lignina/FDN_p)^{0,667}] - 7$

sendo que, nas equações acima:

FDN_p = FDN – PIDN (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de EE < 1, na equação (EE - 1) = 0

Na avaliação do comportamento ingestivo, as vacas foram submetidas a períodos de observação visual no 19^o e 20^o dia, sendo os animais no 19^o dia observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

No dia seguinte, 20^o dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Foi avaliado nesses períodos o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo. Esse procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimação das variáveis comportamentais alimentação e ruminação (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 19^o e 20^o dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 20^o ao 21^o dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

A coleta de fezes ocorreu em durante dois dias alternados, em horários diferentes (12h00 e 17h00) entre o 20° e 21° dia do experimento. As amostras de fezes foram seca, moídas em moinho de faca com peneira de malha de 1,0 mm, compostas por animal e posteriormente armazenadas para as análises. Para a estimativa da excreção fecal, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno (Detmann et al., 2001; Detmann et al., 2007). Amostras dos alimentos fornecidos (cana, concentrado), sobras e fezes foram incubadas por 240 horas (Casali et al. 2008) em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não-tecido (TNT - 100 g/m²) no rúmen de um novilho mestiço Holandês-Zebu recebendo dieta mista. Após este período o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002) para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por intermédio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

Amostras do leite (250 mL) foram coletadas na tarde do 20° dia e manhã do 21° dia. Amostras obtidas na tarde do 20° dia foram armazenadas entre 2 e 6°C e, após misturadas de forma proporcional às amostras coletadas na manhã do dia seguinte (21° dia), por animal, (250 mL da tarde + 250 mL da manhã do dia seguinte) foram conduzidas imediatamente ao Laboratório de Análises Clínicas do Leite na Empresa Vale Dourado. Parte dessas amostras (10 mL) foram desproteinizadas com ácido tricloroacético utilizando 5 mL de ácido tricloroacético a 25%, filtrado em papel-filtro e armazenado a -20°C, para posteriores análises de uréia e alantoína.

No 21° dia foram realizadas coletas de urina, *spot*, em micção espontânea dos animais, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação matinal. As amostras foram filtradas em gaze e uma alíquota de 10 mL foi separada e diluída com 40 mL de ácido sulfúrico (0,036 N) (Valadares et al., 1999), a qual foi destinada à quantificação das concentrações urinárias de uréia, nitrogênio, creatinina, alantoína e ácido úrico.

A coleta de sangue foi realizada na veia jugular, no 21° dia, aproximadamente quatro horas após o fornecimento da alimentação da manhã, utilizando-se tubos (*Vacutainer*TM) de 5 mL com EDTA. Em seguida, as amostras de sangue foram transferidas para o laboratório, centrifugadas a 3.500 rpm por 10 minutos e o plasma acondicionado em *ependorfs*, foi mantido congelado (-20°C) até a realização das análises.

As concentrações de creatinina e ácido úrico na urina e uréia na urina, leite e plasma foram estimadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin). A conversão dos valores de uréia em nitrogênio uréico foi realizada pela multiplicação dos valores obtidos pelo

fator 0,4667. Os teores urinários de alantoína e ácido úrico foram estimados por intermédio de métodos colorimétricos, conforme especificações de Chen & Gomes (1992), sendo o teor de nitrogênio total estimado pelo método de Kjeldhal (Silva & Queiroz, 2002).

O balanço de nitrogênio (N-retido, g/dia) foi calculado como: N-retido = N ingerido (g) – N nas fezes (g) – N na urina (g).

A excreção diária de creatinina considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina *spot* foi de 24,05 (mg/kg PV), de acordo com o proposto por Chizzotti (2004).

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da relação entre a excreção de creatinina (mg/kg PV) relatada anteriormente e concentração média de creatinina (mg/dL) na urina *spot*, multiplicando-se pelo respectivo PV do animal.

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico excretadas na urina e alantoína no leite. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

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

em que: PA são as purinas absorvidas (mmol/dia); e PT corresponde às purinas totais (mmol/dia).; 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM(g/dia) = \frac{70 \times PA}{0,83 \times 0,116 \times 1000}$$

Assumindo-se o valor de 70 para conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação $N_{PURINA}:N_{TOTAL}$ nas bactérias.

Nas análises estatísticas dos resultados, procedeu-se à decomposição da soma de quadrados relacionada às doses de CaO na cana-de-açúcar, por meio de contrastes ortogonais, conforme descrito na Tabela 3.

Ao primeiro contraste (A) atribuiu-se a comparação entre as médias do tratamento controle (cana *in natura*) e tratamentos envolvendo cana-de-açúcar com óxido de cálcio.

Os contrastes representados pelas letras B e C permitiram a avaliação de efeitos de ordem linear e quadrática em função das doses de óxido de cálcio na cana-de-açúcar, respectivamente. Os procedimentos estatísticos foram realizados com o auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade.

Tabela 3 - Distribuição dos coeficientes para os contrastes ortogonais empregados na decomposição da soma de quadrados para tratamentos

Contraste	Coeficientes			
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25
A	+3	-1	-1	-1
B	0	-1	0	+1
C	0	-1	+2	-1

Resultados e Discussão

Não se observaram efeitos significativos ($P > 0,05$) entre o tratamento com cana-de-açúcar *in natura* e o grupo de tratamentos com CaO (vide contraste C vs. CaO, Tabela 4) com relação às variáveis de consumo (MS e FDNcp) e comportamentais como à alimentação, ruminação, mastigação e ócio.

Recorrendo-se aos demais contrastes, verificou que o consumo de MS e FDNcp (kg) em 24 horas, e as atividades de alimentação, expressas em min/dia, min/kg MS e min/kg FDN, as atividades de mastigação em suas diferentes formas expressadas e a atividade de ócio em min/dia também não foram influenciadas ($P > 0,05$) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 4). A atividade de ruminação em min/dia e em min/kg FDNcp também não foram afetadas pelas doses de CaO, entretanto, o tempo despendido em ruminação, em min/kg MS, mostrou-se relacionado de forma linear e negativamente ($P < 0,05$) com as doses CaO.

A ausência de efeito sobre as variáveis comportamentais relacionadas aos tempos de alimentação, ruminação, mastigação e ócio ($P > 0,05$), podem ser explicadas pela baixa eficiência do CaO no tratamento da cana-de-açúcar, por não promover alterações significativas na parede celular, e também pelo fato da proporção volumoso:concentrado ser semelhante entre as dietas, sendo o volumoso cana-de-açúcar utilizado em todos os tratamentos. A ausência de efeito significativo das doses de CaO utilizadas no tratamento

da cana-de-açúcar sobre os consumos de MS e FDNcp em 24 horas reforçam esta hipótese, já que, sabidamente a elevação destes, especialmente do consumo de FDN, exerce grande influência sobre as atividades do comportamento ingestivo.

Tabela 4 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes dos consumos de matéria seca (CMS) e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (CFDNcp), atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em vacas lactantes alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Consumo em 24 horas (kg)								
CMS ²	11,1	9,3	12,4	11,2	13,4	ns	ns	*
CFDNcp	5,1	4,3	5,4	4,6	15,3	ns	ns	ns
Alimentação								
Min/dia	323,8	327,5	397,5	367,5	21,2	ns	ns	ns
Min/kg MS	29,0	35,4	32,0	32,9	19,0	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	63,5	77,5	73,8	79,2	18,9	ns	ns	ns
Ruminação								
Min/dia	505,0	438,8	470,0	432,5	14,9	ns	ns	ns
Min/kg MS ³	45,3	48,4	37,9	38,5	13,9	ns	*	ns
Min/kg FDNcp	99,1	106,1	87,4	93,6	16,0	ns	ns	ns
Mastigação								
Nº/bolo	60,2	65,3	67,0	57,0	11,3	ns	ns	ns
Seg/bolo	64,3	68,2	71,6	66,0	8,4	ns	ns	ns
Nº/dia	28281	25230	26236	22876	18,3	ns	ns	ns
Min/dia	828,0	766,2	867,5	798,0	13,9	ns	ns	ns
Min/kg MS	74,4	83,8	70,0	71,4	11,7	ns	ns	ns
Min/kg FDNcp	162,6	183,6	161,3	172,8	12,9	ns	ns	ns
Ócio								
Min/dia	611,3	673,8	572,5	640,0	18,2	ns	ns	ns

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 1949,42 + 12719,7X - 3827,18X^2$ (R² = 1,000); ^{3/} $\hat{Y} = 51,4832 - 6,57155X$ (r² = 0,7045).

A influência do consumo de fibra sobre as atividades comportamentais pode ser confirmada pelos resultados apresentados por Oliveira et al. (2007), que avaliaram o comportamento ingestivo em vacas em lactação de alta produção recebendo silagem de

milho ou cana-de-açúcar como volumoso, e verificaram que o maior consumo de FDN (7,2 kg/dia) no tratamento com silagem de milho em relação ao com cana-de-açúcar (5,0 kg/dia), fez com que os animais no tratamento com silagem de milho despendessem mais tempo nas atividades de alimentação e ruminação, sendo registrados valores de 306,0 e 246,0 min/dia para a atividade de alimentação e 546,0 e 438,0 min/dia para a atividade de ruminação, respectivamente, nos tratamentos com silagem de milho e cana-de-açúcar.

Neste estudo, a ausência de efeito significativo ($P>0,05$) das doses de CaO sobre a ingestão de FDNcp (Tabela 4), explica, de fato, os resultados observados para as atividades de alimentação e ruminação, pois segundo Colenbrander et al. (1991), o teor de fibra, especialmente o teor de FDN influencia os tempos gastos com a ingestão e ruminação dos alimentos. Isto ocorre porque a necessidade de mastigação está relacionada com a quantidade de material indigestível ou pouco digestível consumida e com a resistência do material à redução do tamanho de partículas (Fischer, 1996).

O valor médio observado para a atividade de alimentação de 354,1 (min/dia), situa-se acima da faixa observada entre 249,6 e 262,2 (min/dia) relatada por Mendonça et al. (2004) que utilizaram cana-de-açúcar na dieta de vacas em lactação. Ressalta-se, entretanto, que os níveis de concentrados utilizados pelos autores (40 e 50%) foram superiores ao empregado neste estudo. A elevada proporção de cana-de-açúcar utilizada no presente estudo, sendo esta um volumoso que apresenta elevado teor de fibra de baixa ou lenta digestão, não influenciou as atividades de mastigação, mas as médias observadas para o número e tempo médio despendido para as mastigações por bolo e o tempo médio de mastigação total, situaram-se acima dos valores relatados por Mendonça et al. (2004) em estudo com vacas em lactação recebendo cana-de-açúcar.

Alimentos com um alto teor de FDN (Beauchemin & Buchanan-Smith, 1989; De Boever et al., 1990; Oba & Allen, 2000; Queiroz et al., 2001) ou FDN de baixa degradabilidade (McQueen & Robinson, 1996) necessitam ser mastigados (e, principalmente, ruminados) por um tempo mais longo. Estes relatos explicam os maiores valores obtidos para os tempos de alimentação, ruminação e mastigação, em min/dia, no presente estudo, em relação aos valores observados por Mendonça et al. (2004) e Oliveira et al. (2007), os quais utilizaram dietas à base de cana-de-açúcar para vacas em lactação, mas com menores teores de FDN em decorrência das maiores proporções de concentrados.

A eficiência em alimentação e ruminação e suas deferentes formas expressadas não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar (Tabela 5). Não foi

observado, portanto, efeitos significativos com relação ao CaO ($P>0,05$) sobre estas variáveis e nem diferenças entre a cana *in natura* e o CaO (contraste C vs. CaO, Tabela 5).

Tabela 5 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das eficiências em alimentação e ruminação em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Eficiência em alimentação								
g MS/hora	2080,0	1741,4	1882,6	1921,0	16,0	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	951,6	803,2	816,6	789,6	16,1	ns	ns	ns
Eficiência em ruminação								
Bolos (nº/dia)	473,2	385,7	396,6	399,0	17,8	ns	ns	ns
g MS/bolo ²	23,9	23,9	31,9	29,1	17,1	ns	ns	ns
g FDNcp/bolo	10,9	11,0	13,8	12,1	18,8	ns	ns	ns
g MS/hora ³	1339,2	1267,5	1603,7	1576,5	14,4	ns	ns	ns
g FDNcp/hora	612,7	585,1	695,5	653,4	16,4	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo ($P>0,05$). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Apesar de os tempos de alimentação, ruminação e ócio serem influenciados pela composição do volumoso e de diversos outros fatores relacionados à dieta, os ritmos comportamentais e as variações observadas não são tão expressivas como normalmente se verifica para as eficiências tanto de alimentação como de ruminação. Isto deve ao fato de primariamente as dietas afetarem o consumo animal, que por sua vez provoca implicações nos tempos despendidos nas atividades. Como a eficiência é obtida ponderando-se os valores de consumo e tempo de atividade, tais diferenças tornam-se mais evidentes. No presente estudo, a similaridade na eficiência em ruminação (Tabela 5), decorre, possivelmente, da proximidade das dietas quanto a composição química.

As eficiências em alimentação, expressas em g MS/hora e g FDNcp/hora, apresentaram-se abaixo dos valores relatados por Oliveira et al. (2007) para vacas de alta produção. Os tempos de alimentação observados no presente trabalho apresentaram-se acima dos valores relatados pelos autores enquanto o consumo de nutrientes abaixo, explicando, portanto, os menores índices de eficiência de alimentação observados. O número de bolos ruminados diariamente, o qual variou entre 385,7 e 473,2, apresentaram-

se próximos do valor relatado por Oliveira et al. (2007) de 472,2 (bolos/dia), em dieta à base de cana-de-açúcar e concentrado. Essa eficiência representada pelo número de bolos ruminados diariamente constitui-se um importante mecanismo pelo qual o animal expressa a sua maior ou menor dificuldade em reduzir as partículas do alimento, apontando a necessidade de possíveis ajustes na dieta.

Em estudo conduzido por Mendonça et al. (2004) com vacas em lactação, o autor avaliou dietas contendo silagem de milho (relação volumoso:concentrado de 60:40) e dietas contendo cana-de-açúcar, com relação volumoso:concentrado de 60:40 ou 50:50, e registraram valores de eficiência em ruminação, expressa em g FDN/hora, variando entre 582,1 e 617,7 nas dietas à base de cana-de-açúcar. Os valores observados no presente estudo para esta variável, sem presença de efeito significativo ($P>0,05$) e variando entre 585,1 e 695,5 g FDNcp/hora, é próximo da faixa relatada pelos autores. Ressalta-se, entretanto, que os consumos de FDN verificados no presente estudo foram próximos aos valores apresentados pelos autores, o que pode ter contribuído para a semelhança entre os resultados observados.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio não foram afetados ($P>0,05$) pelas doses de CaO na cana-de-açúcar. Do mesmo modo, o tempo médio despendido por período de alimentação e o consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, em kg, não apresentaram relação com o CaO utilizado no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 6), não sendo observado efeito significativo em nenhum dos contrastes testados. A ausência de efeito significativo ($P>0,05$) observada nestas variáveis seguiu o comportamento observado nos tempos despendidos em alimentação, ruminação e ócio em 24 horas, os quais também não foram significativos ($P>0,05$). Normalmente diferenças no número de períodos de atividades de alimentação, ruminação e ócio são esperadas quando ocorrem variações significativas não só nos tempos das atividades, mas também no consumo de nutrientes, principalmente MS e FDN, fato este evidenciado no estudo de Mendes Neto et al. (2007) ao avaliarem o comportamento ingestivo em novilhas de origem leiteira alimentadas com diferentes dietas.

Com a similaridade entre os consumos de MS e FDNcp observados entre as dietas experimentais à base de cana-de-açúcar tratada com as diferentes doses de CaO, era de se esperar semelhança entre os valores de consumo por período de alimentação. O consumo diário de alimentos compreende o número de refeições diárias, a sua duração e a taxa de ingestão. Assim, a vaca pode regular seu consumo diário de matéria seca (Dado & Allen, 1994; Grant & Albright, 1995) por meio do ajuste do número diário de refeições e do seu

tamanho (duração x taxa de ingestão). Como o número de refeições não foi diferente estatisticamente ($P>0,05$), o consumo por período de refeição (alimentação) também se apresentou inalterado. O teor de FDN é um importante nutriente a ser considerado sobre está variável (Mendes Neto et al., 2007), pois o mesmo pode diminuir o consumo de nutrientes por período de alimentação. Neste trabalho os teores de FDNcp das dietas apresentaram-se próximos, pois os ingredientes (cana-de-açúcar, concentrado, mistura mineral) utilizados na formulação das dietas foram os mesmos, sendo o tratamento químico da cana-de-açúcar com CaO ineficiente em provocar alterações significativas na parede celular.

Tabela 6 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes do número e tempo médio despendido por período nas atividades de alimentação, ruminação e ócio e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
	Número de períodos (n ^o /dia)							
Alimentação	18,5	16,8	17,8	17,0	21,4	ns	ns	ns
Ruminação	18,8	19,3	19,8	20,8	17,5	ns	ns	ns
Ócio	29,5	28,8	32,0	31,0	12,0	ns	ns	ns
	Tempo gasto por período (min)							
Alimentação	18,6	20,5	23,0	22,0	31,6	ns	ns	ns
Ruminação	27,4	22,8	24,6	21,0	18,7	ns	ns	ns
Ócio	20,9	23,7	18,0	20,6	20,7	ns	ns	ns
	Consumo médio por período de alimentação (kg)							
MS	0,64	0,57	0,72	0,68	26,5	ns	ns	ns
FDNcp	0,29	0,26	0,31	0,28	26,7	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo ($P>0,05$). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio (CaO); L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

Observou-se que o grupo de tratamentos com CaO apresentou menor valor de excreção de fezes (g/dia) em relação ao tratamento com cana *in natura*, denotado no contraste C vs. CaO (Tabela 7). A análise deste contraste permitiu observar também maior valor de N retido (g/dia, em % do ingerido e digerido) nos tratamentos com CaO em

detrimento ao com cana *in natura*. Recorrendo-se aos demais contrastes, observou-se comportamento quadrático na ingestão de N (g/dia), no teor de N digerido (em g/dia e em % do N ingerido), no N retido, expressos em g/dia, % do N ingerido e do digerido (Tabela 7), com pontos críticos e respostas máximas estimadas de 1,7% CaO e 265,46 g/dia; 1,7% CaO e 193,8 g/dia; 1,75% CaO e 73,5%; 1,59% CaO e 58,4 g/dia; 1,6% CaO e 81,8% e 1,58% CaO e 80,4%, respectivamente.

Tabela 7 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes da ingestão de nitrogênio (N-ING), excreção de nitrogênio nas fezes (N-fezes), nitrogênio digerido (N-DIG), excreção de nitrogênio no leite (N-leite), na urina (N-urina) e nitrogênio retido (N-retido) em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos					Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25	CV (%)	C vs. CaO	L	Q
N-ING (g/dia) ²	248,1	183,3	261,8	237,8	10,4	ns	**	**
N-fezes (g/dia)	90,7	78,2	72,1	72,9	14,9	*	ns	ns
N-DIG (g/dia) ³	157,4	105,1	189,8	164,9	13,0	ns	**	**
N-DIG (% do N-ING) ⁴	63,4	57,0	72,4	69,5	7,1	ns	**	**
N-leite (g/dia)	40,0	37,1	35,6	33,8	17,4	ns	ns	ns
N-urina (g/dia)	88,7	78,7	96,3	96,5	18,3	ns	ns	ns
N-retido (g/dia) ⁵	28,7	19,1	57,9	34,7	12,5	**	**	**
N-retido (% do ING) ⁶	32,3	25,0	80,4	48,8	18,2	**	**	**
N-retido (% do DIG) ⁷	45,1	33,7	79,9	50,1	12,7	*	**	**

^{1/} (ns), (*) e (**): não-significativo (P>0,05) e significativo ao nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, respectivamente. C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar. ^{2/} $\hat{Y} = 2,11301 + 309,912X - 91,1778X^2$ (R² = 1,0000). ^{3/} $\hat{Y} = -89,2209 + 332,064X - 97,3876X^2$ (r² = 1,0000). ^{4/} $\hat{Y} = 23,0933 + 57,4784X - 16,3883X^2$ (R² = 1,0000). ^{5/} $\hat{Y} = -81,6800 + 175,739X - 55,1279X^2$ (R² = 1,0000). ^{6/} $\hat{Y} = -117,408 + 247,817X - 77,3109X^2$ (R² = 1,0000). ^{7/} $\hat{Y} = -88,6560 + 213,774X - 67,6005X^2$ (R² = 1,0000).

Verifica-se diante dos resultados apresentados que as máximas respostas obtidas para as variáveis do balanço de N estão próximas de 1,6% de adição de CaO. A maior ingestão de N na dieta com cana-de-açúcar tratada com CaO foi obtida sobre o dose de 1,7%, podendo estar relacionada com o consumo de MS neste tratamento, que apesar de não ter apresentado efeito significativo (P>0,05), em termos de valores absolutos o maior consumo foi obtido próximo dessa dose de 1,7% (1,5%) (Tabela 4).

Apesar da variação observada entre as médias obtidas para o balanço de N (N retido) nas diferentes dietas com cana-de-açúcar tratada com CaO, vale ressaltar que,

independentemente das doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar, não foi verificado balanço de N negativo, o que é indicativo de que o consumo de proteína atendeu as exigências protéicas das vacas em lactação.

As concentrações de N uréico na urina, no plasma e no leite e as excreções diárias de uréia e N uréico na urina e no leite não foram influenciados ($P>0,05$) pela utilização do CaO no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 8). A ausência de efeito significativo ($P>0,05$) para as concentrações de N uréico e excreções de N uréico e uréia podem ser explicadas pelo fato das dietas experimentais terem sido balanceadas para serem isoprotéicas (aproximadamente 13% de PB), e os ingredientes os mesmos, sendo utilizado como fontes protéicas o farelo de soja no concentrado e a uréia na cana-de-açúcar diluída em água no momento do fornecimento aos animais.

Tabela 8 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, em %) e indicativos de significância para os efeitos dos contrastes das concentrações de nitrogênio uréico (N-uréico) na urina, plasma e leite e excreções diárias de uréia e nitrogênio uréico na urina e no leite em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
	Concentrações (mg/dL)							
N-uréico na urina	719,2	672,6	712,8	667,3	7,1	ns	ns	ns
N-uréico no plasma	25,9	24,2	24,3	22,2	15,7	ns	ns	ns
N-uréico no leite	20,4	20,6	20,7	18,8	17,6	ns	ns	ns
	Excreções (g/dia)							
Uréia na urina	136,4	161,7	152,2	141,8	25,9	ns	ns	ns
Uréia no leite	5,1	5,7	5,8	4,8	18,8	ns	ns	ns
N-uréico na urina	60,9	72,2	68,0	63,3	25,9	ns	ns	ns
N-uréico no leite	2,3	2,5	2,6	2,1	18,0	ns	ns	ns
	Excreções (mg/kg PV)							
Uréia na urina	284,9	372,5	336,1	305,6	21,7	ns	ns	ns
N-uréico na urina	127,3	166,4	150,1	136,5	21,7	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo ($P>0,05$). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

De um modo geral, a proteína dietética é amplamente degradada no rúmen, gerando amônia, o qual em sua maior parte é incorporada pelos microrganismos (principalmente

aqueles que degradam carboidratos estruturais) na forma de proteína microbiana. Em animais leiteiros que necessitam de aporte protéico para manutenção, produção e em determinadas fases para a gestação, situações em que a proporção de amônia liberada é superior à capacidade de utilização pelos microrganismos (Santos et al., 2001) pode ocorrer, o que resulta em elevada concentração endógena de uréia no sangue, no leite e na urina. A concentração de uréia no leite reflete a concentração de uréia no plasma e, portanto, são altamente correlacionados (0,88; 0,98), o que torna essa variável um importante indicador do metabolismo protéico em vacas (Broderick & Clayton, 1997; Jonker et al., 1998; Mouro et al., 2002). De fato, os valores observados no presente estudo para os teores de N uréico no plasma e no leite (Tabela 8) foram bastante próximos, estando de acordo com o relatado pelos autores.

Neste trabalho, os valores médios observados para as concentrações de N uréico no plasma de 25,9; 24,2; 24,3 e 22,2 mg/dL e no leite de 20,4; 20,6; 20,7 e 18,8 mg/dL, respectivamente, nas dietas com cana-de-açúcar tratada com 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO, foram próximos aos relatados por Oliveira et al. (2001), Silva et al. (2001), Pina et al. (2006).

Roseler et al. (1993) relataram que a concentração de N uréico no plasma afeta diretamente as de N uréico do leite, visto que a uréia pode se difundir facilmente do sangue para o leite através dos tecidos epiteliais da glândula mamária. Conseqüentemente, a concentração de N uréico do leite pode ser utilizada como estimativa do N uréico no plasma sem a necessidade de coleta e exame de amostras do sangue (Roseler et al., 1993). Como a coleta de leite durante a ordenha é fácil, a determinação da concentração de uréia no leite pode ser feita com boa acurácia por métodos enzimáticos (*kits* comerciais). Alguns autores têm sugerido que a concentração de N uréico do leite pode ser utilizada como diagnóstico para monitorar a eficiência de utilização do nitrogênio nos rebanhos leiteiros e controlar a emissão de compostos nitrogenados no meio ambiente (Jonker et al., 1998; Nousiainen et al., 2004).

As excreções de alantoína, ácido úrico e purinas totais e as purinas microbianas absorvidas não foram influenciadas ($P>0,05$) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento químico da cana-de-açúcar (Tabela 9). Do mesmo modo a síntese de N e PB microbiana (g/dia) também não foram afetadas ($P>0,05$) pelo uso do CaO no tratamento da cana-de-açúcar, não verificando-se efeito significativo para nenhum dos contrastes testados.

Em trabalho realizado por Silva et al. (2001), os autores testaram doses de 0; 0,7; 1,4; e 2,1% de uréia, correspondentes aos teores de 2,08; 4,01; 5,76; e 8,07% de proteína

bruta na forma de compostos nitrogenados não-protéicos em dietas para vacas em lactação, e assim como no presente estudo, nenhum efeito significativo foi observado acerca das variáveis dos derivados de purinas, purinas absorvidas e conseqüentemente da síntese de proteína microbiana.

Tabela 9 - Médias de quadrados mínimos, coeficiente de variação (CV, %) e indicativos de significância para os contrastes das excreções de alantoína na urina e no leite, ácido úrico na urina, purinas totais, purinas absorvidas, percentagem de alantoína e ácido úrico nas purinas totais, nitrogênio (N-microbiano) e proteína (PB-microbiana) microbiana em vacas lactantes alimentadas com diferentes dietas contendo cana-de-açúcar *in natura* ou tratada com doses (0,75; 1,5 e 2,25%, na base da MN) de óxido de cálcio (CaO)

Item	Tratamentos				CV (%)	Efeito ¹		
	Cana <i>in natura</i>	0,75	1,5	2,25		C vs. CaO	L	Q
Excreções (mmol/dia)								
Alantoína na urina	291,5	281,2	291,9	291,3	15,5	ns	ns	ns
Alantoína no leite	25,1	27,3	25,6	24,1	13,1	ns	ns	ns
Ácido úrico	22,5	19,7	22,2	24,0	21,0	ns	ns	ns
Purinas totais	339,1	328,2	339,6	339,4	13,6	ns	ns	ns
Purinas microbianas (mmol/dia)								
Absorvidas	352,8	343,0	355,5	354,2	15,1	ns	ns	ns
Derivados de purinas (% das purinas totais)								
Alantoína da urina	85,9	85,7	85,9	85,4	2,2	ns	ns	ns
Alantoína do leite	7,5	8,4	7,6	7,5	21,3	ns	ns	ns
Ácido úrico	6,7	6,0	6,5	7,1	16,3	ns	ns	ns
Produção microbiana (g/dia)								
N-microbiano	256,5	249,4	258,5	257,5	15,1	ns	ns	ns
PB-microbiana	1603,2	1558,6	1615,5	1609,6	15,1	ns	ns	ns

^{1/} (ns): não-significativo (P>0,05). C vs. CaO – controle (cana *in natura*) vs. cana com óxido de cálcio CaO; L e Q – efeito linear e quadrático para as doses de CaO na cana-de-açúcar.

As excreções urinárias observadas de alantoína foram de 291,5; 281,2; 291,9 e 291,3 mmol/dia, respectivamente, nas doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO. Ao pesquisarem os efeitos da dieta sobre a concentração e excreção de alantoína no leite e a relação entre alantoína no leite e na urina em vacas em lactação, Gonda & Lindberg (1997) obtiveram excreções urinárias de alantoína variando de 211 a 571 mmol/dia, enquanto Johnson et al. (1998) relataram média de 191,5 mmol/dia. Estas variações de valores

encontrados na literatura indicaram que o nível de alantoína e ácido úrico em vacas em lactação não são constantes em todos os estádios fisiológicos e tratamentos dietéticos (Johnson et al., 1998). Em estudos recentes conduzidos no Brasil, Oliveira et al. (2007) relataram valores variando entre 266,4 e 300,6 mmol/dia, utilizando dietas à base de milho ou cana-de-açúcar, e Pina et al. (2006) valores de 281,7 a 310,8 mmol/dia, ao utilizarem dietas com diferentes fontes protéicas. Assim como neste trabalho, em nenhuma desses experimentos os autores observaram efeito significativo das dietas sobre a excreção de alantoína na urina dos animais.

A secreção de alantoína no leite, que foi em média 25,5 mmol/dia, não foi influenciada ($P>0,05$) pelas doses de CaO utilizadas no tratamento da cana-de-açúcar. De acordo com Giesecke et al. (1994) e Gonda & Lindberg (1997), a produção de leite parece ser o fator mais importante na determinação da concentração e quantidade da alantoína excretada no leite. Segundo os mesmos autores, alterações no volume de leite poderiam limitar o uso da concentração de alantoína, devido aos efeitos de diluição e produção de alantoína no leite. No presente estudo, administrou-se 1% de uréia (% MN) na cana-de-açúcar e, conforme já relatado, foi encontrado um valor médio de alantoína no leite de 25,5 mmol/dia, o qual se situou acima da média relatada de 12,2 mmol/dia por Soares et al. (2005), que utilizaram farelo de trigo em substituição ao fubá de milho no concentrado, da média de 21,2 mmol/dia obtida por Souza et al. (2006), que utilizaram casca de café na dieta de vacas em lactação e da média obtida por Corrêa (2007) de 12,8 mmol/dia, o qual estudou a utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas em lactação.

Os valores verificados neste estudo para os derivados de purinas, expresso em mmol/dia, corroboram os observados na literatura, relatados por Oliveira et al. (2001), Silva et al. (2001) e Oliveira et al. (2007), os quais avaliaram a síntese de proteína microbiana em vacas em lactação.

As excreções urinárias de ácido úrico de 22,5; 19,7; 22,2 e 24,0 mmol/dia, respectivamente, nas doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO na cana-de-açúcar, foram inferiores àquelas observadas por Valadares et al. (1999), que encontraram valor médios de 39,15 mmol/dia. Giesecke et al. (1994) obtiveram média de 35,2 mmol/dia e Johnson et al. (1998), 58,8 mmol/dia. De acordo com esses autores, a excreção de ácido úrico pode ser usada para estimar a produção de N microbiano em vacas em lactação durante todos os estádios da lactação, exceto durante o início da mesma, pois, nesta fase, as vacas tendem a excretar mais ácido úrico e menos alantoína, ocorrendo o oposto ao término da lactação. As razões para estas inclinações, segundo os mesmos autores, poderiam ser as diferenças

na atividade da uricase no fígado e tecido extra-hepático, alteração na rota de excreção da alantoína e ácido úrico via urina, leite, saliva e outros meios de excreções e alterações na quantidade e na proporção de perdas endógenas de purinas, via urina, devido aos diferentes estádios fisiológicos.

Conclusões

As atividades de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em vacas em lactação não são influenciadas pela utilização óxido de cálcio em até 2,25% no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar não altera as atividades de mastigação e as eficiências de alimentação e ruminação.

O número e o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio e o consumo médio de matéria seca e fibra em detergente neutro isenta de cinzas e proteína, por período de alimentação, não são influenciados pela utilização do óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

A maior retenção de nitrogênio ocorre com a adição de 1,7% de óxido de cálcio, sendo que as concentrações de nitrogênio uréico na urina, no plasma e no leite e as excreções de nitrogênio uréico e uréia na urina e no leite não são influenciadas pelo uso do óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar.

As excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, as purinas absorvidas e a síntese de nitrogênio e proteína microbiana não são alteradas pelo uso do óxido de cálcio na cana-de-açúcar, em dietas para vacas em lactação.

Literatura Citada

- BAKER, L.D.; FERGUSON, J.D.; CHALUPA, W. Responses in urea and true protein of milk to different protein feeding schemes for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.11, p.2424- 2434, 1995.
- BEAUCHEMIN, K.A.; BUCHANAN-SMITH, J.G. Effects of dietary neutral detergent fiber concentration and supplementary long hay on chewing activities and milk production of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.2, n.9, p.2288-2300, 1989.
- BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CAVALI, J. **Cana-de-açúcar ensilada com óxido de cálcio, capim-elefante ou inoculante bacteriano**. 2006, 60p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute/International Feed Research Unit, 1992. 21p. (Occasional publication).
- CHIZZOTTI, M.L. **Avaliação da casca de algodão para novilhos de origem leiteira e determinação da excreção de creatinina e produção de proteína microbiana em novilhas e vacas leiteiras**. 2004. 141p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2004.
- COLENDRANDER, V.F.; NOLLER, C.H.; GRANT, R.J. Effect of fiber content and particle size of alfalfa silage on performance and chewing behavior. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.2681-2690, 1991.
- CORRÊA, A.M.V. **Utilização da soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras**. 2007. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.
- COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho produtivo de vacas leiteiras alimentadas com diferentes proporções de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2437-2445, 2005.
- DADO, R.G.; ALLEN, M.S. Nutrition, feeding and calves: Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.132-144, 1994.
- DE BOEVER, J.L.; ANDRIES, D.I.; BRABANDER, D.L. et al. Chewing activity of ruminants as a measure of physical structure - A review of factors affecting it. **Animal Feed Science and Technology**, v.27, n.4, p.281-291, 1990.

- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; SOUZA, A.L.; GARCIA, R. et al. Avaliação do “vício de tempo” de indicadores internos em ensaio de digestão com ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.1, p.182-188, 2007.
- FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996, 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1996.
- GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, Viçosa, 1998. **Anais...** Viçosa:AMEZ, 1998. p.33-60.
- GIESECK, D.; EHRENTREICH, L.; STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.8, p.2376-2381, 1994.
- GONDA, H.L.; LINDBERG, J.E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.2, p.364-373, 1997.
- GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2791-2803, 1995.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- JOHNSON, L.M.; HARRISON, J.H.; RILEY, R.E. Estimation of the flow of microbial nitrogen to the duodenum using urinary uric acid or allantoin. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2408-2420, 1998.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.
- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. A variedade IAC 862480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal. Série Tecnológica APTA, **Boletim Técnico IAC**, n.193, 36p. 2002.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.
- MATOS, L.L. Produção de leite em pastagens tropicais manejadas intensivamente. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. 1. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.109-144.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Consumo, digestibilidade aparente, produção e composição do leite e variáveis ruminais em vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.481-492, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

- MOURO, G.F.; BRANCO, A.F.; MACEDO, F.A.F. et al. Substituição do milho pela farinha de mandioca de varredura em dietas de cabras em lactação: fermentação ruminal e concentrações de uréia plasmática e no leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1840-1848, 2002.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIELD, K.J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.2, p.386-398, 2004.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; PAZIANI, S.F. et al. Volumosos suplementares - estratégias de decisão e utilização. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA. 1. 2002, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2002. p.193-232.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA-SUSTENTABILIDADE, 1, 2003, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2003. p.49-74.
- OBA, M.; ALLEN, M.S. Effects of brown midrib3 mutation in corn silage on productivity of dairy cows fed two concentrations of dietary neutral detergent fiber. 1. Feeding behavior and nutrient utilization. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.6, p.1333-1341, 2000.
- OLIVEIRA, A.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Substituição do milho pela casca de café ou de soja em dietas para vacas leiteiras: comportamento ingestivo, concentração de nitrogênio uréico no plasma e no leite, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, n.1, p.205-215, 2007.
- OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1552-1559, 2006.
- RIBEIRO Jr, J.I. **Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas)**. Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.
- RIBEIRO, L.S.O.; PIRES, A.J.V.; PINHO, B.D. et al. Teor de Matéria Seca e Constituintes da Parede Celular da Cana-de-açúcar Hidrolisada com Aditivos Alcalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2007. (CD-ROM).
- ROSELER D.K.; FERGUSON, J.D.; SNIFFEN, C.J. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.525-534, 1993.
- SANTOS, G.T.; CAVALIERI, F.L.B.; MODESTO, E.C. Recentes avanços em nitrogênio não protéico na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE

- BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.199-228.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. 2. estimativas do volume urinário, da produção microbiana e da excreção de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.30, n.6, p.1948-1957, 2001.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science,** v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- SOARES, C.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES, R.F.D. et al. Produção de proteína microbiana e parâmetros ruminais em vacas leiteiras alimentadas com farelo de trigo. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.34, n.1, p.345-350, 2005.
- SOUZA, A.L.; GARCIA, R.; VALADARES, R.F.D. et al. Casca de café em dietas para vacas em lactação: balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.35, n.4, p.1860-1865, 2006.
- VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. 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. et al. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science.** v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant.** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A. et al. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science,** v.114, n.3, p.243-248, 1990.

CAPÍTULO 11

Avaliação de intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em bovinos

RESUMO: Avaliou-se o efeito de diferentes intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em novilhas e vacas em lactação. O comportamento foi avaliado em 20 novilhas, mestiças de holandês-zebu, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, com quatro tratamentos e cinco repetições, alimentadas com dietas isoprotéicas (14% de proteína bruta), apresentando 71% de cana-de-açúcar e 29% de concentrado; e em 16 vacas em lactação, mestiças, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições, recebendo dietas isoprotéicas (13% de proteína bruta), apresentando 85% de cana-de-açúcar e 15% de concentrado. Tanto para as novilhas como para as vacas em lactação, a cana-de-açúcar utilizada foi tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de CaO e corrigida com 1% da mistura uréia e sulfato de amônio (9:1) no momento do fornecimento das dietas. O período experimental foi de 21 dias, sendo as observações efetuadas no 19º e 20º dias, durante 24 horas, em intervalos de 5, 10, 15 e 20 minutos. O efeito dos intervalos entre observações sobre as variáveis comportamentais foi avaliado pelo teste de Dunnett, de forma independente dos efeitos fixos de doses de CaO e quadrados latinos. Tanto para novilhas como para vacas, verificaram-se menores ($P < 0,05$) valores para o número de períodos (n°/dia) e maiores ($P < 0,05$) para o tempo médio despendido por período de atividades de alimentação, ruminação e ócio nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. O consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação também foram menores ($P < 0,05$) nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos. Os intervalos entre observações de 10, 15 e 20 minutos subestimam o número de períodos (n°/dia) e superestimam o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio (min) em novilhas e vacas em lactação, conduzindo a estimativas sofismáticas. Recomenda-se o uso do intervalo de 5 minutos em estudos de avaliação do comportamento ingestivo de bovinos.

Palavras-chave: eficiência em ruminação, mastigação, ócio, período de alimentação, ruminação

Evaluation of intervals among observations in the estimative of ingestive behavior in cattle

ABSTRACT: It was evaluated the effect of different intervals among observations in the estimative of ingestive behavior in dairy heifers and cows. The behavior was evaluated in 20 dairy heifers, Holstein-zebu crossbred, distributed in a completely randomized design, with four treatments and five repetitions, fed isonitrogenous diets (14% crude protein), presenting 71% sugar cane and 29% concentrate; and in 16 dairy crossbred cows distributed in a completely randomized design, with four treatments and four repetitions, receiving isonitrogenous diets (13% crude protein), presenting 85% sugar cane and 15% concentrate. As far as for the heifers as for the dairy cows, the sugar cane used was treated with 0; 0.75; 1.5 and 2.25% CaO doses and corrected with 1% of urea and ammonium sulfate (9:1) mixture at the moment of the diets' offer. The experimental period was of 21 days, with the observations done at the 19th and 20th days, during 24 hours, in intervals of 5, 10, 15 and 20 minutes. The effect of intervals among observations on the behavioral variables was evaluated by the Dunnett test, in independent way from fixed effects of CaO doses and Latin squares. Both for heifers as for cows, lesser values ($P<0.05$) were verified for number of periods (no/day) and greater ($P<0.05$) for average time spent per period of activities of feeding, rumination and idle at the 10, 15 and 20 minutes intervals. The average DM and NDFap intake per feeding period was also lesser ($P<0.05$) at 10, 15 and 20 minutes intervals. The intervals among observations of 10, 15 and 20 minutes underestimate the number of periods (no/day) and overestimate the average time spent per feeding, rumination and idle period (min) in dairy heifers and cows, conducting to fallacy estimates. It is recommended the use of the 5 minutes interval in studies of cattle ingestive behavior evaluation.

Key words: rumination efficiency, chewing, idle, feeding period, rumination

Introdução

A avaliação de diferentes alimentos ou de dietas para bovinos no Brasil é uma área que é amplamente pesquisada e produz informações importantíssimas para o setor produtivo de carne e leite. Nessa constante busca por minimização de custos de produção, através do desenvolvimento de novas técnicas e do fornecimento de alimentos alternativos, o comportamento ingestivo surge como uma ferramenta a contribuir na tomada de decisão no manejo alimentar dos animais.

Em estudo conduzido por Albright (1993), o autor enfatizou sobre a importância do comportamento ingestivo para o sistema de produção animal, relatando que além de contribuir para as práticas de manejo e dimensionamento das instalações e da qualidade e quantidade da dieta, no caso de animais leiteiros, o mesmo poderá ser aplicado ainda para elucidar os problemas decorrentes da diminuição do consumo em épocas críticas para a produção de leite, como a fase inicial de lactação.

Estimativas confiáveis de variáveis comportamentais estão na dependência da escolha acertada de um intervalo entre observações que não comprometa os resultados a serem obtidos. O intervalo de cinco minutos entre observações tem sido adotado como padrão na maioria das pesquisas (Moore et al., 1990; Bürger et al., 2000; Queiroz et al., 2001; Salla et al., 2003; Mendonça e al., 2004; Cardoso et al., 2006), por promover resultados semelhantes ao método contínuo (sem intervalo).

Estudos envolvendo a avaliação de comportamento ingestivo são laboriosos, pois requerem o acompanhamento constante das atividades dos animais por contínuos períodos de 24 horas. Desse modo, intervalos entre observações superiores ao de cinco minutos, mas que promovam resultados confiáveis, respostas acuradas, podem aumentar a praticidade do sistema de avaliação e diminuir o trabalho envolvido neste tipo de experimentação. Deswysen et al. (1993) utilizaram o intervalo de sete minutos, enquanto outros autores utilizaram o intervalo de 10 minutos (Miranda et al., 1999; Gonçalves et al., 2001; Costa et al., 2003; Carvalho et al., 2004) ou de 15 minutos (Fischer et al., 1998; Portugal et al., 2000). Entretanto, verifica-se que a escolha desses intervalos tem sido realizada de forma totalmente aleatória, o que pode comprometer significativamente as estimativas comportamentais (Dutilleul, 1997).

Em estudo realizado por Silva et al. (2005), os autores avaliaram o comportamento ingestivo em novilhas mestiças, confinadas, nos intervalos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos e recomendaram o intervalo de 30 minutos para avaliar as atividades de alimentação, ruminação e ócio. Em estudo com novilhas mestiças em pastejo, Silva et al.

(2004) também estudaram os intervalos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos e, do mesmo modo, indicaram o intervalo de 30 minutos para a estimativa das atividades, entretanto, os autores ressaltaram que intervalos superiores ao de 5 minutos não são recomendados para discretizar as séries temporais por provocar perda de observações, afetando os resultados.

O presente estudo foi conduzido para avaliar o efeito de diferentes intervalos entre observações na estimativa do comportamento ingestivo em novilhas e vacas em lactação.

Material e Métodos

Este trabalho foi avaliado coletando-se informações em dois experimentos distintos, um com novilhas e o outro com vacas em lactação.

O experimento com as novilhas foi conduzido no Laboratório de Animais e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Neste, foram utilizadas 20 novilhas mestiças Holandês-Zebu ($\frac{3}{4}$ Gir x Holandês), com peso corporal médio de 200 kg, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e cinco repetições.

As novilhas foram alojadas em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. As dietas apresentaram 14% de proteína bruta com 71% de cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 29% de concentrado (Tabela 1).

O experimento com as vacas em lactação foi conduzido na Fazenda Paulistinha, localizada no município de Macarani, BA, e no Laboratório de Forragicultura e Pastagens da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, no *Campus* de Itapetinga-BA. Foram utilizadas 16 vacas mestiças Holandês-Zebu, lactantes, de terceira ou quarta lactação, com peso corporal médio de 455 kg e produção média de leite de 8 kg/dia, distribuídas em delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e quatro repetições.

As vacas foram alojadas em baias individuais cobertas, providas de cocho individual de concreto para alimentação e bebedouro automático, comum a duas baias. As dietas, com aproximadamente 13% de proteína bruta, apresentaram 85% de cana-de-açúcar tratada com doses de 0; 0,75; 1,5 e 2,25% de óxido de cálcio (CaO) e 15% de concentrado (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos ingredientes dos concentrados e das dietas experimentais (% na MS)

Ingrediente	Experimento Novilhas		Experimento Vacas	
	Concentrado	Dieta	Concentrado	Dieta
Cana de açúcar ¹	-	71,0	-	85,00
Fubá de milho	54,8	15,9	60,3	9,13
Farelo de soja	39,4	11,4	28,3	4,24
Calcário calcítico	2,0	0,59	1,0	0,16
Fosfato bicálcico	1,5	0,46	4,3	0,66
Mistura mineral ²	2,3	0,65	6,1	0,95

¹/ Cana-de-açúcar com diferentes doses de óxido de cálcio (0, 0,75; 1,5 ou 2,25% na MN) e adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônio (9:1) (%MN). ²/ Quantidade/kg do produto (**experimento novilhas**): Ca - 175 g, P - 60 g, Na - 107 g, Mg - 5 g, S - 12 g, Co - 70 mg, Cu - 1200 mg, I - 70 mg, Mn - 1000 mg, Ni - 30 mg, Se - 18 mg, Zn - 4000 mg, Fe - 14000 mg. **Experimento vacas**: Ca - 200 g; P - 100 g; Na - 68 g, Mg - 18 g, S - 12 g, Co - 200 mg, Cu - 1600 mg, I - 195 mg, Mn - 1960 mg, Ni - 40 mg, Se - 32 mg, Zn - 6285 mg, Fe - 1000 mg.

Em ambos os experimentos a cana-de-açúcar sem tratamento (0% de CaO), foi desintegrada e fornecida no momento do oferecimento das dietas, todos os dias, pela manhã e pela tarde. A cana-de-açúcar com a adição das doses de CaO, foi processada em máquina desintegradora estacionária, pesada e espalhada em piso de alvenaria e tratada com as doses de CaO descritas anteriormente, sendo, em seguida, amontoada e fornecida aos animais após 24 horas de armazenamento.

A cana-de-açúcar em todos os tratamentos, no momento do fornecimento aos animais foi corrigida com 1% da mistura uréia/sulfato de amônio (9:1) na base da matéria natural. Nesse procedimento, a uréia foi previamente pesada de acordo com a quantidade de cana estimada para o consumo dos animais, diluída em água (mantendo sempre a relação de 1 kg de uréia/4litro de água) e adicionada à cana-de-açúcar com o auxílio de um regador.

Os experimentos tiveram duração de 21 dias, sendo 14 dias destinados à adaptação dos animais. Os alimentos foram fornecidos à vontade, duas vezes ao dia, às 7h30 e às 15h30, e ajustados de forma a manter as sobras em torno de 5 a 10% do fornecido, com água permanentemente à disposição dos animais. Durante todo o experimento os alimentos oferecidos foram registrados diariamente. Durante o período de avaliação do comportamento dos animais, amostras do volumoso e concentrado do 19º ao 20º dia, e as

sobras do 20^o ao 21^o dia, foram armazenadas e contabilizadas na estimativa do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Amostras dos volumosos, concentrados e sobras de cada animal foram pré-secas em estufa com ventilação forçada a 60°C e moídas em moinho de faca (peneira com crivos de 1 mm) para posteriores análises bromatológicas. Nas Tabelas 2 e 3 constam a composição das dietas experimentais.

Tabela 2 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas experimentais das novilhas

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	45,3	47,9	48,5	49,0
MO ²	95,0	92,8	91,1	88,3
PB ²	14,6	14,7	14,4	14,8
PIDN ³	17,8	22,1	21,3	22,9
PIDA ³	8,6	12,2	11,9	7,6
EE ²	2,1	2,5	2,8	2,5
Cinza ²	5,0	7,2	8,9	11,7
CT ²	74,6	74,1	73,6	71,9
FDN ²	54,0	54,0	51,5	50,0
FDNcp ²	48,9	48,6	46,3	43,1
FDNi ²	21,7	22,1	20,4	17,0
FDNpd	32,3	31,9	31,1	33,0
CNF ²	25,7	25,5	27,3	28,8
CNFcp ²	29,2	26,9	27,4	27,8
FDA ²	34,1	34,4	33,3	28,5
Hemicelulose ²	19,8	19,6	18,2	21,6
Celulose ²	27,0	26,9	26,5	24,1
Lignina ²	5,2	5,7	5,0	4,3
MSPD ²	77,4	77,0	78,6	82,1
NDT ^{2,4}	61,4	60,7	62,5	62,9

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Tabela 3 - Teores médios de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), extrato etéreo (EE), cinza, carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp), fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpd), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos não-fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, matéria seca potencialmente digestível (MSPD) e nutrientes digestíveis totais (NDT) da dietas experimentais das vacas em lactação

Item	Dose de CaO na cana-de-açúcar ¹			
	0	0,75	1,5	2,25
MS	37,6	38,7	40,0	41,7
MO ²	94,3	91,7	89,6	85,6
PB ²	13,7	13,6	13,7	13,3
PIDN ³	15,5	14,1	16,7	16,9
PIDA ³	10,0	10,8	10,9	13,3
EE ²	1,8	2,0	2,5	2,4
Cinza ²	5,8	8,3	10,4	14,4
CT ²	78,2	78,4	73,2	69,9
FDN ²	51,2	54,1	49,2	48,3
FDNcp ²	46,8	49,2	43,7	41,5
FDNi ²	27,1	29,3	19,8	18,8
FDNpd	24,1	24,8	29,3	29,5
CNF ²	27,0	24,4	24,0	21,6
CNFcp ²	31,4	29,3	29,5	28,4
FDA ²	35,1	37,0	33,2	32,8
Hemicelulose ²	16,1	17,1	15,9	15,5
Celulose ²	26,4	28,5	26,3	25,4
Lignina ²	6,1	6,1	5,6	5,3
MSPD ²	71,8	69,6	79,1	80,0
NDT ^{2,4}	61,2	58,4	59,2	56,0

¹/ Cana-de-açúcar adicionada de 1% da mistura uréia + sulfato de amônia (9:1) e doses de CaO aplicadas em % da matéria natural. ²/ Valores em percentagem da MS. ³/ Valores em percentagem da PB. ⁴/ Estimado segundo NRC (2001).

Os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e lignina (H₂SO₄ 72% p/p) das dietas experimentais foram obtidos seguindo os procedimentos descritos em Silva & Queiroz (2002). O teor de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína foi realizado segundo recomendações de Licitra et al. (1996) e Mertens (2002).

As estimativas dos teores de fibra em detergente neutro potencialmente digestível (FDNpD) e matéria seca potencialmente digestível (MSpD) dos alimentos foram obtidas de acordo com Paulino et al. (2006).

Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Hall (2003), sendo:

$$CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas).$$

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) das dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001). Para o cálculo do NDTest da cana-de-açúcar utilizou-se a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-1,2 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - Lignina) \times [1 - (Lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$ e para o cálculo do NDTest das rações concentradas, a equação: $NDTest = 0,98 [100 - (\%FDNp + \%PB + \%EE + \%cinza)] \times PF + PB \times \exp [-0,4 \times (PIDA/PB)] + 2,25 \times (EE - 1) + 0,75 \times (FDNp - lignina) \times [1 - (lignina/FDNp)^{0,667}] - 7$, onde:

$FDNp = FDN - PIDN$ (PIDN = nitrogênio insolúvel em detergente neutro x 6,25)

PF = efeito do processamento físico na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos

PIDA = nitrogênio insolúvel em detergente ácido x 6,25

Para valores de $EE < 1$, na equação $(EE - 1) = 0$

Durante toda a condução dos experimentos, foi realizado o acompanhamento do teor de açúcares solúveis (°brix) da cana-de-açúcar com o auxílio de um refratômetro. A cana-de-açúcar fornecida às novilhas apresentou média de 20,8 °brix e a fornecida às vacas, 18,8 °brix.

Na avaliação do comportamento ingestivo dos animais (tanto das novilhas como das vacas), os mesmos foram submetidos a períodos de observação visual no 19º e 20º dia, sendo os animais no 19º dia observados durante 24 horas, em intervalos de cinco minutos, para a avaliação dos tempos de alimentação, ruminação e ócio. Durante a observação noturna, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

No dia seguinte, 20º dia, foram realizadas três observações em cada animal em três períodos diferentes: manhã, tarde, noite. Foi avaliado nesses períodos o número de mastigações por bolo ruminal e contabilizado o tempo gasto para ruminação de cada bolo. Esse procedimento foi realizado com o auxílio de cronômetros digitais, manuseados por

quatro observadores, que se posicionaram em frente às baias de forma a não incomodar os animais.

Na estimação das variáveis comportamentais alimentação e ruminação (min/kg MS e FDNcp), eficiência alimentar (g MS e FDN/hora), eficiência em ruminação (g de MS e FDNcp/bolo e g MS e FDNcp/hora) e consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação, considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do 19º e 20º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o 20º ao 21º dia.

O número de bolos ruminados diariamente foi obtido da seguinte forma: tempo total de ruminação (min) dividido pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo. A concentração de MS e FDNcp em cada bolo (g) ruminado foi obtida a partir da divisão quantidade de MS e FDNcp consumida (g/dia) em 24 horas pelo número de bolos ruminados diariamente.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TAL;$$

$$EALFDN = CFDN/TAL;$$

em que: EALMS (g MS consumida/h); EALFDN (g FDN consumida/h) = eficiência de alimentação; CMS (g) = consumo diário de matéria seca; CFDN (g) = consumo diário de FDN; TAL = tempo gasto diariamente em alimentação.

$$ERUMS = CMS/TRU;$$

$$ERUFDN = CFDN/TRU;$$

em que: ERUMS (g MS ruminada/h); ERUFDN (g FDN ruminada/h) = eficiência de ruminação e TRU (h/dia) = tempo de ruminação.

$$TMT = TAL + TRU$$

em que: TMT (min/dia) = tempo de mastigação total.

O número de períodos de alimentação, ruminação e ócio foram contabilizados pelo número seqüências de atividades observadas na planilha de anotações. A duração média diária desses períodos de atividades foi calculada dividindo-se a duração total de cada atividade (alimentação, ruminação e ócio em min/dia) pelo seu respectivo número de períodos discretos.

As variáveis comportamentais foram analisadas de forma independente aos efeitos fixos de doses de CaO à cana-de-açúcar. Neste estudo, consideraram-se como tratamentos, os intervalos entre observações (5, 10, 15 e 20 minutos), em que o de 5 minutos foi tomado como referência (controle). Procedeu-se a análise de variância e a aplicação do teste de Dunnett, adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade. As variáveis

comportamentais obtidas nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos foram comparadas com as obtidas no intervalo de 5 minutos com auxílio do programa SAS (*Statistical Analysis System*).

Resultados e Discussão

Na Tabela 4 estão apresentados os consumos de MS e FDNcp em 24 horas e o número e tempo (segundo) médio de mastigações por bolo ruminado obtidos em novilhas e vacas em lactação, utilizados nas estimativas das variáveis de algumas variáveis comportamentais que serão descritas posteriormente.

Tabela 4 - Parâmetros nutricionais e comportamentais médios utilizados nas estimativas de variáveis do comportamento ingestivo em novilhas e vacas em lactação (Tabelas 5, 6, 7 e 8) em função dos intervalos entre observações

Item	Animais	
	Novilhas	Vacas
Consumo de MS em 24 horas (kg)	4,85	11,0
Consumo de FDNcp em 24 horas (kg)	2,30	4,75
Nº de mastigações/bolo	59,35	62,38
Tempo de mastigação/bolo (seg)	56,43	67,53

As médias das atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio estão apresentadas nas Tabelas 5 e 6, respectivamente, para novilhas e vacas em lactação. Tanto nas novilhas como nas vacas em lactação, não se verificou efeito dos intervalos ($P > 0,05$) em nenhuma dessas atividades, indicando a possibilidade de se utilizar intervalos entre observações superiores ao de 5 minutos em estudo com bovinos.

Os resultados observados para as atividades de alimentação, ruminação e ócio verificados nos diferentes intervalos testados, também estão de acordo com os relatados por Silva et al. (2004) que avaliaram intervalos de 5, 10, 15, 20, 25 e 30 minutos em novilhas mestiças em pastejo e também não encontraram diferenças significativas entre os intervalos, recomendando o intervalo de 30 minutos.

Tabela 5 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em novilhas

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Alimentação					
Min/dia	297,0	306,0	317,0	314,0	21,1
Min/kg MS	65,0	66,8	69,4	69,4	38,1
Min/kg FDNcp	140,2	144,2	149,8	150,1	36,3
Ruminação					
Min/dia	459,0	460,0	442,0	456,0	16,2
Min/kg MS	97,9	98,1	93,8	97,0	26,5
Min/kg FDNcp	211,6	212,5	202,7	210,3	26,1
Mastigação					
Nº/dia	29339,5	29404,1	28232,1	29111,3	20,9
Min/dia	756,0	768,0	762,0	768,0	9,1
Min/kg MS	162,9	164,9	163,3	166,5	27,8
Min/kg FDNcp	351,9	356,7	352,5	360,3	26,2
Ócio					
Min/dia	685,0	675,0	681,0	670,0	10,2

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

A busca por intervalos entre observações que proporcionem acuradas respostas comportamentais é bastante antiga. No trabalho conduzido por Gary et al. (1970), os autores avaliaram o comportamento de bovinos submetidos à observação contínua (sem intervalo) e aos intervalos de 1, 15, 30 e 45 minutos. Nesse estudo os autores concluíram que o intervalo de 45 minutos poderia ser utilizado para avaliar e estimar o tempo de pastejo dos animais. A indicação de intervalos entre observações para estudo de comportamento ingestivo em ruminantes apresenta variação em diversos trabalhos apresentados na literatura, contudo, estão dentro do limite máximo de 45 minutos relatado por Gary et al. (1970).

Variáveis comportamentais como a eficiência de alimentação e ruminação e a discretização das atividades de alimentação, ruminação e ócio representadas pelo número e tempo médio despendido por período de cada atividade, surgiram para dar suporte ao sistema de avaliação e requerem cada vez mais acuidade quanto ao intervalo a ser empregado na observação em nível de campo. De um modo geral, verifica-se que a escolha

dos intervalos tem sido realizada de forma totalmente aleatória, sendo utilizados os intervalos de sete minutos (Deswysen et al., 1993), 10 minutos (Miranda et al., 1999; Costa et al., 2003; Carvalho et al., 2004; Mendes Neto et al., 2007) ou 15 minutos (Fischer et al., 1998; Portugal et al., 2000) em estudos com ruminantes. De fato esses intervalos utilizados pelos autores estão coerentes frente aos intervalos indicados na literatura (Gary et al., 1970; Silva et al., 2004; Silva et al., 2005; Carvalho et al., 2007) para a avaliação das atividades de alimentação, ruminação e ócio. Entretanto, avaliações mais precisas nos quais são estimados o número e o tempo médio despendido por atividade, principalmente a de alimentação, o qual é empregado como mecanismo de auxílio para as análises de componentes que contribuem para o consumo diário de alimentos, intervalos superiores ao de 5 minutos não tem sido recomendado.

Tabela 6 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em vacas em lactação

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Alimentação					
Min/dia	354,0	362,0	342,0	365,0	22,0
Min/kg MS	32,3	33,1	31,4	33,3	20,1
Min/kg FDNcp	73,5	75,1	71,3	75,8	20,4
Ruminação					
Min/dia	462,0	464,0	475,0	464,0	15,4
Min/kg MS	42,5	42,8	44,1	43,0	19,3
Min/kg FDNcp	96,6	97,3	100,1	97,6	19,0
Mastigação					
Nº/dia	25656,3	25819,2	26482,0	25813,2	18,9
Min/dia	816,0	828,0	816,0	828,0	13,5
Min/kg MS	74,9	75,9	75,5	76,4	14,9
Min/kg FDNcp	170,1	172,4	171,4	173,4	14,8
Ócio					
Min/dia	624,0	614,0	623,0	611,0	18,0

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

As eficiências de alimentação e ruminação em novilhas (Tabela 7) e vacas em lactação (Tabela 8) não foram afetadas significativamente ($P>0,05$) pelos intervalos estudados. A ausência de efeito significativo dos intervalos sobre essas variáveis decorrem

da similaridade observada para as atividades de alimentação e ruminação em 24 horas, já que as eficiências foram obtidas a partir das mesmas. Os resultados observados neste estudo para as eficiências de alimentação e ruminação são concordantes com os relatados por Silva et al. (2006), os quais avaliaram intervalos de até 30 minutos na estimativa do comportamento ingestivo de bezerros holandeses na fase de pós-aleitamento, e do mesmo modo, não verificaram diferenças para essas variáveis.

Tabela 7 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as eficiências em alimentação e ruminação, e para o número, tempo e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação, ruminação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em novilhas

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Eficiência em alimentação					
g MS/hora	1045,1	1019,2	992,9	1029,3	39,2
g FDNcp/hora	483,4	471,7	459,1	477,7	41,1
Eficiência em ruminação					
Bolos (n ^o /dia)	504,5	505,1	487,3	499,3	26,0
g MS/bolo	10,4	10,3	10,8	10,6	34,8
g FDNcp/bolo	4,8	4,7	5,0	4,9	35,7
g MS/hora	651,4	646,1	678,4	667,8	25,2
g FDNcp/hora	301,1	299,1	313,2	309,3	26,0
Número de períodos (n ^o /dia)					
Alimentação	19,5	13,9*	10,5*	8,0*	22,7
Ruminação	25,7	19,9*	16,5*	14,5*	14,0
Ócio	35,2	27,3*	21,5*	17,6*	12,8
Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	15,6	22,8*	31,0*	40,7*	23,4
Ruminação	18,2	23,4*	27,1*	31,9*	19,1
Ócio	19,6	25,0*	32,0*	38,7	15,2
Consumo médio por período de alimentação (kg)					
MS	0,26	0,37	0,52*	0,67*	24,2
FDNcp	0,12	0,17	0,24*	0,31*	23,1

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

O número de períodos e o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio nos intervalos de 10, 15 e 20 minutos, entretanto, foram diferentes (P<0,05) daqueles verificados no intervalo de 5 minutos. Neste estudo, o intervalo de 5

minutos foi o mais adequado para a avaliação do comportamento ingestivo, por permitir a detecção de maior número de atividades, os quais foram traduzidos em acurados valores de número de períodos de alimentação, ruminação e ócio (Tabelas 7 e 8).

Tabela 8 - Médias e coeficiente de variação (CV) para as eficiências em alimentação e ruminação, e para o número, tempo e consumo de MS e FDNcp por período de alimentação, ruminação e ócio em função dos diferentes intervalos entre observações em vacas em lactação

Item	Intervalo entre observações (minutos)				CV (%)
	5	10	15	20	
Eficiência em alimentação					
g MS/hora	1906,4	1864,0	1985,9	1879,4	18,3
g FDNcp/hora	840,3	820,8	874,9	828,5	18,7
Eficiência em ruminação					
Bolos (nº/dia)	413,6	415,4	424,7	413,9	17,0
g MS/bolo	27,2	26,9	26,7	27,2	21,7
g FDNcp/bolo	12,0	11,9	11,7	12,0	21,2
g MS/hora	1446,7	1436,2	1424,1	1454,1	19,3
g FDNcp/hora	636,7	632,5	626,8	640,0	19,1
Número de períodos (nº/dia)					
Alimentação	17,5	12,7*	10,6*	9,1*	19,5
Ruminação	19,6	16,0*	13,8*	13,4*	14,9
Ócio	30,3	22,2*	19,3*	16,4*	12,4
Tempo gasto por período (min)					
Alimentação	21,0	29,6*	32,6*	40,8*	27,4
Ruminação	24,0	29,3*	34,8*	34,9*	16,0
Ócio	20,8	28,0*	32,5*	37,0*	21,6
Consumo médio por período de alimentação (kg)					
MS	0,65	0,89*	1,05*	1,23*	21,7
FDNcp	0,29	0,39*	0,46*	0,54*	22,1

Médias na linha, seguidas por asterisco (*), diferem da testemunha (5 min) ao nível de 0,05 de probabilidade pelo teste de Dunnett.

Nesse sentido, embora intervalos superiores ao de 5 minutos possam ser utilizados para obter as atividades de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas, a completa avaliação do comportamento ingestivo em ruminantes envolvendo a discretização destas atividades por meio do número e tempo médio gasto por período de atividade, requer o uso do intervalo de 5 minutos, uma vez que resultados sofisticados são obtidos com o uso de intervalos superiores a este (Tabelas 7 e 8), conforme ficou demonstrado. Essas

informações podem ser sustentadas pelos relatos de Dutilleul (1997), o qual afirmou que a escolha de um intervalo afeta a percepção do observador, e se este for inadequado ao sistema de avaliação, pode comprometer a interpretação dos resultados.

Os resultados verificados no presente trabalho com a indicação do intervalo de 5 minutos para a avaliação do comportamento ingestivo estão de acordo com os apresentados por Fischer et al. (2000), que ao estudarem os intervalos de 5, 7 e 10 minutos, concluíram que o intervalo de 5 minutos também foi o mais indicado em relação aos demais intervalos, por detectar maior número de atividades. Os autores comentaram ainda que o intervalo de 5 minutos apresenta outra vantagem, que é permitir o acompanhamento visual de ruminantes em condições experimentais, em que aparelhos eletrônicos de registros de informações não estejam disponíveis.

Outros resultados apresentados na literatura como os observados no trabalho conduzido por Silva et al. (2004) e Carvalho et al. (2007), os quais testaram intervalos de até 30 minutos no estudo do comportamento ingestivo com novilhas e ovinos, respectivamente, também indicaram o intervalo de 5 minutos como mais apropriado para obter as estimativas das atividades comportamentais. Assim como no presente estudo, a perda de observação por ocasião do uso de intervalos superiores ao de 5 minutos nos trabalhos conduzidos pelos autores, também ocasionou menores números de períodos de alimentação, ruminação e ócio, o que por consequência gerou maiores tempos despendidos por período dessas atividades. Por outro lado, o estudo conduzido por Silva et al. (2006) com bezerros holandeses na fase de pós-aleitamento indicou a possibilidade de se utilizar intervalos de até 10 minutos. Apesar de divergir dos resultados apresentados no presente estudo, o qual indicou o intervalo de 5 minutos, pressupõe-se maior confiabilidade ao se utilizar o intervalo de 5 minutos, uma vez que este apresenta maior proximidade com a observação contínua (sem intervalos). Contudo, antes da aplicação de um determinado intervalo, remenda-se a busca de intervalos confiáveis previamente testados e apresentados na literatura.

O consumo médio de MS e FDNcp por período de alimentação na avaliação com novilhas indicou que o intervalo de 10 minutos entre observações poderia ser utilizado, devido ter proporcionado médias similares ($P > 0,05$) ao intervalo de 5 minutos. Contudo, uma vez que o intervalo a ser adotado deverá ser acurado à obtenção de todas as estimativas comportamentais, a possibilidade de obtenção de uma estimativa isolada por intermédio de um determinado intervalo não condiz com o sistema de avaliação e não deve ser recomendado. No estudo com vacas em lactação, entretanto, o resultado para a variável

consumo por período de atividade seguiu o comportamento observado para o número e tempo médio despendido por períodos, com indicação do intervalo de 5 minutos.

Conclusões

Os intervalos entre observações de 10, 15 e 20 minutos, na avaliação do comportamento ingestivo de novilhas e vacas em lactação, conduzem a estimativas comportamentais sofismáticas.

Recomenda-se o intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com bovinos, pois a utilização desse intervalo produz informações comportamentais verossímeis.

Literatura Citada

- ALBRIGHT, J.L. Feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.
- BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.
- CARDOSO, A.R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F. et al. Comportamento ingestivo de cabras leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.9, p.919-925, 2004.
- CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de ovinos alimentados com capim-elefante amonizado e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1105-1112, 2007.
- COSTA, C.O.; FISCHER, V.; VETROMILLA, M.A.M. et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey confinadas durante a fase inicial da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.2, p.418-424, 2003.
- DESWYSEN, A.G.; DUTILLEUL, P.A.; GODFRIN, J.P. Nycterohemeral eating and ruminating patterns in heifers fed grass or corn silage: analysis by finite fourier transform. **Journal of Animal Science**, v.71, n.10, p.2739-2747, 1993.
- DUTILLEUL, P. Incorporating scale in study design: data analysis. In: PETERSON, D.L.; PARKER, V.T. (Eds.) **Ecological scale: theory and application**. New York: Columbia University Press, 1997. p.1-77.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DÈSPRES, L. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.2, p.362-369, 1998.
- FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G. et al. aplicação de probabilidades de transição de estado dependentes do tempo na análise quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. parte I. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1811-1820, 2000.
- GARY, L.A.; SHERRITT, G.W.; HALE, E.B. Behavior of charolais cattle on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.30, n.2, p.303-306, 1970.
- GONÇALVES, A.L.; LANA, R.P.; RODRIGUES, M.T. et al. Padrão nictemeral do pH ruminal e comportamento alimentar de cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes relações volumoso:concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.1886-1892, 2001.
- HALL, M. B. Challenges with nonfiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n4, p.347-358, 1996.

- MENDES NETO, J.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.
- MIRANDA, L.F.; QUEIROZ, A.C.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.7, p.614-620, 1999.
- MOORE, J.A.; POORE, M.H.; SWINGLER, R.S. Influence of roughage source on kinetics of degestion and passage, and on calculated extends of ruminal digestion in beef steers fed 65% concentrate diets. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.12, p.3412-3420, 1990.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica? In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3, 2006, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PORTUGAL, J.A.B.; PIRES, M.F.A.; DURÃES, M.C. Efeito da temperatura ambiente e da umidade relativa do ar sobre a frequência de ingestão de alimentos e de água e de ruminção em vacas de raça holandesa. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.52, n.2, p.154-159, 2000.
- QUEIROZ, A.C.; NEVES, J.S.; MIRANDA, L.F. et al. Efeito do nível de fibra e da fonte de proteína sobre o comportamento alimentar de novilhas mestiças holandês-zebu. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.84-88, 2001.
- SALLA, L.E.; FISCHER, V.; FERREIRA, E.X. et al. Comportamento ingestivo de vacas Jersey alimentadas com dietas contendo diferentes fontes de gordura nos primeiros 100 dias de lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.683-689, 2003.
- SAS-STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R.R.; MAGALHÃES, A.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mesticas de holandes suplementadas em pastejo de brachiaria decumbes. Aspectos metodológicos. **Revista Electrónica de Veterinaria**. v.5, n.10, p.1-7, 2004.
- SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P. et al. Avaliação do comportamento ingestivo de novilhas $\frac{3}{4}$ holandês x zebu alimentadas com silagem de capim-elefante acrescida de 10% de farelo de mandioca: aspectos metodológicos. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.3, p.173-177, 2005.

SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N. Metodologia para o estudo do comportamento de bezerros confinados na fase de pós-aleitamento. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal**, v.14, n.4, p.135-138, 2006.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

2. Conclusões Gerais

Capítulo 1: Dietas contendo cana-de-açúcar tratada com até 2,25% de óxido de cálcio na alimentação de ovinos provocam aumento do consumo da maioria dos nutrientes, entretanto, diminui os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e o teor de nutrientes digestíveis totais.

Mesmo com as modestas reduções observadas nos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro e no teor de nutrientes digestíveis totais, a elevação do consumo de matéria seca e fibra em detergente neutro, os quais apresentaram acréscimos de aproximadamente 20%, justifica o uso do óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar para alimentação de ovinos.

Tanto dois como quatro dias de coleta total de fezes podem ser usados nas estimativas de excreção fecal de matéria seca e de digestibilidade aparente em ovinos.

O NRC (2006) subestima os consumos de matéria seca e nutrientes digestíveis totais estimados para ovinos em condições tropicais alimentados com cana-de-açúcar.

Capítulo 2: Os tempos de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em ovinos não são afetados pela utilização de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar melhora o consumo e a eficiência em ruminação de matéria seca em ovinos Santa Inês.

O balanço de compostos nitrogenados, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina não são influenciados pelo uso do óxido de cálcio.

Dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio para ovinos Santa Inês em crescimento não melhoram a produção de compostos nitrogenados microbianos, e ainda provocam redução na eficiência microbiana.

Capítulo 3: A utilização de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio em dietas para caprinos promove aumento no consumo da maioria dos nutrientes, com acréscimo de 25% no consumo de matéria seca e 16% no de fibra em detergente neutro.

Embora o tratamento químico da cana-de-açúcar com óxido de cálcio promova redução na digestibilidade da matéria seca, na fibra em detergente neutro e no teor de nutrientes digestíveis totais, o elevado consumo de nutrientes justifica a utilização deste aditivo no tratamento da cana-de-açúcar para caprinos em crescimento.

Estimativas confiáveis de excreção fecal de matéria seca, das digestibilidades dos nutrientes e do teor de nutrientes digestíveis totais podem ser obtidas com dois dias de coleta total de fezes.

O NRC (2006) subestima os consumos de matéria seca e de nutrientes digestíveis totais em caprinos Saanen em crescimento alimentados com cana-de-açúcar.

Capítulo 4: As atividades diárias de alimentação, ruminação e ócio de caprinos em crescimento não são influenciadas pela utilização de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio.

O uso de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar em doses de até 2,25% não altera a eficiência de alimentação e ruminação em caprinos.

O nitrogênio retido, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de uréia na urina de caprinos não são influenciados pelo uso do óxido de cálcio na cana-de-açúcar.

A utilização de cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em dietas para caprinos em crescimento, não altera a excreção de derivados de purinas e nem melhora a síntese de compostos nitrogenados e a eficiência microbiana.

Capítulo 5: A utilização dos intervalos de 10, 15 e 20 minutos na avaliação do comportamento ingestivo não alteram o tempo despendido em alimentação, ruminação e ócio em ovinos e caprinos, contudo, conduzem a superestimativas do tempo médio despendido por período de atividade e a estimativas subestimadas de números de períodos de alimentação, ruminação e ócio.

Recomenda-se a o intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com ovinos e caprinos, por este período apresentar estimativas comportamentais acuradas.

Capítulo 6: Tanto em ovinos quanto em caprinos, os indicadores internos matéria seca indigestível e fibra em detergente neutro indigestível apresentam recuperação fecal total, sendo indicados para aplicação em ensaios de digestão na obtenção das estimativas de excreção de matéria seca fecal e de coeficientes de digestibilidade.

O indicador interno fibra em detergente ácido indigestível apresenta vício de recuperação fecal, o qual compromete sua acurácia como indicador em ensaios de digestão com ovinos e caprinos. O vício de tempo longo estimado com o uso da fibra em detergente ácido indigestível é de -9,12% em ovinos e -3,02% em caprinos.

Capítulo 7: O tratamento químico da cana-de-açúcar com óxido de cálcio em doses de até 2,25%, não melhora o consumo nem a digestibilidade dos nutrientes em novilhas mestiças, não sendo, portanto, recomendado.

O sistema de equações do NRC (2001) não se apresenta adequado para estimar o consumo de matéria seca e das frações digestíveis de dietas contendo cana-de-açúcar para novilhas mestiças nas condições tropicais.

Capítulo 8: A atividade de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em novilhas não é afetada pela utilização de óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar reduz o tempo de mastigação total de novilhas mestiças, mas não influencia a eficiência de alimentação e ruminação de matéria seca e de fibra em detergente neutro.

O balanço de compostos nitrogenados reduz com a adição de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar. Contudo, as concentrações de nitrogênio uréico na urina e no plasma e as excreções de nitrogênio uréico e uréia na urina não são influenciadas pelo uso do óxido de cálcio.

A utilização de dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio para novilhas não altera a produção de compostos nitrogenados microbianos, nem a eficiência de síntese microbiana.

Capítulo 9: Cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio, em dietas para vacas em lactação, não melhora o consumo nem a digestibilidade dos nutrientes.

A produção e composição do leite não são influenciadas pelo uso de óxido de cálcio em doses de até 2,25% no tratamento químico da cana-de-açúcar, não sendo, portanto, recomendado.

A baixa eficiência de predição, devido à presença de vícios constantes associados às estimativas dos consumos de nutrientes, obtidos pelas equações do NRC (2001), indica inadequação das mesmas para as condições tropicais quando se utiliza cana-de-açúcar como volumoso único.

Capítulo 10: As atividades de alimentação, ruminação e ócio em 24 horas em vacas em lactação não são influenciadas pela utilização de óxido de cálcio em até 2,25% no tratamento da cana-de-açúcar.

O uso de óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar não altera as atividades de mastigação e as eficiências de alimentação e ruminação.

O número e o tempo médio despendido por período de alimentação, ruminação e ócio e o consumo médio de matéria seca e fibra em detergente neutro isenta de cinzas e

proteína, por período de alimentação, não são influenciados pela utilização do óxido de cálcio no tratamento da cana-de-açúcar.

A maior retenção de nitrogênio ocorre com a adição de 1,7% de óxido de cálcio, sendo que as concentrações de nitrogênio uréico na urina, no plasma e no leite e as excreções de nitrogênio uréico e uréia na urina e no leite não são influenciadas pelo uso do óxido de cálcio no tratamento químico da cana-de-açúcar.

As excreções urinárias de alantoína, ácido úrico e purinas totais, as purinas absorvidas e a síntese de nitrogênio e proteína microbiana não são alteradas pelo uso do óxido de cálcio na cana-de-açúcar, em dietas para vacas em lactação.

Capítulo 11: Os intervalos entre observações de 10, 15 e 20 minutos na avaliação do comportamento ingestivo de novilhas e de vacas em lactação conduzem a estimativas comportamentais sofismáticas.

Recomenda-se a o intervalo de 5 minutos entre observações para estudos de comportamento ingestivo com bovinos, pois a utilização desse intervalo produz informações comportamentais verossímeis.