

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE
E DEGRADABILIDADE DA SILAGEM DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM DIFERENTES ADITIVOS EM BOVINOS E
BUBALINOS**

Autora: Emilyn Midori Maeda
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lucia Maria Zeoula

Tese apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
agosto – 2007

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, DIGESTIBILIDADE
E DEGRADABILIDADE DA SILAGEM DE CANA-DE-
AÇÚCAR COM DIFERENTES ADITIVOS EM BOVINOS E
BUBALINOS**

Autora: Emilyn Midori Maeda
Orientadora: Prof^ª. Dr^ª. Lucia Maria Zeoula

Tese apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de Concentração Produção Animal.

MARINGÁ
Estado do Paraná
agosto – 2007

“Nunca cessaremos de explorar
E o fim de toda nossa exploração
Será chegar onde começamos
E conhecer o lugar pela primeira vez.”

T.S.Elliot, poema Little Gidding

Às pessoas que mais amo nesta vida,
Meus pais Masaro Maeda e Harumi Hirata Maeda e meus irmãos
Walber Shiniti Maeda e Ricardo Masashi Maeda

DEDICO

Às minhas lindas sobrinhas, Lavínia e Ingridi
Aos meus tios padrinhos, Tamotu Maeda e Tika Maeda
Meus primos, primas, cunhada, tios, tias, avós
Aos meus amigos...
Amo todos vocês.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Maringá e a Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), por terem possibilitado a realização deste trabalho.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudos concedida.

À Prof^ª. Dra Lúcia Maria Zeoula pela amizade, dedicada orientação, empenho, paciência, confiança, conselhos e acima de tudo os ensinamentos.

Ao programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) e aos professores pelos valiosos ensinamentos.

À COOPerval-Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí Ltda, do município de Jandaia do Sul-PR, pelo fornecimento da cana-de-açúcar. Ao Paulo Soeiro, gerente da Lallemand Animal Nutrition pelo fornecimento do inoculante bacteriano.

Aos Profs. Drs. Luis Paulo Rigolon, Ulysses Cecato, Clóves Cabreira Jobim, Orlando Rus Barbosa, Antonio Ferriani Branco, Ivanor Nunes do Prado e Elias Nunes Martins pela grande colaboração deste trabalho.

Aos bolsistas de iniciação científica e amigos Guido Jacobi, Roberto Jonker, Roberta Oliveira, Stefanos Ornellas, Franciele Bertaglia, Rosemary Caniato, Isabela, Hanna Carla Cardoso, Daiane Lopes, aos amigos Juliano Geron, Márcia Boza, Tiago Casimiro, Ricardo Kazama, Wallacy Santos, Lauri Rohesig, Odimari Prado, Cláudio

Roma, Jefferson Domingues, Luis Capovilla, Julio Barreto por compartilharem tanto o trabalho quanto o lazer.

Aos funcionários da Secretaria do PPZ, da FEI e do laboratório (Val, Denilson, Ezupério, José Carlos, Laércio, Vilmar, Toninho, Wilson, Vicente, Creusa e Cleusa Volpato).

Aos meus queridos e verdadeiros amigos que compartilharam cada etapa do meu doutorado, mesmo que a distância, amo todos vocês.

- Alexandre Mexia, Petrônio Pinheiro Porto, Fábio Jacobs, Juliano Hashimoto, Paulo Prohmann, Jeroen de Best.

- As minhas amigas, irmãs e companheiras: Karina Toledo, Tatiana Rodrigues, Ana Paula Mazzocut, Carol Conti, Adriana de Franco e Alves e Jocilaine Garcia.

Um agradecimento muito especial à D. Cida de Castro, Caroline Morello e à Amiga e irmã de coração Priscila de Castro Morello por toda maravilhosa convivência e indescritível apoio.

Especial agradecimento também ao meu namorado Enio Lupchinski Jr, pelo carinho, compreensão, ajuda e bons momentos.

A minha amada e numerosa Família, pelo apoio e incentivo aos estudos, carinho, amor, compreensão pela minha ausência de casa, a minha avó Koto Maeda (*in memorian*) que com certeza comemora mais essa vitória. A todos vocês, sem citar nomes, mas sem exceção, muito obrigada!!!

A todos os amigos que me apoiaram, ajudaram e de alguma forma contribuíram para conclusão deste trabalho.

Em especial a Deus, pelo dom da vida, por me acompanhar e abençoar todos os dias.

BIOGRAFIA

EMILYN MIDORI MAEDA, Filha de Masaro Maeda e Harumi Hirata Maeda, nasceu em Campina da Lagoa – Paraná, no dia 5 de julho de 1978.

Em Dezembro de 2000, concluiu o Curso de Zootecnia, Pela Universidade Estadual de Maringá.

Em Março de 2002, iniciou o Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de Concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de nutrição de ruminantes.

Em Março de 2004, iniciou o Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

No dia 28 de junho de 2004, submeteu-se à banca examinadora para defesa da Dissertação de Mestrado.

Em 18 de maio de 2007, submeteu-se à banca para apresentação do exame de qualificação.

Em 08 de agosto de 2007, submeteu-se à banca para defesa da tese.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT.....	xiv
I-INTRODUÇÃO	1
1.1 Introdução geral	1
1.2 Ensilagem e Processo Fermentativo da Cana-de-açúcar	2
1.3 Estabilidade Aeróbia da Silagem.....	4
1.4 Uso de Aditivos na Ensilagem.....	5
1.5 Cana-de-açúcar na Alimentação Animal	7
1.6 Grupo Genético.....	11
1.4 Literatura citada	14
II- OBJETIVOS GERAIS.....	20
III - COMPOSIÇÃO QUÍMICA, FERMENTAÇÃO, DIGESTIBILIDADE <i>IN VITRO</i> E DEGRADABILIDADE <i>IN SITU</i> DE SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM DIFERENTES ADITIVOS	21
Resumo	21
Abstract.....	21
Introdução	22
Material e Métodos	23
Resultados e Discussão.....	29

Conclusão.....	41
Literatura citada	41
IV- CONSUMO E DIGESTIBILIDADE TOTAL E PARCIAL DE DIETAS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADITIVOS EM BOVINOS E BUBALINOS	45
Resumo	45
Abstract.....	45
Introdução	46
Material e Métodos	47
Resultados e Discussão	52
Conclusão.....	64
Literatura citada	64
V- CARACTERÍSTICAS RUMINAIS E EFICIÊNCIA DE SÍNTESE MICROBIANA EM BOVINOS E BUBALINOS ALIMENTADOS COM SILAGENS DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADITIVOS	69
Resumo	69
Abstract.....	69
Introdução	70
Material e Métodos	71
Resultados e Discussão	76
Conclusão.....	89
Literatura citada	90
VI- CONCLUSÕES GERAIS	95

LISTA DE TABELAS

Página

Artigo 1.

TABELA 1. Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS) ¹	24
TABELA 2. Composição química das silagens de cana-de-açúcar (% MS) confeccionadas em silos laboratoriais.....	30
TABELA 3. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS), pH e perdas totais (PT) das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos	31
TABELA 4. Taxa de degradação da fração “b” (c) da MS e fração insolúvel potencialmente degradável (b) da FDN de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em bovinos e bubalinos.	37
TABELA 5. Frações solúvel <i>a</i> e insolúvel potencialmente degradável <i>b</i> , taxa de degradação da fração <i>b</i> (c), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da MS e FDN de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos para as taxas de passagem de 2 e 5 %/h em bovinos e bubalinos.....	39

Artigo 2.

TABELA 1. Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS) ¹	48
TABELA 2. Composição percentual e química das dietas experimentais (% na MS)	50
TABELA 3. Médias e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS) e nutrientes em função das dietas experimentais e da espécie animal	53

TABELA 4. Médias e coeficiente de variação (CV) para os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial em função das dietas experimentais e da espécie animal.....	57
TABELA 5. Médias e coeficiente de variação (CV) para os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial em função das dietas experimentais e da espécie animal (% MS).	61

Artigo 3.

TABELA 1. Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS) ¹	72
TABELA 2. Composição percentual e química das dietas experimentais (% na MS)	73
TABELA 3. pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação de bovinos e bubalinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar aditivadas	78
TABELA 4. Taxa de passagem de líquido (TP, %/hora), tempo de retenção (TeR, horas), taxa de reciclagem (TRec, vezes/dia), taxa de fluxo de líquido (TF, litros/hora) e volume ruminal (VR) para dietas com silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em bubalinos e bovinos.....	83
TABELA 5. Teores de MO, nitrogênio total (NT), e purinas das amostras de microrganismos ruminais em função das dietas.	85
TABELA 6. Média e coeficiente de variação (CV) para os fluxos omasal de MO e MO microbiana (g/dia) em bovinos e bubalinos.	86
TABELA 7. Ingestões de matéria orgânica (IMO) e nitrogênio (IN), fluxos de N microbiano (N-mic), N não microbiano (NN-Mic) no omaso, MO aparentemente degradável no rúmen (MOADR) e MO verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, produção microbiana (PMic) e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira	88

LISTA DE FIGURAS

Página

Artigo 1.

- FIGURA 1. Estabilidade aeróbia (horas) (a) e temperatura °C do ambiente e de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em função dos dias após a abertura (b).....35

Artigo 3.

- FIGURA 1. Curvas de pH médio do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação em silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.77
- FIGURA 2. Concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) mg/100 mL do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação para as dietas experimentais.....79
- FIGURA 3. Concentração do acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis (a), isobutirato, valerato e relação acetato: propionato (b) μM/ mL do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos e bubalinos.....81

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a composição química, o pH, as perdas totais, a estabilidade aeróbia e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB-855156 (precoce), confeccionadas em silos laboratoriais, com os seguintes tratamentos (base na matéria seca): silagem de cana-de-açúcar (SICA) sem aditivo, SICA + 3,3% uréia (SICAU), SICA + inoculante bacteriano *Lactobacillus buchneri* (SICAI), SICAI + 3,3% uréia (SICAIU), SICAI + 25,0% de casca de soja (SICAIS), SICAI + 25,0% de farinha de varredura de mandioca (SICAIM). O delineamento utilizado foi o inteiramento casualizado com três repetições. Avaliou-se também a degradabilidade efetiva (DE), o consumo, as digestibilidades total (DT), ruminal (DR) e intestinal (DI), as características ruminais (pH, amônia e AGV) e a eficiência de síntese microbiana em bubalinos e bovinos, alimentados com SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU confeccionadas em silos tipo trincheira na relação volumoso:concentrado de 60:40%. O peso corporal (PC) médio dos bubalinos foi de 403 ± 49 kg e dos bovinos de 492 ± 10 kg, portadores de cânula ruminal. O delineamento experimental foi conduzido em dois quadrados latinos 4 x 4 e arranjo fatorial 4 x 2. Os fluxos omasal e fecal foram estimados pelo óxido de cromo (Cr_2O_3). O uso da uréia em silagens de cana-de-açúcar aumentou o teor protéico e reduziu as frações de FDN, FDA e lignina. Os tratamentos SICAIM e SICAIS apresentaram aumentos ($P < 0,05$) nos teores de MS em relação aos outros tratamentos. Maior ($P < 0,05$) DIVMS foi para SICAU (52,2%), SICAIM (53,4%) e SICAIS (53,4%) em relação à SICA (40,2%) e SICAI (41,3%). Os bovinos apresentaram maior ($P < 0,05$) DIVMS em relação aos bubalinos. Os valores de pH das silagens variaram entre 3,1 a 4,0. As perdas totais médias observadas foram de 7,8%. Os tratamentos SICAIM e SICAIS resultaram em silagens com maior estabilidade aeróbia com 61 e 81 horas, respectivamente em relação às SICA (24h) e SICAU (33h). Maior

DE da MS foi para SICAIM e SICAIS na taxa de passagem de 2%/h e maior DE da FDN foi para SICAIS a 2 e 5%/h. O consumo médio de MS foi de 1,5% do PC sem diferença entre espécie, e não houve diferença no consumo de MS e PB para as dietas SICAI, SICAIM e SICAIS, porém menor consumo ($P<0,05$) foi verificado para a SICAIU (1,3% do PC). A adição de casca de soja aumentou ($P<0,05$) as DT da MS, da matéria orgânica (MO) e carboidratos totais (CHOT), e a adição de uréia reduziu ($P<0,05$) as DT da MS, MO, CHOT, carboidratos não fibrosos (CNF) em relação às demais dietas, independente da espécie. A adição de casca de soja na silagem de cana-de-açúcar aumentou a DT da FDN e da FDA, em ambas as espécies. As adições da uréia (SICAIU) e da farinha de varredura de mandioca (SICAIM) reduziram as DT da FDN e da FDA quando fornecidas a bovinos e não houve diferença para essas variáveis quando as dietas SICAI, SICAIM e SICAIU foram fornecidas aos bubalinos. Maior DR dos CNF das dietas SICAI, SICAIS e SICAIU ($P<0,05$) foi verificado para os bovinos em relação aos bubalinos, os quais apresentaram maior DI dos CNF para as dietas SICAI e SICAIU ($P<0,05$) que os bovinos, e nenhuma diferença para as dietas SICAIM e SICAIS. O pH do líquido ruminal dos bubalinos (6,61) foi superior aos bovinos (6,48), e as dietas SICAIM e SICAIS propiciaram diminuição do pH ruminal em ambas as espécies ($\geq 6,4$) além de maiores concentrações de AGV ruminal. A concentração de amônia ruminal ($N-NH_3$) não diferiu entre as espécies e a dieta SICAIU apresentou maior valor de 17,25 mg de $NH_3/100\text{ mL}$ ($P<0,05$). A taxa de passagem de líquidos foi maior ($P<0,05$) para os bubalinos (12,9%/h) em relação aos bovinos (9,9%/h) com média de volume ruminal de 66,0 e 59,9 litros, respectivamente. O fluxo de N omasal total foi maior para a dieta SICAIS do que as demais. Os maiores valores de matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), foram para as dietas SICAI e SICAIS, intermediários para SICAIM e menores para SICAIU. As maiores eficiências de síntese microbiana foram para os bubalinos em relação aos bovinos, respectivamente (57,7 vs 35,5 g de N microbiano/kg de MO aparentemente degradada no rúmen e 35,1 vs 24,6 g de N microbiano/ kg de MOVDR).

ABSTRACT

The objective of this trial was to evaluate the chemical composition, pH, total losses, aerobic stability and *in vitro* digestibility of dry matter (IVDDM) of sugar cane silages (*Saccharum officinarum*) variety RB-855156 (precocius), made in laboratory silos on the following treatments (base in the natural matter): sugar cane silage control (SCS), SCS + urea 3.3% (SCSU), SCS + *Lactobacillus buchneri* bacterial inoculant (SCSI), SCSI + urea 3.3% (SCSIU), SCSI + soybean hulls 25.0% (SCSIS), SCSI + cassava by-product meal 25.0% (SCSIC). The experimental design was a completely randomized with three replications. It was also evaluate the effective degradability (ED) of DM and NDF, intake, total (TD), ruminal (RD) and intestinal (ID) digestibility, ruminal characteristics and microbial synthesis efficiency in buffaloes and bovines, fed with SCSI, SCSIC, SCSIS, SCSIU made in trench silos with a forage:concentrate ratio of 60:40. The experimental design was a two 4x4 Latin squares with a factorial arrangement of 4x2. Fecal and omasal flows were estimated by chromium oxide (Cr₂O₃). The urea increased the protein level and reduced NDF, ADF and lignin fractions in sugar cane silages. The treatments SCSIC and SCSIS showed an increase in DM levels (P<0.05). Higher (P<0.05) IVDDM values were for SCSIU (52.2%), SCSIC (53.4%) and SCSIS (53.4%) treatments in relation to SCS (40.2%) and SCSI (41.3%). The bovines presented a higher IVDDM than bubalines (P<0.05). The pH values varied from 3.1 to 4.0. The average total losses observed were 7.8%. The treatments SCSIC and SCSIS resulted in a larger aerobic stability with 61 and 81 hours, respectively in relation to the SCS (24h) and SCSU (33h). A higher DM ED was to SCSIC and SCSIS at 2%/h passage rates and a higher NDF ED was to SCSIS at 2 and 5%/h. The DM intake was 1.5% of BW, without any species significance, as well as any difference in DM intake and CP for SCSI, SCSIC and SCSIS diets were observed, however, lower intake (P<0.05) was verified to the SCSIU (1.3% of the PC). The soybean hulls addition

increased ($P<0.05$) TD of DM, organic matter (OM) and total carbohydrates (TC), while urea addition reduced ($P<0.05$) the DM, OM, TC and no fiber carbohydrates (NFC) TD in relation to the other diets, in both species. The soybean hulls addition in sugar cane silage increased the NDF and ADF TD. The addition of urea (SCSIU) and cassava by-product meal (SCSIC) reduced NDF and ADF TD in bovines and had no difference in bubalines, when the SCSI, SCSIC and SCSIU diets were fed to buffaloes. A higher RD of NFC in SCSI, SCSIS and SCSIU diets ($P<0.05$) was verified for bovine than bubaline, which presented higher ID of the NFC for SCSI and SCSIU diets ($P<0.05$) than bovine, and no difference for SCSIC and SCSIS diets was found. The ruminal pH was higher for buffaloes (6.61) than bovines (6.48), and SCSIC and SCSIS rations decreased the ruminal pH in both species (≥ 6.4) besides the higher concentrations of ruminal volatile fatty acids. The ruminal ammonia concentration (N-NH_3) did not differ between species and SCSIU treatment presented the highest value of 17.25 mg N-NH_3 /100 mL ($P<0.05$). The liquid passage rate was higher ($P<0.05$) for buffaloes (12.9%/h) than bovines (9.9%/h) with average ruminal volume of 66.0 and 59.9 liters, respectively. The omasal N-total flow was higher in rations SICAIS than the others. The higher organic matter values truly degradable, in the rumen (OMTDR), were to SCSI and SCSIS, intermediate to SCSIC and smaller to SCSIU treatments. The higher microbial synthesis efficiency was for buffaloes in relation to bovines, respectively (57.7 vs 35.5 g of N-microbial/kg OM apparently degraded in rumen and 35.1 vs 24.6 g of N-microbial/kg OMTDR).

I- INTRODUÇÃO

1.1 Introdução Geral

A eficiência na produção intensiva de ruminantes a pasto depende da continuidade de produção durante o período de baixa oferta qualitativa e quantitativa de pastagem. Em razão da estacionalidade do crescimento das plantas forrageiras e devido aos fatores climáticos que alteram todos os processos metabólicos que ocorrem no período de inverno seco, torna-se necessário a utilização de recursos forrageiros suplementares.

A cana-de-açúcar como suplemento volumoso, destaca-se entre as gramíneas forrageiras por dois principais aspectos: alta produção de matéria seca (MS) por hectare e capacidade de manutenção do potencial energético durante o período seco. A produção de cana integral fresca/ha pode variar entre 60 a 120 toneladas por um período de até cinco anos (maior produção no primeiro ano) (Thiago & Vieira, 2006).

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar com área cultivada maior do que 5 milhões de hectares e oferta de 425,6 milhões de toneladas (Carvalho, 2006). No Brasil planta-se cana no Centro-Sul e no Norte-Nordeste, o que permite dois períodos de safra (Unica, 2006). De acordo com Landell et al. (2002) estima-se que 10% da área produzida é destinada à alimentação animal.

Entretanto, a cana-de-açúcar é um alimento que possui limitações do ponto de vista nutricional, com baixos teores de proteína e minerais, principalmente fósforo. Por essa razão, não é aconselhável o seu uso como alimento exclusivo, além de reduções no consumo, ocasionada principalmente pela baixa digestibilidade da fibra (Thiago & Vieira, 2006).

O fornecimento da cana-de-açúcar *in natura* aos animais é tradicional e de amplo conhecimento dos pecuaristas, porém o corte diário torna-se problemático em situações onde se deseja utilizar a cana como forragem durante o ano todo, devido à dificuldade de colheita em dias de chuva e a perda do seu valor nutritivo durante o verão (Pedroso,

2003).

A conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem vem se destacando nos últimos anos em face das vantagens em logística e operacionalidade que este volumoso ensilado oferece (Nussio e Schimidt, 2004), relativo à execução da colheita ocorrer nas épocas de estiagem e o seu alto potencial de produção de MS e energia por unidade de área em um único corte. A ensilagem da cana-de-açúcar permite a colheita de grandes áreas num curto espaço de tempo, época em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo que coincide com o período mais propício aos trabalhos no campo, ou seja, durante a seca, além do grande desenvolvimento de tecnologia para cultivo e melhoramento genético devido à produção de açúcar e álcool.

1.2. Ensilagem e Processo Fermentativo da Cana-de-açúcar

O sucesso no processo de ensilagem é influenciado por vários fatores: como época de corte (ideal durante a seca, com teor de matéria seca ao redor de 30%); eficiência de corte da cana-de-açúcar pelas máquinas; boa compactação no silo e fechamento do mesmo com uso de lonas plásticas para se obter a fermentação anaeróbia desejada. De acordo com McDonald et al. (1991), o número, a diversidade e atividade da microflora epífita também são de considerável significância.

O processo da ensilagem consiste em preservar a forragem em condições anaeróbias e baixo pH. Ambiente sem oxigênio é essencial para cessar a respiração da planta, prevenindo o crescimento aeróbio de microrganismos indesejáveis e estimular o crescimento de bactérias ácidas lácticas (McDonald et al., 1991).

A etapa fermentativa da silagem ocorre por microrganismos como as enterobactérias, *Clostridium*, fungos e leveduras que competem com os lactobacilos pelos açúcares solúveis (Jobim e Gonçalves, 2003). As enterobactérias (bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae), e os *Clostridium* spp. são indesejáveis por apresentarem efeitos negativos no processo de fermentação, além dos fungos (leveduras e mofo) e dos *Bacillus* spp., por contribuírem na deterioração aeróbia das silagens (Ostling e Lindgren, 1995). Porém, o desenvolvimento de enterobactérias e *Clostridium* decresce rapidamente em condições de pH reduzido (Rotz e Muck, 1994), que no ponto de vista prático não influencia as silagens de cana-de-açúcar por apresentarem rápido abaixamento de pH.

Em estudo da dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar, Pedroso et al.

(2005) observaram que o pH atingiu valores inferiores a 4,0 no terceiro dia de ensilagem, sendo que logo após o sétimo dia o abaixamento do pH foi menos intenso e atingiu o valor de 3,5 aos 120 dias.

Na fermentação da cana-de-açúcar os altos teores de carboidratos solúveis e a grande população de leveduras epífitas com extensa atividade convertem açúcar a CO_2 , água e etanol. Essa conversão acarreta redução no valor nutritivo e elevadas perdas durante a estocagem e fornecimento da silagem aos animais, levando à diminuição no teor de carboidratos solúveis, baixos teores de ácidos láctico e acético na massa ensilada e aumento relativo no teor de fibra em detergente ácido (FDA) das silagens (Alli et al., 1983).

Coan et al. (2002) avaliaram a composição química de cana-de-açúcar madura (12 meses de rebrota) ensilada em silos de PVC durante 55 dias e observaram diminuição no teor de matéria seca (MS), aumento nos constituintes da parede celular, com maiores concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), FDA e lignina, e aumento no teor de proteína bruta (PB) da silagem em relação à cana fresca. O mesmo comportamento foi observado por vários autores que avaliaram silagens de cana-de-açúcar (Pedroso, 2003; Freitas et al., 2006; Lucci et al., 2006). Segundo Van Soest (1994) durante o processo fermentativo a fração fibrosa do material ensilado pode aumentar significativamente, nos quais os componentes solúveis em água diminuem proporcionalmente ao aumento da fração menos solúvel em água.

O crescimento de leveduras não é inibido sob pH variando entre 3,5 e 6,5 e algumas espécies são capazes de sobreviver em pH inferior a 2,0, em condições aeróbias são capazes de sobreviver com diversos ácidos orgânicos por tempo maior que a maioria dos microrganismos. Em condições anaeróbias, as leveduras precisam obter sua energia da fermentação de açúcares e são capazes também de fermentar pentoses, amido, álcoois, ácidos orgânicos e proteínas, além de poderem utilizar amônia como fonte de nitrogênio (McDonald et al., 1991).

A produção de etanol pelas leveduras diminui o valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar e provavelmente seja a principal dificuldade apresentada por essa tecnologia e o maior desafio da pesquisa. Buscam-se processos específicos que controlem adequadamente a população e a atividade de leveduras, sem prejuízo da qualidade da silagem e do desempenho de animais (Nussio & Schmidt, 2004).

De acordo com Chalupa et al. (1964), o etanol é potencialmente aproveitável

como substrato energético para os ruminantes, pela conversão a acetato no rúmen. Porém, grande parte do etanol produzido nas silagens é perdida por volatilização, durante a estocagem nos silos, retirada e fornecimento da silagem no cocho (Alli et al., 1982). Embora o etanol apresente alto valor energético, esse componente resulta em significativa perda energética da forragem, uma vez que é perdida por volatilização, provocando ainda rejeição de consumo pelo animal logo depois da retirada do silo (Schmidt, 2006). A produção deste álcool representa perda de aproximadamente 49% de MS dos substratos (McDonald et al., 1991), devido à reação bioquímica da produção do etanol, na qual a MS é catalisada, de modo que a cada molécula de glicose fermentada gera duas moléculas de etanol.

Pedroso et al. (2005) avaliaram a dinâmica da fermentação em silagens de cana-de-açúcar e observaram que o padrão de variação na concentração de etanol foi inverso a concentração de carboidratos solúveis e a redução da digestibilidade da silagem. Além disso, Andrade et al. (2001) observaram redução na produção de etanol à medida que níveis maiores de rolão-de-milho foram aplicados na ensilagem, mostrando que o aumento do teor de MS limita a produção de etanol. Da mesma forma, Freitas et al. (2006) constataram que quanto menor a perda de matéria seca, com adição de resíduo da colheita de soja na ensilagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos, menor foi a produção de etanol.

1.3 Estabilidade Aeróbia da Silagem

Define-se estabilidade aeróbia como a resistência da massa de forragem a deterioração após a abertura do silo, ou seja, a velocidade de deterioração quando exposta ao ar (Jobim et al., 2007). Pitt et al., 1991 definiram como o tempo em horas para aumentar a temperatura da silagem em 2°C em relação à temperatura ambiente. A estabilidade aeróbia varia em função de diversos fatores, como os teores de MS, de carboidratos solúveis residuais, da concentração dos ácidos acético e butírico e da contagem de leveduras nas silagens (McDonald et al., 1991).

A fermentação será mais intensa, quanto melhor for a qualidade da silagem em função dos maiores teores de carboidratos solúveis residuais e de ácido lático (Jobim e Gonçalves, 2003). Na presença de oxigênio o crescimento de microrganismos aeróbios aumenta substancialmente, causando aquecimento, elevação do pH, perdas de MS pela ação dos mofos e das leveduras (Rotz e Muck, 1994).

Prevenção ou redução do crescimento das leveduras é o alvo principal no uso de aditivos que melhorem a estabilidade aeróbia. Pedroso (2003) avaliou a eficácia de aditivos químicos e inoculantes microbianos na inibição da produção de etanol, na diminuição das perdas de MS e no aumento da estabilidade aeróbica em silagens de cana-de-açúcar colhida após doze meses de crescimento vegetativo. A aplicação do inoculante contendo *L. buchneri* resultou em silagens com estabilidade aeróbica 11% maior em relação ao tratamento controle.

Em estudo comparativo da cana-de-açúcar ensilada com aditivos químicos (benzoato de sódio, hidróxido de sódio e uréia) e microbianos (*Lactobacillus buchneri*- BUCH e *Propionibacterium acidipropionici* + *Lactobacillus plantarum*- PROP) e associações entre esses aditivos sobre a estabilidade aeróbia, Siqueira (2005) não observou diferença entre os aditivos químicos, porém as silagens inoculadas com PROP (50 horas) e BUCH (54 horas) foram superiores ($p < 0,05$) em relação às silagens controles (34 horas).

Schmidt (2006) avaliou doses de bactéria heterolática *L. buchneri* sobre a estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar com e sem a adição de ingredientes concentrados às silagens, verificando que o aumento de MS com adição de concentrado aumentou substancialmente a estabilidade aeróbia.

1.4 Uso de Aditivos na Ensilagem

A verificação que a ensilagem de cana-de-açúcar normalmente resultava em produtos de baixa qualidade, devido ao intenso desenvolvimento de leveduras e a grande produção de etanol (fermentação alcoólica), levou os pesquisadores a adotarem várias estratégias e tratamentos que permitissem melhorar o padrão de fermentação destas silagens, reduzindo as perdas de MS e seu valor nutritivo. Desta forma, os aditivos são utilizados no processo de ensilagem de cana-de-açúcar com o intuito de obter melhores resultados na qualidade final do produto.

Os aditivos químicos (uréia, hidróxido de sódio, propionato de cálcio, sorbato de potássio e benzoato de sódio) e microbianos que contêm cepas de bactérias lácticas (homoláticas - produtoras de ácido láctico e heteroláticas – ácido láctico e ácido acético e/ou propiônico) e suas associações têm sido testados (Nussio & Schmidt, 2004). Aditivos contendo bactérias heteroláticas que produzem ácido acético, além do ácido láctico, têm apresentado bom potencial como forma de melhorar a estabilidade aeróbia

das silagens, devido ao maior poder do ácido em inibir o crescimento de leveduras e mofos.

Silagens de cana-de-açúcar tratadas com níveis entre 0,5 e 1,5% de uréia propiciaram bom padrão de fermentação e melhor composição química, como teor mais elevado de MS e teores mais baixos de FDN e FDA, em comparação à silagem de cana exclusiva (Lima et al., 2002; Molina et al., 2002; Pedroso, 2003).

Pedroso (2003) avaliou a dinâmica da fermentação e perda de MS em silagens tratadas com doses crescentes de uréia (0,5; 1,0 e 1,5%) e observou que a silagem com menor dose de uréia apresentou estabilidade aeróbia 25% menor, e a maior dose de uréia, 22% maior em relação à silagem não aditivada. Ainda observou menores perdas totais de MS que a silagem controle, que evidencia o poder inibidor da uréia no desenvolvimento de leveduras.

Siqueira et al. (2004), avaliaram as perdas fermentativas em silagens de cana-de-açúcar inoculadas com *Lactobacillus buchneri* ou com aditivo composto por *Propionibacterium* e *Lactobacillus plantarum* (BAL), observaram que a inoculação com *L. buchneri* foi efetiva em reduzir as perdas em relação à silagem sem aditivos (controle) e que a BAL não apresentou efeito benéfico na ensilagem.

Silva (2003) utilizou o fubá de milho (8% da matéria verde) associado ou não ao inoculante (BAL) como absorvente de umidade na ensilagem de cana-de-açúcar e não verificou efeitos positivos do uso desses aditivos sobre variáveis fermentativas após 45 dias da ensilagem de cana. Porém, Freitas et al. (2006) avaliaram as características da silagem de cana-de-açúcar tratada com os inoculantes *L. plantarum* e *L. buchneri* associados ou não ao resíduo de colheita de soja e verificaram que os inoculantes só foram eficientes em diminuir as perdas de MS quando associado ao resíduo.

Fontes de carboidratos, cereais, farelos, entre outros, também são utilizados e visam elevar o teor de MS das silagens, reduzir a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo das silagens (McDonald et al., 1991).

A casca do grão de soja é um subproduto industrial de fácil obtenção nas diversas regiões, inclusive no norte do Paraná. É obtido do processamento da extração de óleo do grão de soja, a cada tonelada de grão processada, cerca de 2% é transformado no resíduo (Zambom et al., 2001). De acordo com o NRC (1996), possui em sua composição 91,0% de MS, 12,2% de PB, 66,3% de FDN, 3,0% de lignina, 2,1% de extrato etéreo e 80,0% de nutrientes digestíveis totais. Apesar de apresentar altos teores

de fibra, possui alta digestibilidade *in vitro*, superior a 90% (Zambom et al., 2001). Ainda, apresenta uma fina película, rica em pectina que compreende 30% dos carboidratos insolúveis (Gnanasambandam & Proctor, 1999). De acordo com Van Soest (1994), a pectina é completamente fermentada no rúmen.

Outro resíduo que também possui alta disponibilidade é a farinha de varredura da indústria farinheira de mandioca, que é obtida durante a limpeza de todo o material perdido no chão, formado por farinha, pó e fibra, e apresenta elevados teores de amido (80,0%) e de MS (90,0%). Sua composição química é muito semelhante a farinha de mandioca (Zeoula & Caldas Neto et al., 2001).

Devido às características nutricionais desses resíduos, como alto teor de MS e a facilidade de aquisição já que a agricultura de soja e mandioca é amplamente distribuída no Brasil, estes resíduos poderiam ser avaliados como aditivos na ensilagem de cana-de-açúcar com objetivo de melhorar a qualidade do volumoso.

1.5 Cana-de-açúcar na Alimentação Animal

Na literatura, trabalhos científicos sobre o uso da silagem de cana-de-açúcar na alimentação animal e principalmente relacionado aos aspectos nutricionais ainda são escassos.

A digestibilidade é conhecida como a aptidão de um alimento para ser digerido por determinada espécie animal, sendo este parâmetro de grande importância na formulação de dietas (NRC, 2001). A cana-de-açúcar apresenta características que limitam a sua utilização em animais de elevado potencial genético, como baixo teor de PB, fibra de baixa degradação ruminal, e elevado teor de fibra não degradável (Pereira et al., 2000) o que provoca acúmulo de fibra não degradada, limitando o consumo por repleção ruminal. De acordo com Valadares Filho et al. (2002), a fração estimada da FDN indegradável foi de $45,1 \pm 12,7\%$ em seis observações.

Para corrigir a deficiência nutricional da cana-de-açúcar são recomendados tratamentos físicos, químicos ou suplementação às dietas. Pereira et al. (2001) avaliaram os efeitos das fontes nitrogenadas, o uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas à base de cana-de-açúcar em bovinos mestiços Holandês-Zebu, a digestibilidade total, ruminal e intestinal da MS não diferiram entre as fontes de uréia, cama de frango e *Sacharomyces cerevisiae*, os maiores coeficientes de digestibilidade total da PB foram para o tratamento com uréia.

Em estudo sobre o efeito de promotores de crescimento no desempenho de novilhas búfalas (peso médio de 386 kg), alimentadas com ração baseada em silagem de cana-de-açúcar aditivada com 1% de uréia na matéria verde, Marques et al. (2003) observaram ganho de peso médio entre os tratamentos de 0,95 kg/dia, com consumo médio de 10,5 kg de MS/dia.

Pires et al. (2003) avaliaram o efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar (25, 50, 75 e 100% de substituição) em vacas da raça Holandês e observaram que o consumo de matéria seca diminuiu conforme aumenta o nível de substituição. Junqueira et al. (2004), estudaram o desempenho de novilhas da raça Holandês ou Holandês x Jersey recebendo silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. buchneri* ou níveis de uréia e não observaram diferenças ($P>0,05$) no ganho médio diário e no consumo de MS com médias de 1060 g e 3,0% peso vivo, respectivamente, porém para as perdas por deterioração o tratamento com 1,5% de uréia foi superior ($P<0,05$), com 16,5% de perdas, ao *L. buchneri* com perdas de 5,1% e a adição de 1,0% de uréia perdas de 7,8%.

A inoculação de *L. buchneri* na ensilagem de cana-de-açúcar fornecida a tourinhos da raça Nelore e Canchin propiciou incremento marcante ($P<0,05$) no ganho de peso vivo e melhores valores na conversão alimentar em relação à silagem sem aditivos, porém, para ingestão de MS não houve diferença, embora numericamente maior para silagens com *L. buchneri* em relação à silagem controle (Schmidt, 2006).

Em silagens de cana-de-açúcar tratadas com hidróxido de sódio, foi constatado que adição de rolão-de-milho aumentou linearmente o consumo de MS, porém houve decréscimo no coeficiente de digestibilidade da MS, devido à inibição do efeito do hidróxido de sódio de solubilizar a fração da fibra (Andrade et al., 2001).

Redução no consumo (% peso corporal – PC) de MS em novilhos mestiços foi observada com o uso de cana-de-açúcar ensilada com polpa cítrica (1,38% PC) em relação às cascas (2,12% PC) e raspa de mandioca (1,88%PC) ensiladas com polpa cítrica (Freitas et al., 2002), o que atribuíram ao elevado odor de álcool devido a predominância de fermentação alcoólica e ao maior teor de FDN da silagem de cana-de-açúcar. As silagens de raspa de mandioca apresentaram maior digestibilidade total da MS e MO em relação às demais dietas, porém na digestibilidade ruminal e intestinal não houve diferenças entre os tratamentos, devido ao maior coeficiente de variação obtidos na digestibilidade parcial levou a ausência de significância.

Lucci et al. (2003) avaliaram a digestibilidade da cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não com níveis crescentes de uréia em ovinos e constataram superioridade da cana-de-açúcar *in natura* em relação à silagem nos valores de digestibilidade da MS (68,5 e 54,3% respectivamente). Os níveis crescentes de uréia também resultaram em aumento linear na digestibilidade da MS da forragem fresca.

A cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho em dietas para vacas em lactação foi avaliado por Magalhães et al. (2006) que observaram redução linear, com aumento da substituição de silagem de milho por cana-de-açúcar, do consumo de todos os nutrientes, exceto lignina e carboidratos não-fibrosos, e não houve efeito para as digestibilidades da MS, MO e PB, porém reduziu acentuadamente a digestão da fibra em detergente neutro.

Recentemente, os sistemas aplicados ao balanceamento de dietas requerem conhecimento das características de degradação ruminal dos alimentos, a fim de melhorar o desempenho animal (Berchielli et al., 2006). A técnica de degradabilidade *in situ* é apropriada para a obtenção de informações importantes na avaliação de alimentos, como a taxa e o potencial de degradação ruminal inerente a cada alimento, assim como os efeitos do ambiente ruminal sobre eles (Mehrez & Orskov, 1977; Orskov & McDonald, 1979).

Em estudo sobre a degradação da MS e FDN da cana-de-açúcar com diferentes fontes de proteína degradável, Carmo et al. (2001) não observaram efeito significativo para as diferentes fontes com taxa média de degradação da FDN de 29,2% com 72 horas de incubação. Valores superiores foram relatados por Aroeira et al. (1993) de 43,7% de degradação da parede celular em 72h.

Franzolin & Franzolin (2000) estudaram a degradabilidade ruminal da cana-de-açúcar fresca em bubalinos e bovinos e não observaram diferença entre as espécies com valores médios de degradabilidade efetiva de 63,3% da MS e de 42,9% da FDN. A cana-de-açúcar apresentou altos valores de material solúvel “a” na matéria seca, com baixos valores de taxa de degradação “c” e da fração potencialmente degradável “b”.

Resultados obtidos por Silveira et al. (2002) para degradabilidade efetiva da FDN da cana-de-açúcar ensilada com polpa cítrica foram próximos aos supracitados de 41,7%, porém para MS foi inferior (49,9%).

Lucci et al. (2006) comparam a cana-de-açúcar nas formas natural ou ensilada, adicionadas ou não com uréia e não observaram diferença na taxa de degradabilidade

efetiva da matéria seca, porém a degradabilidade da FDN diminuiu de forma linear com os níveis crescentes de uréia, possivelmente devido a menor disponibilidade de energia no rúmen na forma de amido, para suportar melhor aproveitamento ruminal de N-NH₃.

Em estudo com ensaio de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) de silagens de cana-de-açúcar tratada com aditivos microbianos e enriquecida com 10% de resíduo da colheita de soja, Freitas et al. (2006) observaram valores superiores para os tratamentos com adição do resíduo. Os autores inferem que os maiores valores de DIVMS nesses tratamentos ocorreram pela menor perda de carboidratos solúveis e conseqüentemente menor concentração dos componentes da parede celular, além da maior disponibilidade de nitrogênio, decorrente da maior porcentagem de PB, o que favorece o crescimento microbiano. Entre as silagens inoculadas com *L. plantarum* e *L. buchneri* não houve diferenças significativas em relação à silagem controle.

A fermentação em ruminantes é o resultado da atividade microbiológica, que converte os componentes dietéticos a ácidos graxos voláteis, proteína microbiana e vitaminas do complexo B e vitamina K, metano e dióxido de carbono, amônia e nitrato (Owens e Goetsch, 1993 citados por Valadares Filho e Pina, 2006). As modificações na fermentação ruminal podem ocorrer em três níveis: dietético, animal e microbiano (Valadares Filho e Pina, 2006), e as condições ideais para adequada fermentação seriam altas taxas de digestão da fibra, presença de ácidos graxos, produção de amônia, e elevada síntese de proteína microbiana (Arcuri e Mattos, 1992).

Segundo Van Soest (1994) valores de pH inferiores a 6,2 inibem a digestão e aumentam o tempo de colonização para a degradação da parede celular. Os valores de pH do líquido ruminal observados em animais alimentados com cana-de-açúcar ou silagens de cana-de-açúcar apresentam pH dentro da faixa para não inibir a degradação da celulose (Carmo et al., 2001; Pereira et al., 2001; Magalhães et al., 2006).

As concentrações de amônia (N-NH₃) no rúmen são utilizadas como indicadores do metabolismo dos compostos nitrogenados, visto que a amônia é a principal fonte de nitrogênio para a síntese protéica (Wallace et al., 1997).

Schmidt (2006) avaliou a concentração ruminal de N-NH₃ em bovinos Nelores alimentados com silagens de cana-de-açúcar com aditivos químicos e microbianos e as silagens com *L. buchneri* e 0,5% uréia (10,3 mg/dL) apresentaram valores médios superiores ao tratamento com inoculante *L. plantarum* (7,9 mg/dL) e a silagem controle sem aditivo não diferiu de ambos (9,4 mg/dL)

Em estudo realizado por Lucci et al. (2006), com cana-de-açúcar natural ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, relataram concentrações de N-NH₃ do líquido ruminal de ovinos alimentados com cana fresca sem uréia de 1,8 a 5,2 mg/dL, com a adição de 0,5% de uréia de 11,0 a 22,9 mg/dL e 1,0% de uréia de 14,2 a 31,2 mg/dL. Os animais que receberam silagem apresentaram concentrações de N-NH₃ mais elevadas mesmo sem adição de uréia devido ao fato destas apresentarem maior teor de N não protéico, mesmo antes da adição de uréia, com valores médios de 15,1; 32,0 e 38,8 mg/dL para os níveis zero, 0,5 e 1,0% de uréia respectivamente.

Magalhães et al. (2006) avaliaram a cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho em dietas para vacas em lactação e a concentração mínima estimada de N-NH₃ foi de 9,23 mg/dL, com 59,2% de cana-de-açúcar no volumoso.

Forragens frescas ou ensiladas de cana-de-açúcar geralmente são deficientes em nitrogênio, desta forma é importante que este nutriente não falte em dietas à base de cana-de-açúcar. Todos os estudos supracitados são fornecidos fontes de nitrogênio, geralmente uréia, para correção desta deficiência.

Mais informações sobre a ensilagem de cana-de-açúcar são necessárias nas diversas condições experimentais, tais como efeitos associativos de aditivos, o que torna necessário mais estudo sobre quais fatores que poderão prejudicar ou melhorar o processo fermentativo durante a ensilagem e a utilização desta para alimentação animal.

1.6 Grupo Genético

Apesar de resultados contraditórios na utilização de alimento e desempenho de produção, os bubalinos apresentam-se mais eficientes no aproveitamento de alimentos fibrosos e de baixa qualidade que bovinos, contudo tais diferenças não são observadas em forragens de boa qualidade (Pradhan et al., 1997). Sendo assim, Tewatia & Bhatia (1998) compararam a atividade celulolítica e digestão em bubalinos e bovinos, alimentados com palha de trigo e feno de trevo egípcio (*Trifolium alexandrinum* L.) (12% proteína bruta) e verificaram que bubalinos digeriram mais ($P < 0,01$) MS e componentes fibrosos que bovinos sem nenhuma mudança no consumo voluntário.

Ainda observam-se diferenças em relação à anatomia e fisiologia do sistema digestório (Ângulo et al., 2005). Os bubalinos possuem rúmen e retículo significativamente maior que os bovinos (Leão et al., 1985) e papilas ruminais mais desenvolvidas, o que aumenta a superfície de absorção dos produtos de fermentação (Sideney e Lyford, 1993).

Estudos comparativos sobre as diferenças nos aspectos nutricionais entre bubalinos e bovinos, com dietas a base de palha de arroz ou gramínea tropical (Kennedy et al., 1992) relataram maior tempo de ruminação, maior taxa de passagem da digesta ruminal, superior reciclagem de nitrogênio e maior suprimento de proteína microbiana intestinal, porém com tendência de menor degradabilidade ruminal para os bubalinos.

Além disso, estudos mostram resultados inconsistentes no consumo voluntário e digestibilidade entre bubalinos e bovinos (Valadares Filho et al., 1990; Zeoula et al., 1997; Rodrigues et al., 2001) isto pode ser devido principalmente às interações dietéticas, mecanismos reguladores não identificados, condições ambientais e nível de consumo. A capacidade de ingestão do alimento por bubalinos é menor quando comparadas às raças européias que passaram por um intenso processo de seleção.

Gonçalves et al. (1991) em estudo com novilhos Nelores (NE), Holandeses (HO), bubalinos (BU), $\frac{1}{2}$ Holandeses x Zebus (HZ) e $\frac{3}{4}$ HZ alimentados com seis rações experimentais a base de feno de capim-gordura, silagens de milho e de capim-elefante em duas proporções de volumoso:concentrado (80:20 e 40:60) para consumo *ad libitum*, não observaram interações entre rações e grupos genéticos. Para os grupos genéticos, observaram que os animais da raça Holandês apresentaram consumo médio em $\text{g/kg}^{0,75}$ (118,08 $\text{g/kg}^{0,75}$) superiores ($p < 0,05$) aos zebuínos (95,73 $\text{g/kg}^{0,75}$) e bubalinos (93,78 $\text{g/kg}^{0,75}$).

Resende et al. (1994) avaliaram rações com diferentes níveis de FDN em bovinos Nelores, Holandeses e bubalinos, observaram aumento linear no consumo de MS conforme aumentava os níveis de concentrado na ração, e não observaram qualquer interação do grupo genético e o nível de FDN das rações. Também, Rosales Rodrigues et al. (1996) estudaram o consumo em animais Nelores, Holandeses e bubalinos Mediterrâneo alimentados com rações contendo 12,5; 25,0; 37,5 e 50,0% de concentrado, não observando diferenças entre os grupos genéticos, no consumo de MS, MO, PB e FDN.

As diferenças entre bovinos e bubalinos quanto aos aspectos de digestão parecem estar relacionadas à qualidade da dieta. De acordo com Lapitan et al. (2004) bubalinos e bovinos apresentam mesma taxa de crescimento sob condições intensivas e quando alimentados com alimentos de alta qualidade.

Maeda et al. (2007) trabalharam com três níveis de concentrado (23%, 43% e 63%), a base de milho (fonte de amido de baixa degradabilidade ruminal), resíduo

desidratado de fécula de mandioca (fonte de amido de alta degradabilidade ruminal), farelo de soja e silagem de milho em bubalinos e bovinos, não observaram diferença na digestibilidade total dos nutrientes, com exceção do amido que foi superior para os bovinos em relação aos bubalinos. Já nos aspectos de fermentação ruminal os bubalinos apresentaram valor médio de pH ruminal (6,7) superior aos bovinos (6,3), e a concentração média de amônia ruminal foi de 12,20 mg/100 mL para bubalinos e de 10,00 mg/100 mL para bovinos.

A distinção entre as espécies bubalina e bovina observada quanto às dietas de qualidade inferior parece estar relacionada a diversos fatores, tais como: os bubalinos apresentam maior atividade celulolítica e melhor aproveitamento dos componentes fibrosos (Tewatia e Bhatia, 1998); maior número de protozoários ciliados pertencentes à subfamília *Diplodiniinae*, responsáveis pela fermentação de carboidratos estruturais (Franzolin e Franzolin, 2000); maior pH ruminal devido a uma secreção salivar mais intensa e maior poder tampão da saliva que fluiu para o rúmen (Sivkova et al., 1997); maior concentração de amônia refletindo melhor atividade de desaminases intracelular e reciclagem salivar de uréia (Tewatia e Bhatia, 1998) e manutenção do balanço de nitrogênio positivo devido a maior eficiência na utilização do nitrogênio amoniacal, pelo uso mais rápido da amônia pelas bactérias ruminais (Setia et al., 1992 citados por Trufchev et al., 1997).

Literatura Citada

- ALLI, I.; BAKER, B.E. Studies on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 7, p. 411-417, 1982.
- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v. 9, p. 291-299, 1983.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- ÂNGULO R.A.; NOGUERA, R.R.; BERDUGO, J.A. El búfalo de agua (*Bubalus bubalis*) un eficiente utilizador de nutrientes: aspectos sobre fermentación y digestión ruminal. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, n.6, 2005. Acesso em: 10/10/2005. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/6/angu17067.htm>.
- ARCURI, P.B.; MATTOS, L.L. Microbiologia do rúmen. **Informe Agropecuário**, v.16, n.5, p.5-8, 1992.
- AROEIRA, L.J.M., SILVEIRA, M.I., LIZIERE, R.S. et al. Degradabilidade no rúmen e taxa de passagem da cana-de-açúcar mais uréia, do farelo de algodão e do farelo de arroz em novilhos mestiços europeu x zebu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.4, p.552-564, 1993.
- BERCHIELLI, T.T.; GARCIA, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudos de nutrição**. In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). Nutrição de Ruminantes. 1 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2006, v. 1, p. 397-421.
- CARMO, C.A.; BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P. Degradabilidade da matéria seca e fibra em detergente neutro da cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, p.2126-2133, 2001. (suplemento)
- CARVALHO, E.P. A produção brasileira está crescendo o suficiente para atender a demanda prevista de açúcar e álcool nos mercados interno e externo? Disponível em: http://www.portalunica.com.br/portalunica/files/referencia_palestraseapresentacoes_apresentacoes-49-Arquivo.pdf. Acesso em: 10 de novembro de 2006.

- CHALUPA, W.; EVANS, J.L.; STILLIONS, M.C. Influence of ethanol on rumen fermentation and nitrogen metabolism. **Journal of Animal Science**, v. 23, p. 802-807, 1964.
- COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; BERNARDES, T.F.; REIS, R.A.; MORENO, T.T.B.; MOREIRA, A.L. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dieta à Base de Cana-de-Açúcar **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1853-1861, 2000.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de rações com cana-de-açúcar, casca e raspa de mandioca ensiladas com polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1531-1542, 2002. (suplemento)
- GNANASAMBANDAM, R.; PROCTOR, A. Preparation of soy hull pectin. **Food Chemistry, Exeter**, v.65, p.461-467, 1999.
- GONÇALVES, L.C.; COELHO DA SILVA, J.F.C.; ESTEVÃO, M.M. et al. Consumo e digestibilidade da matéria seca e da energia em zebuínos e taurinos, seus mestiços e bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.20, n.4, p.384-395, 1991.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; MOREIRA, A.L. (Ed.). **Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens**. Jaboticabal: Editora Funep, 2003, p.1-26.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A. et al. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.36, Suplemento especial, p.101-119, 2007.
- JUNQUEIRA, M.C.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M. et al. Desempenho de novilhas da raça holandesa ou holandês x jersey recebendo silagem de cana-de-açúcar tratada com *L. Buchneri* ou níveis de uréia. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...Campo Grande:SBZ, CD Rom, 2004**.
- KENNEDY, P.M.; BONIFACE, A.N.; LIANG, Z.J. et al. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 2. The comparative response to urea supplements in animals fed tropical grasses. **Journal of Agricultural Science**. v.119, p. 227-242, 1992.
- LANDELL, M.G.A.; CAMPANA, M.P.; RODRIGUES, A.A. et al. **A variedade IAC86-2480 como nova opção de cana-de-açúcar para fins forrageiros: manejo de produção e uso na alimentação animal**. Série Tecnologia APTA, 2002. 36p. (Boletim Técnico, IAC 193).
- LAPITAN, R.M.; DEL BARRIO, A.N.; KATSUBE, O. et al. Comparison of feed

- intake, digestibility and fattening performance of Brahman grade cattle (*Bos indicus*) and crossbred water buffalo (*Bubalus bubalis*). **Animal Science Journal**, v.75, n.6, p.549-555, 2004.
- LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F.; COELHO da SILVA, J. F. Biometria do trato digestivo de bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.14, n.5, p. 559-564, 1985.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. **Anais...** Recife : SBZ, 2002. CD ROM. Forragicultura
- LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente¹. **Boletim da Industria Animal**. v.60, n.1, p.47-53, 2003.
- LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; CAPEZZUTO, A. et al. Digestibilidade *in situ* de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) nas formas natural ou ensilada, adicionadas ou não de uréia. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.43, n.4, p.502-509, 2006.
- MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V. et al. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes teores de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.716-726, 2007.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MARQUES, J.A.; PRADO, I.N.; ALBUQUERQUE, K.P. et al. Avaliação de desempenho de novilhas búfalas em diferentes condições reprodutivas. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: SBZ, CD ROM, 2003.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Merlow: Chalcomb publications, 1991. 340p.
- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p.645-650, 1977.
- MOLINA, L.R.; FERREIRA, D.A.; GONÇALVES, L.C.; et al. Padrão de fermentação da silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) submetida a diferentes tratamentos (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, Recife, 2002. **Anais**. Recife: SBZ, 2002. CD ROM. Forragicultura
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requeriments of beef cattle**, Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington, D.C.: 2001. 381p
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE

- FORRAGENS CONSERVADAS, 2, 2004. Maringá. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO, 2004, p. 1-33.
- ORSKOV, E.R., MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- OSTLING, C.; LINDGREN, S. Influences of enterobacteria on the fermentation and aerobic stability of grass silage. **Grass and Forage Science**, v. 50, n.1, p.41-47, 1995.
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** 2003. 140p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas a base de cana-de-açúcar para novilhos: Consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.563-572, 2001.
- PIRES, A. V., SIMAS, J. M.C.; ROCHA, M. H. M. et al. Efeito da substituição da silagem de milho pela cana-de-açúcar no consumo de matéria seca, parâmetros ruminais, produção e composição do leite de vacas Holandesas. Disponível em: <http://www.sbz.org.br/eventos/PortoAlegre/homepagesbz/nur>. Acesso em: 25 out. 2003.
- PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301-312, 1991.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.67, n.2, p.149-151, 1997.
- RESENDE, F.D.; QUEIRÓZ, A.C.; FONTES, C.A.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.
- RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F.; SOUZA, J.C.D. Avaliação do consumo e da capacidade digestiva de búfalos e bovinos. **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.6, p.1406-1412, 2001.
- ROSALES RODRIGUES, L.R.; FONTES, C.A.A.; JORGE, A.M. et al. Consumo de rações contendo quatro níveis de concentrado por bovinos Holandeses e Nelores e por Bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.3, p.568-581, 1996.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison:

- American Society of Agronomy, 1994. p.828-868.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar.** Piracicaba, SP: ESALQ, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
- SIDENEY, J.; LYFORD, Jr. 1993. **Crecimiento y desarrollo del aparato digestivo de los Rumiantes.** En: El rumiante, fisiología digestiva y nutrición. Editor: Chuch, D. C. Editorial Acribia S.A. Zaragoza, España. p. 47-68.
- SILVA, S.A.R. **Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos.** Goiânia, 2003. 44p. Dissertação (Mestrado) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Goiás.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 793-891, 2002.
- SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos.** 2005. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 2005.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; SCHOCKEN-ITURRINO, R. P. et al. Inoculantes microbiológicos e aditivos químicos na fermentação e estabilidade aeróbia das silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) crua e queimada. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- SIVKOVA, K.; TRUFCHEV, H.; VARLIAKOV, I. Comparative studies on fermentation processes in the rumen and blood content of calves and buffalo calves I. Effect on diet, containing alfafa haylage. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...**Itália: 1997. p.312-316.
- TEWATIA, B.S.; BHATIA, S.K. Comparative ruminal biochemical and digestion related physiological characteristics in buffaloes and cattle fed a fibrous diet. **Buffalo Journal**, v.14, n.2, p.161-170, 1998.
- THIAGO, L.R.L.S.; VIEIRA, J.M. Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>. Acesso em: 29 ago. 2006.
- TRUFCHEV, H.; SIVKOVA, K.; ZANKOVA, M. Comparative studies on fermentation processes in the rumen and blood content of calves and buffalo calves II. Effect on diet, containing maize silage. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...**Italia: 1997. p.312-316.
- UNICA– União da Agroindústria Canavieira do Estado de São Paulo. http://www.unica.com.br/pages/cana_origem.asp. 15 nov. 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. **Fermentação ruminal.** In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). Nutrição de Ruminantes. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, p. 151-182.

- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 297p.
- VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; LEÃO, M.I. et al. Digestão total e parcial da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos em novilhos holandeses, nelores e búfalos mestiços. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.19, p.416-423, 1990.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- WALLACE, R.J.; ONODERA, R.; COTTA, M.A. Metabolism of nitrogen-containing compounds. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Chapman & Hall, p.283-328, 1997.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2001, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.249-284.
- ZEOULA, L.M.; COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M.I. et al., Total and partial digestibility in *Bos taurus*, *Bos taurus indicus* and buffalo fed on diets with different sources of starch in the presence or absence of urea: 2. Carbohydrates. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...**Italia: 1997.p.286-290.

II. OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho foi conduzido para avaliar: (i) a digestibilidade *in vitro*, as perdas totais, o valor nutritivo e a estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar com ou sem a aplicação de aditivos e a degradabilidade *in situ* da cana-de-açúcar ensilada aditivada; (ii) Avaliar o consumo e as digestibilidades total e parcial, e (iii) as características ruminais (NH_3 , ácidos graxos voláteis, pH e dinâmica da fase líquida) e produção microbiana, com dietas contendo silagens de cana-de-açúcar aditivadas fornecidas à bubalinos e bovinos.

III - Composição química, fermentação, digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos

Resumo - Objetivou-se avaliar silagens de cana-de-açúcar em relação à composição química, pH, perdas totais, estabilidade aeróbia e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e degradabilidade efetiva (DE) ruminal da MS e FDN em bovinos e bubalinos. A cana-de-açúcar *in natura* da variedade RB-855156 (precoce) foi picada e ensilada nos seguintes tratamentos (base na MS): silagem de cana-de-açúcar sem aditivo (SICA), SICA + 3,3% uréia (SICAU), SICA + *Lactobacillus buchneri* (SICAI), SICAI + 3,3% uréia (SICAIU), SICAI + 25,0% casca de soja (SICAIS), SICAI + 25,0% farinha de varredura de mandioca (SICAIM). O delineamento utilizado para avaliação dos tratamentos foi o inteiramento casualizado com três repetições/tratamento e para DE da MS e FDN utilizou-se dois quadrados latinos 4 x 4 com arranjo fatorial 4 x 2. O uso da uréia aumentou o teor protéico e reduziu as frações de FDN, FDA e lignina. Os tratamentos SICAIM e SICAIS apresentaram aumentos ($P < 0,05$) nos teores de MS em relação aos outros tratamentos. Maior ($P < 0,05$) DIVMS foi para SICAU (52,2%), SICAIM (53,4%) e SICAIS (53,4%) em relação à SICA (40,2%) e SICAI (41,3%) e a SICAIU (44,9%) não diferiu das demais. Maior DIVMS foi para os bovinos ($P < 0,05$) em relação aos bubalinos. Os valores de pH das silagens variaram entre 3,1 a 4,0. As perdas totais médias observadas foram de 7,8%. Os tratamentos SICAIM e SICAIS resultaram em silagens com maior estabilidade aeróbia com 61 e 81 horas, respectivamente em relação às silagens SICA (33h) e SICAU (24h). Também maior DE da MS foi para SICAIM e SICAIS na taxa de passagem de 2%/h e maior DE da FDN foi para SICAIS a 2 e 5%/h. As silagens tratadas com uréia ou *L. buchneri* associadas aos resíduos agroindustriais apresentaram melhor padrão de qualidade.

Palavras-chave: bovídeos, casca de soja, farinha de varredura de mandioca, *Lactobacillus buchneri*, uréia

Chemical composition, fermentation, *in vitro* digestibility and *in situ* degradability of sugar cane silages with different additives

Abstract- It aimed to evaluate sugarcane silage in relation to chemical composition, pH, total losses, aerobic stability, dry matter *in vitro* digestibility (IVDDM) and effective degradability (ED) in bovine and bubaline, with the following treatments (base in the DM): sugarcane silage control (SCS), SCS + urea 3.3% (SCSU), SCS + *Lactobacillus buchneri* (SCSI), SCSI + 3.3% urea (SCSIU), SCSI + soybean hulls 25.0% (SCSIS),

SCSI + cassava by-product meal 25.0% (SCSIC). The experimental design was a completely randomized with three replications and for DM and NDF ED a double 4x4 Latin squares with a 4 x 2 factorial arrangement. The sugarcane variety was the RB-855156 (precocious). The urea increased the protein level and reduced NDF, ADF and lignin fractions. The treatments SCSIC and SCSIS increased in DM levels ($P < 0.05$). A higher ($P < 0.05$) IVDDM was to SCSIU (52.2%), SCSIC (53.4%) and SCSIS (53.4%) in relation to SCS (40.2%) and SCSI (41.3%) treatments. The bovines presented higher IVDDM than bubalines ($P < 0.05$). The pH values varied from 3.1 to 4.0. The average total losses observed were 7.8%. The treatments SCSIC and SCSIS resulted in a larger aerobic stability with 61 and 81 hours, respectively in relation to the SCS (24h) and SCSU (33h) silages. A higher DM ED was to SCSIC and SCSIS at 2%/h passage rates and higher NDF ED was to SCSIS at 2 and 5%/h. The urea or *L. buchneri* treated plus agroindustrial residues presented the better quality pattern.

Key words: buffaloes, soybean hulls, cassava by-product meal, *Lactobacillus buchneri*, urea

Introdução

A pecuária nacional tem como maneira prática e econômica a utilização de pastagens na alimentação de bovinos. No período seco no qual a produção de forragens é insuficiente, qualitativa e quantitativamente, a cana-de-açúcar torna-se uma alternativa como suplemento volumoso (Fernandes et al., 2003). A cana-de-açúcar destaca-se entre as gramíneas forrageiras com alta produção (60 a 120 toneladas integral fresca/ha) e capacidade de manutenção do potencial energético durante o período seco (Thiago & Vieira, 2006).

A ensilagem da cana-de-açúcar resulta em facilidade organizacional e redução na necessidade diária de mão-de-obra devido à concentração de atividades, e a época do melhor valor nutritivo da forrageira (Pedroso, 2003; Nussio e Schmidt, 2004). Entretanto, a ensilagem da cana-de-açúcar leva a fermentação alcoólica devido aos altos teores de carboidratos solúveis, uma vez que o caminho de fermentação bioquímica pelas leveduras forma duas moléculas de etanol a partir de uma de glicose (McDonald et al., 1991).

O maior problema no processo de ensilagem da cana-de-açúcar é a deterioração aeróbia causada por fungos e leveduras. A suscetibilidade a espoliação é um fator muito

importante na determinação da qualidade e digestibilidade da silagem (Ashbell et al., 2002). A deterioração aeróbia das silagens não está somente associada com altas perdas de MS, mas também com o risco de produção de micotoxinas por fungos aeróbios (Jobim e Gonçalves, 2003).

A utilização de aditivos é imprescindível para inibir a proliferação de fungos e proteger a silagem sobre exposição ao ar. A bactéria ácido-lática heterofermentativa, *Lactobacillus buchneri*, tem sido estudada como aditivo, com bons resultados na estabilidade aeróbia e na conservação após abertura das silagens (Filya et al., 2006).

A cana-de-açúcar possui limitações do ponto de vista nutricional com baixos teores de proteína bruta, porém a adição de uréia na ensilagem pode mitigar essa deficiência nutritiva. De maneira não menos importante, a adição de fontes de carboidratos, como casca de soja e farinha de varredura de mandioca, pode reduzir a produção de efluentes e aumentar o valor nutritivo desta silagem.

Nesse contexto o objetivo no presente trabalho foi avaliar o efeito associativo de aditivos microbianos e nutricionais sobre a composição química, digestibilidade *in vitro* da MS, pH, estabilidade aeróbia e degradabilidade *in situ* da MS e FDN de silagens de cana-de-açúcar.

Material e métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

O corte e a ensilagem da cana-de-açúcar foram realizados nos dias 10 e 13 de junho de 2005. A cana-de-açúcar utilizada foi da variedade RB 855156 (precoce), colhida aos 11 meses, primeiro corte, com produção estimada de 94 toneladas/ha de massa verde, valor médio de 17,9° Brix, e fornecida pela COOPERVAL - Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí Ltda, do município de Jandaia do Sul – PR, e foi transportada para a FEI para a confecção das silagens.

Para avaliações de pH, perdas totais, estabilidade aeróbia e digestibilidade *in vitro* da MS com líquido ruminal de bovinos e de bubalinos, as silagens foram confeccionadas em silos laboratoriais de PVC (50 cm de altura e 20 cm de diâmetro) com fundo de madeira perfurado.

Para cada tratamento, relacionados a seguir, foram utilizados três silos como repetição:

- a) Silagem de cana-de-açúcar (SICA);
- b) Silagem de cana-de-açúcar mais adição de uréia (SICAU);
- c) Silagem de cana-de-açúcar mais adição de inoculante bacteriano (SICAI);
- d) Silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e uréia (SICAIU);
- e) Silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e farinha de varredura de mandioca (SICAIM);
- f) Silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e casca de soja (SICAIS);

Para avaliação da degradabilidade ruminal da MS e da FDN e para o ensaio de digestibilidade total e parcial realizados concomitantemente foram confeccionadas em silos tipo trincheira aproximadamente 7000 kg de SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU. A composição química dos resíduos agroindustriais (farinha de varredura de mandioca e casca de soja) e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS)¹

Table 1 – Chemical composition of feeds and additive silages produced in trench silos (% DM)¹

Variáveis	CA	FVM	CS	SICAI	SICAIM	SICAIS	SICAIU
<i>Variables</i>	<i>SC</i>	<i>COM</i>	<i>SH</i>	<i>SCSI</i>	<i>SCSIC</i>	<i>SCSIS</i>	<i>SCSIU</i>
MS (DM)	31,31	93,42	90,29	29,55	32,93	32,22	27,41
MO (OM)	96,86	99,12	95,73	95,16	95,56	95,65	94,67
PB (CP)	2,02	1,08	11,18	2,91	2,85	5,30	11,60
Cinzas (Ash)	3,14	0,88	4,27	4,84	4,44	4,54	5,33
FDN (NDF)	50,13	7,09	70,46	61,10	49,01	59,37	63,13
FDA (NDF)	31,4	4,11	55,41	42,43	32,63	42,64	40,49
LIG (LIG)	7,00	1,61	5,60	8,94	5,78	6,28	8,90
CNF (NFC)	-	-	-	31,77	41,90	30,36	22,89
CHOT (TC)	95,3	-	-	91,20	91,70	89,51	82,18
% NIDN (NDIN) ²	33,93	17,26	41,34	34,99	28,38	31,51	11,92
% NIDA (ADIN) ²	32,69	5,47	14,39	34,57	24,56	20,26	10,00
% Sílica (silica)	-	-	-	3,08	2,32	1,62	3,25

¹ CA= cana-de-açúcar, FVM= farinha de varredura de mandioca, CS= casca de soja, SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia; ²NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total)

¹ SC= sugar cane, CPM= cassava by-product meal, SH= soybean hulls, SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea; ² NDIN= neutral detergent insoluble nitrogen, ADIN= acid detergent insoluble nitrogen (% total N)

Os aditivos foram aplicados à cana-de-açúcar picada antes do enchimento dos silos com distribuição uniforme na massa a ser ensilada. O inoculante bacteriano contendo bactéria heterolática (*Lactobacillus buchneri*) foi aplicado na forma de solução aquosa, por meio de pulverizadores manuais utilizando água destilada, de acordo com a recomendação do fabricante, em quantidade suficiente para obtenção de $3,64 \times 10^5$ unidades formadora de colônia – UFC/g de matéria natural (MN).

A uréia (3,3% MS) foi utilizada na forma granulada contendo 45% de nitrogênio, com objetivo de melhorar o teor protéico da silagem. Foi aplicada manualmente e a granel sobre a forragem picada durante o enchimento dos silos.

A casca de soja (alto teor de fibra digestível e alto teor de pectina) e a farinha de varredura de mandioca (alto teor de amido) foram homogeneizadas à cana picada na proporção de 25,0% na MS.

A cana-de-açúcar sem despalhamento foi processada em uma picadora de forragens estacionária, regulada para corte com tamanho de partícula médio de 10 mm. Nos silos laboratoriais a ensilagem foi realizada, compactando-se, camadas de 5 a 10 cm de espessura de cana-de-açúcar picada, com estacas de madeira, para atingir o máximo de compactação. Aproximadamente 10 kg de forragem foram ensilados com densidade aproximada de 600 kg/m^3 . Após o enchimento, os silos foram fechados com lonas plásticas dupla, vedados com fita plástica auto-adesiva para impedir a entrada de ar, pesados e armazenados.

Nos silos tipo trincheira sem revestimento, o solo foi coberto de bagaço de cana-de-açúcar e as laterais com lonas plásticas. A aplicação dos aditivos foi realizada diretamente sobre a cana-de-açúcar picada, compactando-a com trator e após o enchimento do silo foi coberta com lonas plásticas protegidas com bagaço de cana-de-açúcar.

Para avaliar a digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das silagens confeccionadas em silos laboratoriais foram utilizados líquidos ruminais de um bubalino mestiço e de um bovino Holandês canulados no rúmen com peso corporal de 340 e 420 kg, respectivamente. Foram alimentados com volumoso SICAIM e concentrado a base de farelo de soja e milho moído na proporção de 50:50% de volumoso:concentrado.

Para avaliar a degradabilidade ruminal da MS e da FDN das silagens de cana-de-açúcar (SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU) foram utilizados quatro bovinos da raça Holandesa e quatro bubalinos mestiços, machos, castrados, com peso corporal médio de

492 ± 10 kg e 403 ± 49 kg, respectivamente e fistulados no rúmen. A ração utilizada foi composta por milho moído, farelo de soja, e as silagens de cana-de-açúcar na relação volumoso:concentrado de 60:40. As dietas foram balanceadas para serem isoprotéicas e isoenergéticas (12% de PB e 69% de NDT) fornecidos *ad libitum*. Os animais foram adaptados às dietas por período de 10 dias e permaneceram em baias individuais cobertas, com bebedouro e comedouro.

Após 110 dias os silos laboratoriais foram pesados e abertos para amostragem e a composição química das silagens pode ser observada na Tabela 2. Cada amostra de silagem foi composta por três subamostras retiradas da parte central de cada silo.

As amostras destinadas à determinação do pH foram colocadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer (-10°C) para posterior análise. As amostras das silagens foram descongeladas e o pH foi medido nos extratos logo após a extração do suco com prensa hidráulica, com uso de um potenciômetro digital.

Para avaliação das perdas totais, os silos laboratoriais foram pesados vazios, após o enchimento dos silos e ao final do período da ensilagem.

A estabilidade aeróbia das silagens (expressa em horas) foi avaliada pelo controle da temperatura das silagens expostas ao ar, segundo método adaptado de Kung Jr et al. (2000). As silagens de cada tratamento foram mantidas em local coberto. As temperaturas foram tomadas três vezes ao dia (09:00, 13:00 e 17:00 h) por meio de termômetro (Gulterm®) posicionado no centro geométrico da massa de forragem de cada silo. Considerou-se o início da deterioração quando a temperatura das silagens atingiu 2°C acima da temperatura ambiente.

A DIVMS das silagens de cana-de-açúcar foi determinada de acordo com a metodologia de Baumgardt et al. (1962) de um estágio.

O líquido ruminal coletado (2 litros) foi acondicionado em garrafa térmica, até a chegada ao laboratório onde foi filtrado com quatro camadas de gaze, e em seguida misturado à solução de saliva artificial e imediatamente utilizado. O pH foi monitorado durante todo o período que precedeu a incubação.

A saliva artificial foi preparada da seguinte forma: primeiro fez-se a solução tampão de McDougall (NaHCO₃, Na₂HPO₄ 7H₂O, KCl, NaCl, MgSO₄ 7H₂O, CaCl₂) e mais duas outras soluções, sendo uma de uréia (5,5 g/100 mL de H₂O destilada) e outra de glicose (5,5 g/100 mL H₂O destilada). Um dia antes da fermentação *in vitro*, foi adicionado a cada 300 mL da solução de McDougall, 5 mL da solução tampão de uréia e 5 mL da solução tampão de glicose permanecendo em estufa a 39°C até a sua

utilização.

A cada tubo de ensaio contendo 1 g de amostra pré-seca das silagens, foram adicionados 50 mL da mistura (25 mL de líquido ruminal e 25 mL de saliva artificial) e logo após foi acrescentado CO₂ sobre a superfície dos tubos e fechado imediatamente (rolhas de borracha equipadas com válvula de bünsen). Posteriormente foram incubados em banho-maria a 39°C com agitação constante durante 48 h. Após a fermentação foi adicionado 2 mL de H₂SO₄ 2N (1 mL + 1 mL), com o intuito de interromper a atividade microbiana e em seguida centrifugada a 2500 rpm por 15 min. Após a centrifugação foi retirado o sobrenadante e os tubos com os resíduos foram colocados na estufa, a 105°C, onde permaneceram por 24 h, sendo posteriormente colocados em um dessecador até esfriarem e depois pesados.

Além dos tubos de ensaio contendo as amostras de silagens (seis tratamentos) foram incubados, os controles (branco) e uma forragem índice com a finalidade de avaliar o efeito de qualquer interferência que possa ocorrer durante o período de incubação. Todas as amostras, brancos e forragem índice foram incubadas em triplicata. Foram realizadas 162 incubações referentes às amostras de silagens por espécie animal (6 tratamentos x 3 repetições (silo) x 3 dias de coleta do líquido ruminal x 3 tubos).

A determinação da DIVMS foi obtida pela seguinte fórmula:

$$DIVMS = 100 \times \frac{\text{g/MS na Amostra} - (\text{g/MS residual} - \text{g/MS do branco})}{\text{g/MS na Amostra}}$$

A degradabilidade da MS e da FDN foi estimada pela técnica *in situ* do saco de náilon. Aproximadamente 6 g de amostras secas ao ar (20 mg MS/cm²) foram colocadas em sacos de mono filamento de poliéster, lacrados pelo calor, fabricados em náilon (ANKON-BAR DIAMOND, INC., Parma Idaho - USA). As dimensões dos sacos foram de 10 cm x 20 cm, com diâmetro de poros de 53 µm, e, estes depois de pesados eram fechados e presos, em triplicata por amostra/horários a uma barra cilíndrica de aço inoxidável, com peso de 600 g; suspensa por um fio de náilon de 60 cm de comprimento, à fistula ruminal.

Os tempos de incubação empregados foram de zero, seis, 12, 18, 24, 48, 72, 96 e 144 horas. Os sacos contendo as amostras de SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU eram incubados nos animais em dois quadrados latinos (4 bovinos e 4 bubalinos) que recebiam o tratamento correspondente.

Após a remoção, os sacos foram lavados em água corrente e posteriormente em máquina de lavar, em cinco ciclos por 10 min. Os sacos com as amostras do tempo zero hora foram colocados em banho-maria a 39° C por 30 minutos e depois lavados.

Após serem lavados, os sacos foram submetidos à secagem em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas e depois moídos em moinhos de bola por 10 segundos no máximo. A porcentagem de desaparecimento da MS e da FDN, por tempo de incubação, foram calculadas pela proporção de alimento que restou nos sacos após incubação ruminal.

As degradabilidades da MS e FDN foram calculadas através da equação descrita por Mehrez e Orskov (1977) $p = a + b (1 - e^{-ct})$

Onde: p = taxa de degradação no tempo t ;

a = interceptor representando a porção prontamente solúvel no rúmen;

b = fração insolúvel, mas potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradabilidade da fração b ;

t = tempo de incubação

$a + b < 100$

Os parâmetros não-lineares a , b e c foram estimados pelos procedimentos iterativos de quadrados mínimos (iterative least-squares). A degradabilidade efetiva da MS e FDN no rúmen foi calculada através da equação descrita por Orskov e McDonald (1979): Degradabilidade efetiva = $a + (b c/c + k)$

Onde: k = taxa estimada da passagem dos sólidos no rúmen;

e demais parâmetros foram descritos na equação anterior.

A degradabilidade efetiva da MS e FDN foram estimadas para cada alimento, para as taxas de passagem de sólidos de 2%/h e 5%/h que são atribuídas, respectivamente, ao nível baixo e médio de ingestão alimentar (AFRC, 1993).

Os parâmetros a , b e c , e a degradabilidade efetiva da MS e FDN obtidas para cada alimento em função de cada tratamento foram comparados através de um teste de identidade de modelo.

As amostras utilizadas para as análises químicas e degradabilidade ruminal foram secas em estufa com ventilação forçada a 55°C por 72 h, moídas em moinho de faca com peneira de crivo de um e cinco mm, respectivamente e armazenados em potes plásticos.

Os teores de MS, MM, EE e PB foram determinados segundo AOAC (1980) citados em Silva e Queiroz (2002). As determinações da fibra em detergente neutro

(FDN), da fibra em detergente ácido (FDA), foram conduzidas de acordo com Van Soest et al. (1991), e dos resíduos provenientes da FDN e FDA o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de acordo com Licitra et al. (1996), a lignina de acordo com Van Soest e Wine (1968) e a sílica conforme Van Soest e Jones (1968). Para a quantização dos carboidratos totais (CHOT), utilizou-se a equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre os teores de CHOT e FDN_{PB} , em que FDN_{PB} constitui a parede vegetal isenta de proteína bruta (Sniffen et al., 1992). Os teores de FDN das amostras dos alimentos e resíduos dos sacos obtidos no ensaio de degradabilidade *in situ* foram analisados por meio do equipamento analisador de fibra Ankon®, utilizando-se sacos F57 (Ankon®).

O delineamento experimental utilizado na avaliação da composição química, DIVMS, pH, e perdas totais das silagens de cana-de-açúcar dos silos laboratoriais foi o inteiramente casualizado, com três repetições por tratamento (6 tratamentos). Para a degradabilidade *in situ* da MS e FDN foram utilizados dois quadrados latinos 4 x 4 e arranjo fatorial 4 x 2 (quatro dietas e duas espécies) sendo uma espécie em cada quadrado latino. As análises estatísticas das variáveis estudadas foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (SAEG) por meio de análise de variância (UFV, 1997), e as médias foram comparadas utilizando-se o teste Tuckey ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A composição química das silagens de cana-de-açúcar confeccionadas em silos laboratoriais pode ser observada na tabela 2.

A adição de uréia à silagem de cana-de-açúcar sem o inoculante bacteriano (SICAU) além de elevar o teor protéico do alimento volumoso, reduziram as perdas de MS e os teores de FDN, FDA, lignina e NIDA ($P < 0,05$), semelhantes aos resultados de Lima et al. (2002) que relataram que silagens de cana-de-açúcar tratadas com níveis entre 0,5 e 1,5% de uréia, propiciaram bom padrão de fermentação e melhor composição química, como teor mais elevado de MS e teores mais baixos de FDA e FDN, em comparação à silagem de cana exclusiva. O uso de uréia na ensilagem de cana-de-açúcar apresentou efeito de concentração de MS e solubilidade da hemicelulose.

Tabela 2 – Composição química das silagens de cana-de-açúcar (% MS) confeccionadas em silos laboratoriais

Table 2- Chemical composition of sugar cane silages (% dry matter) made in laboratorial silos

Alimentos ¹ Feeds ¹	MS (DM)	PB (CP)	FDN (NDF)	FDA (FDA)	LIG (LIG)	Cinzas (ASH)	NIDN ² (NDIN)	NIDA ² (ADIN)
SICA SCS	27,20c	2,33b	58,50a	36,47a	7,29a	4,51a	41,82a	34,61a
SICAU SCSU	31,44ab	9,59a	48,91c	30,96b	5,10bc	3,91ab	8,32b	5,22d
SICAI SCSI	28,12bc	2,92b	51,61bc	33,03b	6,67a	3,80ab	36,75a	30,20ab
SICAIU SCSIU	26,33c	10,17a	56,60ab	34,64ab	6,52ab	4,71a	16,12b	6,25d
SICAIM SCSIC	33,52a	1,87b	38,79d	23,73c	4,44c	3,35b	36,29a	27,81b
SICAIS SCSIS	32,28a	4,70b	54,57abc	39,16a	4,71c	4,72a	37,57a	17,95c
CV (%) ³ CV (%)	4,72	22,88	4,28	5,04	8,64	8,26	16,87	12,09

¹SICA= silagem de cana-de-açúcar, SICAU = SICA + uréia, SICAI = SICA + inoculante bacteriano, SICAIU= SICAI + uréia, SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca, SICAIS = SICAI + casca de soja. ²% N total. ³CV= coeficiente de variação. Médias seguidas por letras diferentes na coluna diferem pelo teste Tuckey (p<0,05).

¹Sugar cane silage (SCS), SCS + urea (SCSU), SCS + inoculate (SCSI), SCSI + urea (SCSIU), SCSI + cassava by product meal (SCSIC), SCSI + soybean hulls (SCSIS); ²% total N; ³coefficient variation. Means followed by different letters, within a column differ by Tukey test (P < 0.05)

Vários autores também observaram aumentos no teor de PB nas silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 0,5% de uréia na massa verde (MV) com variações de 7,4 a 9,4% de PB (Andrade et al., 2001; Pedroso et al., 2005; Schmidt, 2006).

No entanto, as adições do *L. buchneri* e uréia à ensilagem de cana-de-açúcar (SICAIU) reduziram o teor de MS e aumentaram (P<0,05) as frações de FDN e lignina comparadas à SICAU. O efeito associativo reduziu a qualidade da SICAU. Também, foram observadas em ensaio de digestibilidade in vivo reduções na digestibilidade total da MS e dos nutrientes para bovinos e bubalinos alimentados com SICAIU comparados a SICA, SICAIM e SICAIS (Artigo 2).

Variações nos teores da FDN e FDA foram verificadas entre as silagens de cana-de-açúcar em função dos aditivos empregados. A adição do inoculante bacteriano (SICAI) diminuiu os teores de FDN e FDA em relação a SICA, e a adição da farinha de varredura de mandioca (SICAIM) refletiu em menor teor de FDN (P<0,05) em relação a SICAI. Os menores valores de FDN e FDA para SICAIM são devido aos menores teores desses na farinha de varredura de mandioca (FVM). Porém quando a casca de soja foi adicionada os teores de FDN não diferiram da SICA e SICAI, isto provavelmente devido ao resíduo possuir na sua composição altos valores de FDN de 70,5% (Tabela 1). De acordo com Rotz e Muck (1994) ocorre variação nos níveis de FDN e FDA (% MS) em silagens, dependendo das perdas por respiração em relação à quantidade de parede celular hidrolisada, ou como consequência da perda de outros carboidratos não estruturais.

A menor concentração de lignina para a SICAIS em relação à SICAI, deve-se ao menor teor de lignina presente na casca de soja em relação à cana-de-açúcar (5,6% vs 7,0%) (Tabela 1).

Os valores de digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS), pH e perdas totais das silagens de cana-de-açúcar aditivadas ou não, são apresentados na Tabela 3. Não foi observada interação da dieta e espécie animal ($P>0,05$), porém houve efeito ($P<0,05$) para dietas e para espécies, para a DIVMS das silagens de cana-de-açúcar tratada com diferentes aditivos.

Tabela 3 – Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), pH e perdas totais (PT) das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos¹

Table 3- “*In vitro*” dry matter digestibility (IVDMD), pH and total losses (TL) of sugar cane silages with different additives¹

	Tratamentos ¹ (treatments)						
	SICA SCS	SICAU SCSU	SICAI SCSI	SICAIU SCSIU	SICAIM SCSIC	SICAIS SCSIS	CV(%) ² CV(%) ²
DIVMS% (IVDMD)%	40,2b	52,2a	41,3b	44,9ab	54,3a	53,4a	10,35
pH	3,3d	3,7b	3,1d	4,0a	3,2d	3,5c	2,02
PT % TL	8,1	7,4	7,6	8,4	7,9	7,1	15,15
Espécies (species)							
DIVMS% (IVDMD)%	Bovino (Bovine)			Bubalinos (Buffaloes)			
	56,1A			39,3B			

¹SICA= silagem de cana-de-açúcar, SICAU = SICA + 1% de uréia, SICAI = SICA + inoculante bacteriano, SICAIU= SICAI + uréia, SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca, SICAIS = SICAI + casca de soja; ² CV= coeficiente de variação. Letras minúsculas diferentes na mesma linha comparam médias entre as dietas experimentais e letras maiúsculas na mesma linha comparam médias entre as espécies

¹Sugar cane silage (SCS), sugar cane silage + urea (SCSU), sugar cane silage + inoculate (SCSI), SCSI + urea (SCSIU), SCSI + cassava by product meal (SCSIC), SCSI + soybean hulls (SCSIS); ²CV= coefficient variation. Different small letters in the same row compared means among experimental diets, and capital letters at same row compared means between specie

Não houve diferenças para a DIVMS ($P>0,05$), independente da espécie animal, para as silagens de cana-de-açúcar com resíduos agroindustriais (SICAIM e SICAIS), com adição de uréia (SICAIU) e com a silagem de cana-de-açúcar sem o inoculante bacteriano mais adição de uréia (SICAU). Entretanto, as SICAIM, SICAIS e SICAU diferiram e foram superiores ($P<0,05$) às silagens de cana-de-açúcar sem (SICA) ou com inoculante *L. Buchneri* (SICAI) que não diferiram da SICAIU. Entretanto, diferentes aos valores observados para a digestibilidade *in vitro* da SICAIU, em ensaio concomitante de digestibilidade *in vivo* observou maior valor de digestibilidade total da MS, independente da espécie animal, para SICAIS (61,2%), seguido da SICAI (55,8%) e SICAIM (55,4%) que foram superiores ($P<0,05$) a SICAIU (50,1%) (Artigo 2).

Os aumentos na *DIVMS* das SICAIM (54,3%) e SICAIS (53,4%) em relação à SICAI (41,3%) devem-se ao valor nutricional da casca de soja com baixo teor de lignina e FDN de alta digestibilidade ruminal (Zambom et al., 2001), e da farinha de varredura de mandioca, com alto teor de amido e baixos valores de FDN e FDA (Zeoula & Caldas Neto, 2001). Além do aumento nos teores de MS que reduzem as perdas de carboidratos solúveis durante o processo de fermentação, e da menor concentração de lignina (5,78; 6,28 e 8,94%, respectivamente).

Semelhantes a esses resultados, Freitas et al. (2006a) relataram para a silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio acrescido de resíduo de colheita de soja maiores valores de *DIVMS* de 70,5% em relação a não adição do resíduo de 58,7%. Todavia, a variedade de cana-de-açúcar de ciclo de produção intermediário (16 meses) utilizada por esses autores, e a desfolha realizada para retirada das folhas secas no momento de ensilar a cana-de-açúcar, influenciou no maior valor de *DIVMS* em relação aos valores observados no presente trabalho. Fernandes et al. (2003) avaliaram variedades de cana-de-açúcar com diferentes ciclos de produção (precoces e intermediárias), as precoces apresentaram maiores teores de FDN, FDA e lignina do que as intermediárias, uma vez que as primeiras atingem a maturidade mais cedo, culminando com o mais rápido desenvolvimento de estruturas de sustentação que são representadas pelos polissacarídeos da parede celular vegetal.

A adição de uréia na ensilagem aumentou o teor protéico da silagem de cana-de-açúcar sem e com inoculante e aumentou a *DIVMS*, porém não houve efeito associativo com a adição do inoculante bacteriano, uma vez que não houve diferenças ($P>0,05$) entre esses tratamentos, porém houve diferença numérica superior de 14% para SICAU. Uma das possibilidades da maior *DIVMS* é de que, durante a ensilagem, parte da proteína da planta tenha se transformado em nitrogênio não protéico, conforme descrito por Watson e Nacs (1960), ao que se somou o nitrogênio da uréia, propiciando um melhor aproveitamento ruminal da amônia, resultando em digestibilidade mais elevada. Da mesma forma, Lucci et al. (2003) avaliaram a cana-de-açúcar *in natura* ou ensilada adicionadas ou não com três níveis de uréia e verificaram que as concentrações de nitrogênio foram sempre mais altas na silagem que na cana fresca, para os mesmos níveis de adição de uréia.

Também, Schmidt (2006) relatou que a adição de uréia durante a ensilagem de cana-de-açúcar foi efetiva em aumentar a *DIVMS*, em relação à silagem sem uréia, o que associou ao menor teor de FDN decorrente da menor perda de MS e possível ação

hidrolítica do aditivo. Menor teor de FDN também foi observado para SICAU embora não para SICAIU, o que resultou na diferença numérica na DIVMS.

Os bovinos apresentaram maior ($P < 0,05$) DIVMS em relação aos bubalinos para todos os tratamentos (Tabela 3). Esses resultados podem estar relacionados às diferenças na flora e fauna ruminal dessas espécies. Segundo Franzolin & Franzolin (2000) os bubalinos apresentam maiores concentrações de bactérias fibrolíticas e ciliados ruminais da subfamília *Diplodiniinae* e *Epidinium* classificados como grandes protozoários com atividade celulolítica e hemicelulolítica que ficam aderidos às fases sólidas da digesta. Ainda, de acordo com Wanapat et al. (2000) e Franzolin & Franzolin, (2000), os bubalinos apresentam menor concentração de protozoários ciliados holotricos (correspondem a 25% da massa microbiana total) que fermentam carboidratos solúveis e proteína, estão presentes na fase líquida. Considerando o método *in vitro* empregado, é provável que ao utilizar somente a fase líquida do rúmen, com baixa concentração de microrganismos e, portanto, com atividade metabólica baixa (Czerkawski, 1986) resultaram numa subestimativa da DIVMS, principalmente para os bubalinos.

Os resultados observados para os bubalinos provavelmente foram subestimados pelo método *in vitro* empregado, uma vez que ao avaliar as silagens de cana-de-açúcar inoculada com *L. buchneri*, mais os resíduos agroindustriais (farinha de varredura de mandioca e casca de soja) e uréia, em dietas com relação 60:40% de volumoso: concentrado não foi observado diferença nos coeficientes de digestibilidade da MS entre bovinos e bubalinos alimentados com as dietas experimentais, em ensaios de digestibilidade *in vivo* (Artigo 2). A digestibilidade total da MS para os bubalinos foi de 55,8% em ensaio *in vivo* e 39,3% para o ensaio *in vitro*. Pode-se inferir que há necessidade de correção de aproximadamente 30% sobre a digestibilidade *in vitro* da MS, para a espécie bubalina, quando alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar.

Os valores médios de pH das silagens de cana-de-açúcar aditivadas apresentaram-se baixos e variaram de 3,1 a 4,0 (Tabela 3). Pode-se observar que os menores valores de pH ($P < 0,05$) foram para SICAI e SICAIM que não diferiram da silagem sem aditivo (SICA), seguidas da silagem SICAIS. O maior valor de pH ($P < 0,05$) foi para SICAIU seguida da SICAU, o que era esperado já que a uréia possui poder tamponante. O maior valor de pH observado para SICAIU pode ter refletido nas maiores perdas de MS (Tabela 2) em relação a SICAU. O efeito associativo do inoculante bacteriano reduziu a ação da uréia considerada de ação antimicrobiana com inibição do desenvolvimento de

microrganismos.

Siqueira (2005) avaliou o pH de silagens de cana-de-açúcar aditivadas ou não de uréia e observou valores médios próximos ao presente experimento com variação entre 3,17 a 3,70. A maioria dos trabalhos verificados na literatura em silagens aditivadas ou não apresentaram pH variando entre 3,12 a 3,96 (Andrade et al., 2001; Freitas et al., 2006a,b). Exceto para silagens de cana-de-açúcar inoculadas com NaOH que apresentam valores de pH entre 4,3 e 5,8 (Pedroso, 2003 ; Siqueira, 2005).

Embora o crescimento de leveduras não seja inibido com pH variando entre 3,5 e 6,5 e algumas espécies são capazes de sobreviver em pH inferior a 2,0 (McDonald et al., 1991), de acordo com Jobim & Gonçalves (2003) um rápido declínio do pH (ao redor de 4,0), após a fermentação é importante para assegurar o não crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* e enterobactérias. No entanto, um pH final baixo não é uma garantia de que a atividade dos clostrídeos foi evitada e que a proteólise foi minimizada. Em silagens de cana-de-açúcar um rápido declínio do pH é obtido, como observado por Pedroso et al. (2005), com valores inferiores a 4,0 no terceiro dia de ensilagem.

As perdas totais (respiração da planta, fermentação, gases e efluentes) das silagens não diferiram ($P>0,05$) com os aditivos utilizados e apresentaram média de 7,8%. Rotz & Muck (1994), em um modelo de simulação de perdas durante a ensilagem, previram perdas totais de 17,7% da MS, para silagens onde houve produção de efluentes. Essas perdas por efluentes e gases são de menor importância, se considerar todo o processo de confecção e utilização da silagem, e as maiores perdas são as relacionadas ao valor nutritivo da forragem.

A adição do inoculante *L. Buchneri* à silagem de cana-de-açúcar (SICAI) aumentou a estabilidade aeróbia em 24 horas em relação à SICA (Figura 1a) (57 vs 33 horas, respectivamente). Sendo considerada como estabilidade aeróbia a elevação da temperatura da massa de silagem em 2°C em relação à temperatura ambiente, a qual apresentou média de 18,4°C e variação entre 14 e 23°C (Figura 1b). O aquecimento da massa ensilada, de acordo com Rotz & Muck (1994), é devido à ação de leveduras e bactérias ácido-acéticas (microrganismos aeróbios) que consomem somente componentes solúveis como açúcares e produtos da fermentação, elevando potencialmente a temperatura das silagens.

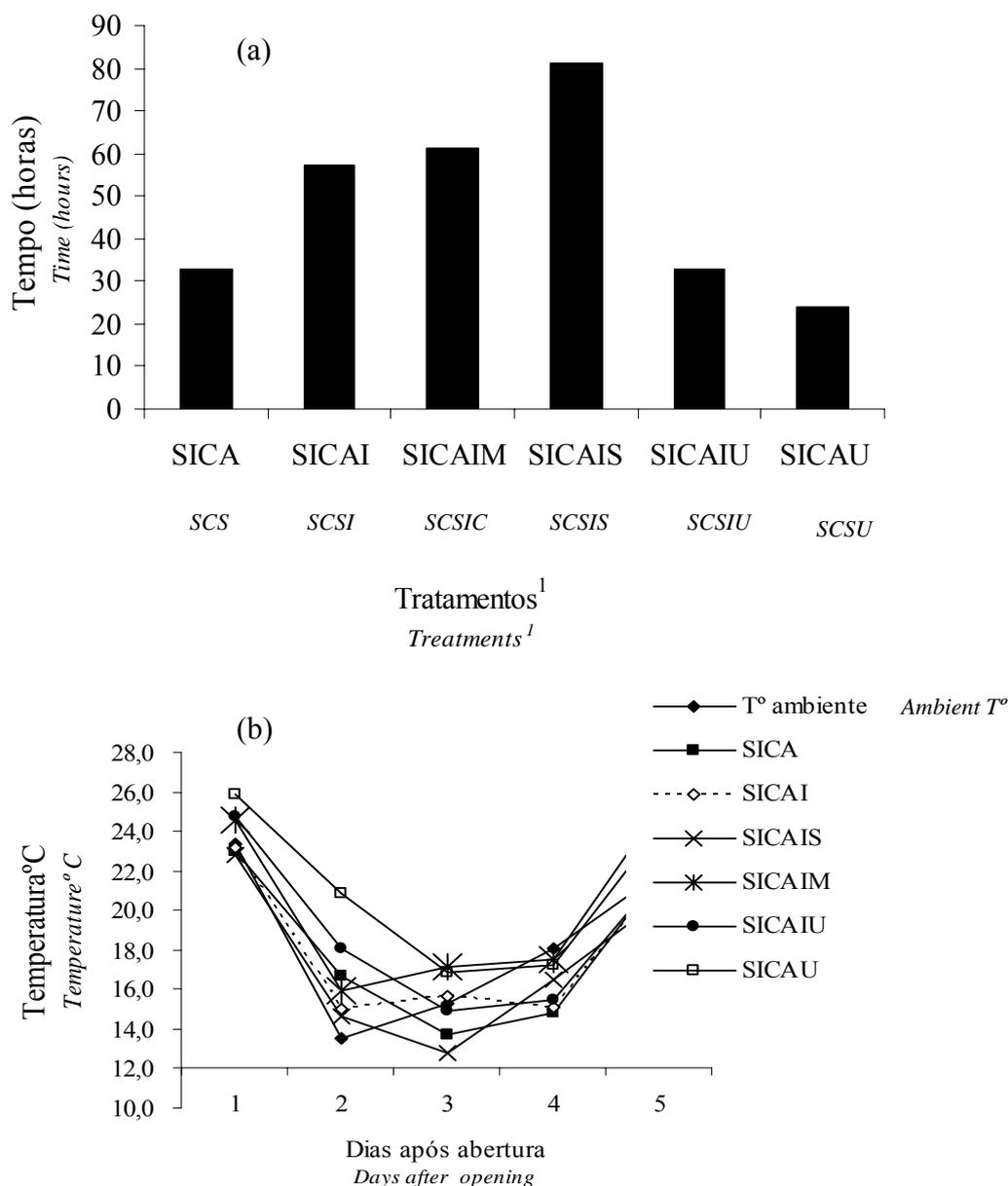


Figura 1. Estabilidade aeróbia (horas) (a) e temperaturas do ambiente e das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em função dos dias após a abertura (b); SICA= silagem de cana-de-açúcar, SICAU = SICA + uréia, SICAI = SICA + inoculante bacteriano, SICAIU= SICAI + uréia, SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca, SICAIS = SICAI + casca de soja

Figure 1. Aerobic stability (hours) (a) and ambient and silage temperatures of sugar cane with different additives in function of days after opening (b); Sugar cane silage (SCS), sugar cane silage + urea (SCSU), sugar cane silage + inoculate (SCSI), SCSI+ urea (SCSIU), SCSI + cassava by product meal (SCSIC), SCSI + soybean hulls (SCSIS)

Recentes estudos têm mostrado que o uso de *L. buchneri* nas silagens aumenta a estabilidade aeróbia por reduzir o crescimento e sobrevivência de leveduras durante a fase de conservação anaeróbia e depois em aerobiose (Driehuis et al., 2001; Pedroso, 2003; Schmidt, 2006). No presente estudo a SICAI confirmou o efeito do *L. buchneri*

em aumentar a estabilidade aeróbia quando comparada a SICA. Contudo, Pedroso (2003) observou para a silagem controle de cana-de-açúcar estabilidade aeróbia de 65 horas, o que considerou relativamente elevada. Valores próximos do presente trabalho foram observados por Siqueira (2005) para silagens de cana-de-açúcar (32 horas) e com *L. Buchneri* (60 horas). Para silagens de milho, têm sido relatados valores como 43 e 792 horas de estabilidade (Driehuis et al., 1999) e 27 e 912 horas (Ranjit & Kung Jr., 2000), para silagens controle e com *L. buchneri* (1×10^6 UFC/g MV), respectivamente.

Resultados obtidos por Filya (2003) indicaram que a inoculação com *L. buchneri* ou em combinação com bactéria ácido láctica homofermentativa melhorou a estabilidade aeróbia de silagens de trigo, sorgo e milho. Os autores explicam que o aumento da estabilidade aeróbia em silagens inoculadas com *L. buchneri* prejudica a atividade das leveduras, e que essas silagens possuem níveis significativamente maiores de ácido acético.

O uso de uréia na ensilagem de cana-de-açúcar (SICAU) reduziu 27% a estabilidade aeróbia em relação à SICA, e inibiu o efeito do *L. buchneri*, como observado na SICAIU que apresentou a mesma estabilidade que a SICA, de 33 horas. Pedroso (2003) observou que a estabilidade aeróbia em silagens de cana-de-açúcar aditivadas com 1,0% de uréia não diferiu em relação à silagem controle. Porém, com 1,5% de uréia houve aumento de 11% na estabilidade aeróbia.

No presente experimento a uréia não reduziu a população de leveduras. Outros fatores também podem afetar a estabilidade aeróbia, e de acordo com McDonald et al. (1991) seriam a variação nos teores de MS e dos carboidratos solúveis residuais e das concentrações dos ácidos acético e butírico nas silagens. Ainda, a estabilidade aeróbia diminui quanto mais nutritiva for a silagem, como observado para SICAU com menor estabilidade aeróbia e maiores DIVMS e teores protéicos em relação à SICA.

O efeito associativo do *L. buchneri* com resíduos agroindustriais (SICAIM e SICAIIS) aumentou a estabilidade aeróbia em quatro e 24 pontos percentuais respectivamente, em relação à SICAI. Da mesma forma, Schmidt (2006) avaliou doses de bactéria heterolática *L. buchneri* sobre a estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar com e sem a adição de ingredientes concentrados às silagens e observou que o aumento de MS com adição de concentrado elevou substancialmente a estabilidade aeróbia de 14,4 para 96,0 horas (5×10^4 UFC/g MV) e 55,2 para 79,2 horas (1×10^5 UFC/g MV). É provável que a redução na atividade água, devido à elevação do teor de

MS, inibiu o crescimento microbiano (McDonald et al., 1991).

Houve interação espécie animal e tratamento ($P < 0,05$) para as taxas de degradação da fração *b* (c) da MS e para a fração insolúvel potencialmente degradável *b* da FDN (Tabela 4). Para os bovinos a taxa de degradação da SICAIM foi 48,1% mais lenta que a SICAI, e as SICAIS e SICAIU apresentaram valores intermediários e não diferiram das demais. Para os bubalinos, a maior taxa de degradação da fração *b* (c) foi para a SICAIS e SICAIM em relação à SICAI e SICAIU. A adição de FVM e casca de soja (resíduos de alta digestão) aumentaram a taxa de degradação do volumoso em bubalinos, porém para os bovinos isso não foi observado.

Em relação às espécies, obtiveram-se maiores valores de taxas de degradação da fração *b* (c) da MS da SICAIM e SICAIS ($P < 0,05$) para os bubalinos em relação aos bovinos, o que reduziu o tempo de degradação da fração *b* em 56,3% e 29,4%, respectivamente. Bhatia et al. (1995) relataram maior taxa de degradação da fração *b* para os bubalinos (0,0373/h) em relação aos bovinos (0,0254/h) para dez alimentos de variável valor nutritivo (2,0 a 16,0% de proteína bruta). Ichinohe et al. (2004) também observaram maiores valores ($P < 0,05$) para bubalinos (0,037/h) em relação a bovinos (0,026/h) para taxa de degradação da MS para silagem de milho.

Tabela 4- Taxa de degradação da fração *b* (c) da MS e fração insolúvel potencialmente degradável *b* da FDN de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em bovinos e bubalinos

Table 4- Degradation rate of *b* fraction (c) of DM and potentially degradable insoluble fractions (b) of NDF of sugar-cane silages with different additives in bovine and buffaloes

Tratamentos ¹		SICAI	SICAIM	SICAIS	SICAIU	CV %
Treatments ¹		SCSI	SCSIC	SCSIS	SCSIU	CV %
Espécies Species		Taxa de degradação da fração <i>b</i> (c)				
		Degradation rate of <i>b</i> fraction (c)				
MS	Bovinos Bovine	0,027A	0,014Bb	0,024ABb	0,023AB	22,22
DM	Bubalinos Buffaloes	0,020C	0,032Aa	0,034Aa	0,022BC	
		Fração <i>b</i> Fractions <i>b</i>				
FDN	Bovinos Bovine	42,84B	44,23B	64,12Aa	46,53B	4,93
NDF	Bubalinos Buffaloes	41,46C	43,77BC	57,82Ab	48,47B	

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais, e letras minúsculas comparam médias nas colunas entre as espécies. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$) ¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia. CV= coeficiente de variação

Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a column among species. Means followed by different letters differ by Tukey test ($P < 0,05$). ¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea. CV= coefficient of variation.

Ainda, Franzolin & Dehority (1999) observaram maiores taxa de degradação da

fração *b* (*c*) de alimentos volumosos para bubalinos em relação aos bovinos para a MS 0,049/h vs 0,038/h e FDA 0,052/h vs 0,042/h, respectivamente. Os autores concluem que a população microbiana ruminal do bubalino parece ser mais eficiente na colonização das células vegetais, e a possibilidade de degradar mais rapidamente as frações do alimento. Porém, no presente trabalho observou-se maior taxa de degradação da fração *b* para bubalinos somente para SICAIM e SICAIS em relação aos bovinos, as SICAI e SICAIU foram semelhantes.

A fração insolúvel e potencialmente degradável *b* da FDN da SICAIS para os bovinos foi superior ($P < 0,05$) às demais silagens e estas não diferiram entre si. Também para os bubalinos a fração *b* da SICAIS foi superior a SICAI e SICAIU que não diferiram de SICAIM. A superioridade da silagem de cana-de-açúcar com adição da casca de soja está relacionada a sua composição da fração da parede celular que apresenta alta digestibilidade (Van Soest, 1994). Franzolin & Franzolin (2000) não observaram diferença para a fração *b* da FDN entre bovinos e bubalinos alimentados com cana-de-açúcar *in natura* e observaram médias de 54,48%. Os valores da fração insolúvel potencialmente degradável *b* da FDN das SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU foram inferiores aos observados por Silveira et al. (2002) para silagem de cana-de-açúcar com polpa cítrica (70,86%) e silagens de milho (72,63%).

Na Tabela 5 estão demonstradas as frações *a* e *b*, DP e DE das silagens de cana-de-açúcar em função das dietas experimentais e da espécie animal.

A maior fração solúvel *a* da MS, independente das espécies, foi para a SICAIM ($P < 0,05$) em relação às SICAI, SICAIS e SICAIU que não diferiram entre si. O menor teor de FDN e conseqüentemente maior teor de carboidratos não fibrosos (Tabela 1) presente na SICAIM e possivelmente menor produção de efluentes, e menor perda de compostos solúveis para essa dieta refletiram nessa maior fração.

Maiores valores da fração *a* da MS são observados para cana-de-açúcar fresca em relação à silagens de cana-de-açúcar (Fernandes et al., 2003), isso ocorre pelo processo fermentativo durante a ensilagem com perda dos carboidratos solúveis, embora sem representar necessariamente perdas de MS, parte é convertida a ácidos orgânicos (Schmidt, 2006).

A SICAIS apresentou maior ($P < 0,05$) fração com potencial de degradação *b* da MS em relação aos demais tratamentos que não diferiram entre si. Em ensaio de degradação *in situ* da MS de silagem de cana-de-açúcar com polpa cítrica, Silveira et al. (2002) observaram valores próximos ao presente trabalho para fração *b* de 40,83%.

Os aumentos nos teores de MS propiciado pelos resíduos agroindustriais resultaram em maiores DP e DE da MS (2%/h) das SICAIM e SICAIS em relação a SICAI e SICAIU. Para a taxa de passagem de sólidos (5 %/h) foi observado maior DE da MS ($P<0,05$) para SICAIM, seguida pela SICAIS e menores valores pra SICAI e SICAIU. Os menores teores de FDN e FDA da SICAIM (Tabela 1) e o maior teor de CNF propiciado pelo teor de amido (82,4%) presente na FVM (Zeoula & Caldas Neto, 2001) podem ter contribuído para esses resultados. Esses resultados estão próximos aos observados na DIVMS para SICAIM (54,3%) que foi superior à SICAI (41,3%).

Tabela 5- Frações solúvel *a* e insolúvel potencialmente degradável *b*, taxa de degradação da fração *b* (*c*), degradabilidade potencial (DP) e degradabilidade efetiva (DE) da MS e FDN de silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos para as taxas de passagem de 2 e 5 %/h em bovinos e bubalinos

Table 5- Soluble (*a*) and potentially degradable insoluble fractions (*b*), degradation rate of *b* fraction (*c*), potential degradability (PD) and effective degradability (ED) of DM of sugar-cane silages with different additives at passage rates of 2%/h e 5%/h in bovine and buffaloes

Variáveis Variable	Alimentos ¹ Feeds ¹				Bubalinos s Buffaloes	Bovinos Bovine	CV(%) ² CV (%) ²
	SICAI SCSI	SICAIM SCSC	SICAIS SCSS	SICAIU SCSU			
% MS %DM							
a	35,42B	44,71A	32,40B	34,16B	35,38b	37,96a	6,80
b	30,42B	28,96B	46,07A	29,95B	34,26	33,44	8,72
DP% PD%	65,84	73,67	78,47	64,10	69,64	71,40	3,35
DE ED (2%/h)	51,51B	59,76A	59,25A	50,03B	54,94	55,33	4,45
DE ED (5%/h)	44,97C	53,73A	49,04B	43,49C	47,44	48,18	5,45
% FDN %NDF							
c	0,020A B	0,019B	0,027A	0,023AB	0,024	0,021	21,31
DP% PD%	50,68	53,26	69,47	55,72	56,40	58,16	4,59
DE ED (2%/h)	29,47B	30,44B	42,95A	32,84B	34,26	33,59	9,25
DE ED (5%/h)	20,53B	21,30B	29,44A	22,68B	23,82	23,16	13,10

¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia. CV= coeficiente de variação. Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais, e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$)

¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSC= SCSI + cassava by product meal, SCSS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea. ²CV= coefficient variation. Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a row among species. Means followed by different letters differ by Tukey test ($P<0.05$)

Dessa forma, em ambos os ensaios (*in situ* e *in vitro*) as silagens SICAI e SICAIU que apresentaram maiores teores de lignina e sílica (Tabela 3) foram as que apresentaram menores valores de digestibilidade da MS. Em estudo *in vivo* de digestibilidade parcial e total, verificou-se maior digestibilidade total da MS para SICAIS em relação às demais dietas, e para a digestibilidade ruminal da MS (% do

ingerido) não foi observado diferença entre as dietas (Artigo 2). A explicação para essa diferença entre os ensaios de digestibilidade está no nível de ingestão e na taxa de passagem pelo trato digestivo do animal que tem influência somente no ensaio *in vivo*.

A adição de uréia não propiciou diferenças na DE da MS entre SICAI e SICAIU, como observado entre as diferentes taxas de passagem. Para 5%/h, os valores observados para DE da MS foram de 43,49% vs 44,97% para SICAI e SICAIU, esses resultados são próximos aos observados por Schmidt (2006) de 44,3% vs 49,2% para silagem de cana-de-açúcar tratada com *Lactobacillus buchneri* e para a silagem de cana-de-açúcar acrescida de 0,5% de uréia na MV, que também não diferiram entre si.

Não foi observado interação espécie e tratamento ($P > 0,05$) nem efeito das espécies para taxa de degradação da fração *b* (c) e degradabilidade efetiva a 2 e 5%/h da FDN. Porém, foi observada diferença entre as dietas ($P < 0,05$) para taxa de degradação da fração *b* (c) sendo a degradação da SICAIM mais lenta em relação à SICAIS em 30,6%, valores intermediários foram observados para SICAI e SICAIU que não diferiu dos demais (Tabela 5). A adição da casca de soja aumentou e da FVM reduziu a taxa de degradação da FDN, provavelmente os carboidratos presentes nesses resíduos interferiram nesses resultados. A casca de soja possui alto teor de FDN digestível (alto teor de pectina), e sua fermentação no rúmen não produz ácido lático (Hatfield e Wiemer, 1995 citados por Nussio et al., 2006), facilitando a manutenção do pH ruminal o que pode propiciar um ambiente mais favorável aos microrganismos celulolíticos. Por outro lado, a FVM com alto teor de amido de alta e rápida degradação ruminal (Zeoula & Caldas Neto, 2001) pode reduzir o pH ruminal prejudicial à degradação da fibra.

Maiores DP e DE (2 e 5 %/h) da FDN foram observados para SICAIS em relação às SICAI, SICAIM e SICAIU. A DP da FDN para SICAIS (69,47%) foi próxima ao valor observado por Franzolin & Franzolin (2000) de 70,3% para cana-de-açúcar fresca, e por Silveira et al. (2002) de 70,86% para silagens de cana-de-açúcar ensilada com polpa cítrica peletizada. A ensilagem com resíduos ricos em pectina, como a polpa cítrica e casca de soja, proporcionaram a mesma degradação da cana-de-açúcar *in natura*, devido ao valor nutricional da pectina que é completamente fermentada no rúmen (Van Soest, 1994).

Para a menor taxa de passagem de sólidos, a 2%/h, a DE da FDN da SICAIS (42,96) foi superior as demais que não diferiram entre si, e concorda em parte com o comportamento da digestibilidade ruminal da FDN (% do ingerido) para SICAIS de 41,3% que foi superior ($P < 0,05$) a SICAI (30,1%) e menores valores foram verificados

para SICAIM (20,7%) e SICAIU (22,0%) (Artigo 2).

Conclusões

A adição do *Lactobacillus Buchneri* aumenta a estabilidade aeróbia e a adição de uréia aumenta a digestibilidade *in vitro* da MS da silagem de cana-de-açúcar. A associação do *L. Buchneri* com resíduos agroindustriais, casca de soja e farinha de varredura de mandioca, em silagens de cana-de-açúcar aumenta a degradação ruminal da MS e da fibra do volumoso em bovinos e bubalinos.

Literatura Citada

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). 1993. **Energy and protein requirement of ruminants**. Wallingford, UK. CAB international. 159p.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr, E. BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- ASHBELL, G., WEINBERG, Z.G., HEN, Y. et al. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal of Industrial Microbiology & Biotechnology**, v.28, n.5, p.261–263, 2002.
- BAUMGARDT, B.R.; TAYLOR, M.W.; CASON, J.L. Evaluation of forages in the laboratory. II. Simplified artificial rumen procedure for obtaining repeatable estimates of forage nutritive value. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.45, n.1, p.62-68, 1962.
- BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C.; PRADHAN, K. et al. Ruminal degradation of fibrous components of various feeds in cattle and buffalo. *Indian Journal of animal Sciences*, v.65 n.2, p. 208-212, 1995.
- CZERKAWSKI, J. W. **An introduction to rumen studies**. 1ª Ed. Great Britain:A. Wheaton & Co. Ltd, Exeter. 1986. 236 p.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Anaerobic lactate degradation in maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri* inhibits yeast growth and improves aerobic stability. **Journal of Applied Microbiology**, v.87, n.4, p.583-594, 1999.
- DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; VAN WILKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, n.4, p.330-343, 2001.
- FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Composição químico-bromatológica de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.977-985, 2003.
- FILYA, I. The effect of *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria, on the fermentation, aerobic stability, and ruminal degradability

- of wheat, sorghum, and maize silages. **Journal of Applied Microbiology**, v. 95, n.5, p.1080–1086, 2003.
- FILYA, I.; SUCU, E.; KARABULUT, A. The effect of *Lactobacillus buchneri* on the fermentation, aerobic stability and ruminal degradability of maize silage. **Journal of Applied Microbiology**. Vol.101, n.3, p.1216-1223, 2006.
- FRANZOLIN, R.; DEHORITY, B.A. Comparison of protozoal population and digestion rates between water buffalo and cattle fed an all forage diet. **Journal of Applied Animal Research**, v.16, n. 1, p.33-46,1999.
- FRANZOLIN, R.; FRANZOLIN, M.H.T. Efeitos de dietas com polpa cítrica em substituição ao milho em grão no concentrado sobre a degradabilidade e a fauna ruminal em bubalinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2109-2118, 2000.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006a.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C. et al. Características da silagem de cana-de-açúcar tratada com inoculante bacteriano e hidróxido de sódio e acrescida de resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.48-59, 2006b.
- ICHINOHE, T.; ORDEN, E.A.; DEL BARRIO, A.N. et al. Comparison of voluntary feed intake, rumen passage and degradation kinetics between crossbred Brahman cattle (*Bos indicus*) and swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) fed a fattening diet based on corn silage. **Animal Science Journal**. v.75, n.6, p.533-540, 2004.
- JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; MOREIRA, A.L. (Ed.). **Volumosos na Produção de Ruminantes: Valor Alimentício de Forragens**. Jaboticabal: Editora Funep, 2003, p.1-26.
- KUNG Jr, L. ; ROBINSON, J.R.; RANJIT, N.K. et al. Microbial populations, fermentation end-products, and aerobic stability of corn silage treated with ammonia or a propionic acid-based preservative. **Journal of Dairy Science**, v. 83,n.3, p. 1479-1486, 2000.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LIMA, J.A.; EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; et al. Silagem de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) enriquecida com uréia ou farelo de soja (compact disc). In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM. Forragicultura.
- LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) *in natura* ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente¹. **Boletim da Indústria Animal**. v.60, n.1, p.47-53, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Merlow: Chalcomb publications, 1991. 340p.

- MEHREZ, A. Z.; ORSKOV, E. R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agricultural Science**, v.88, n.3, p.645-650, 1977.
- NUSSIO, L. G.; SCHMIDT, P. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas, 2, Maringá, 2004. **Anais...Maringá:2004**. p.01-33.
- NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; LIMA, M.L.M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, p. 183-228.
- ORSKOV, E.R.; MCDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agricultural Science**, v.92, n.2, p.499-503, 1979.
- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** 2003. 140p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v.62, n.5, p.427-432, 2005.
- RANJIT, N.K. KUNG Jr, L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *lactobacillus plantarum*, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v.83, n.3, p.526-535, 2000.
- ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.828-868.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3^a ed., Viçosa, MG: UFV. 2002. 235p.
- SIQUEIRA, G.R. **Cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.) ensilada com aditivos químicos e microbianos**. 2005. 92p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Jaboticabal, 2005.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- THIAGO, L.R.L.S.; VIEIRA, J.M. Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca. Disponível em: <http://www.cnpqc.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>. Acesso em: 29 ago. 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1**. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário). 1997.

- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; JONES, L. H. P. Effect of silica in forage upon digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 10, p.1644-48, 1968.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. **Journal of Association Official Analise Chemistry**, v.51, n.4, 1968.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- WANAPAT, M.; NGARMSANG, A.; KORKHUNTOT, S. et al. A comparative study on the rumen microbial population of cattle and swamp buffalo raised under traditional village conditions in the northeast of Thailand. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, v.13, n.7, p.918-921, 2000.
- WATSON, S. J.; NACS, M. J. **The conservation of grass and forage crops**. London: Oliver and Boyd, 1960. 395 p.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2001, Lavras, MG. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.249-284.

IV - Consumo e digestibilidade total e parcial de dietas com silagens de cana-de-açúcar com aditivos em bovinos e bubalinos

Resumo - Avaliou-se o consumo e as digestibilidade total (DT), ruminal (DR) e intestinal (DI) da matéria seca (MS) e nutrientes, em bovinos e bubalinos, alimentados com silagens de cana-de-açúcar tratada com o aditivo microbiano *Lactobacillus buchneri* (SICAI), mais a adição de 25,0% de farinha de varredura de mandioca (SICAIM), de 25,0% de casca de soja (SICAIS) e de 3,3% de uréia (SICAIU), na matéria natural. A relação volumoso:concentrado foi de 60:40%. O peso corporal (PC) médio dos bubalinos foi de 403 ± 49 kg e dos bovinos de 492 ± 10 kg. Os fluxos fecal e omasal foram estimados pelo óxido de cromo. O delineamento experimental foi com dois quadrados latinos 4x4 e arranjo fatorial 4x2. O consumo médio de MS foi de 1,5% do PC sem diferença entre espécie, e não houve diferença no consumo de MS e PB para as dietas SICAI, SICAIM e SICAIS, porém menor consumo de MS ($P < 0,05$) foi verificado para a SICAIU (1,3% do PC). A adição de casca de soja à silagem de cana-de-açúcar (SICAIS) propiciou aumentos ($P < 0,05$) nas DT da MS, da matéria orgânica (MO), dos carboidratos totais (CHOT), da FDN e da FDA e a adição de uréia à silagem (SICAIU) reduziu ($P < 0,05$) as DT da MS, da MO, dos CHOT e dos carboidratos não fibrosos (CNF) em relação às demais dietas, independente da espécie. A adição da uréia (SICAIU) e da farinha de varredura de mandioca (SICAIM) reduziu a DT da FDN e da FDA quando fornecida a bovinos e não houve diferença para essas variáveis quando fornecidas aos bubalinos. Maior DR dos CNF para as dietas SICAI, SICAIS e SICAIU ($P < 0,05$) foi verificado para os bovinos em relação aos bubalinos, os quais apresentaram maior DI dos CNF para as dietas SICAI e SICAIU ($P < 0,05$) que os bovinos, e nenhuma diferença para as dietas SICAIM e SICAIS.

Palavras-chave: bovídeos, cana-de-açúcar, casca de soja, *Lactobacillus buchneri*, resíduo de mandioca, uréia

Total and partial digestibility and intake of additivated sugar cane silages in bovine and bubaline

Abstract- It was evaluated the intake and total (TD), ruminal (RD) and intestinal (ID) digestibility of dry matter (DM) and nutrients, in bovine and buffaloes, fed with sugar cane silages treated with microbial additive *Lactobacillus buchneri* (SCSI), plus addition of

cassava by-product meal 25.0% (SCSIC), soybean hulls 25.0% (SCSIS) and urea 3.3% (SCSIU), in natural matter. The ratio roughage: concentrate was 60:40%. The average body weight (BW) of buffaloes was 403 ± 49 kg and for bovine of 492 ± 10 kg. Chromium oxide was used as omasal and fecal flow marker. The experimental design was two 4x4 Latin squares with a 4x2 factorial arrangement. The DM intake was 1.5% of BW, without any species significance, and any difference in DM intake and CP for SCSI, SCSIC and SCSIS diets, however, lower intake ($P < 0.05$) was verified to the SCSIU (1.3% of the PC). The soybean hulls addition in sugar cane silages (SCSIS) increased ($P < 0.05$) TD of DM, organic matter (OM), total carbohydrates (TC), NDF and ADF while urea addition reduced ($P < 0.05$) the DM, OM, TC and no fiber carbohydrates (NFC) TD in relation to the other diets, in both species. The urea (SCSIU) and cassava by-product meal (SCSIC) addition reduced NDF and ADF TD in bovines and had no difference in bubalines. A higher RD of NFC in SCSI, SCSIS and SCSIU diets ($P < 0.05$) was verified for bovine than bubaline, which presented higher ID of NFC for SCSI and SCSIU diets ($P < 0.05$) than bovine, and no difference for SCSIC and SCSIS diets was found.

Key words: bovideos, cassava by-product meal, *Lactobacillus buchneri*, soybean hulls, urea

Introdução

A utilização da cana-de-açúcar é uma opção interessante para alimentação animal, devido ao seu potencial de produção de massa verde (60 a 120 t/ha) e baixo custo de produção por tonelada de MS, em época de escassez de forragem nas pastagens, além da manutenção do valor energético por até seis meses após a maturação (Silva, 1993). Tradicionalmente é fornecida *in natura* na alimentação animal, mas a sua conservação na forma de silagem vem se destacando nos últimos anos, em face das vantagens em logística e operacionalidade que este volumoso ensilado oferece (Nussio e Schmidt, 2004).

A ensilagem da cana-de-açúcar permite a colheita de grandes áreas num curto espaço de tempo, na época em que a forrageira apresenta seu melhor valor nutritivo, o que coincide com o período mais propício aos trabalhos no campo, ou seja, durante o período seco do ano.

Entretanto, a cana-de-açúcar possui algumas limitações nutricionais como baixos

teores de proteína e minerais, principalmente fósforo, e altos teores de açúcar que quando ensilada leva a fermentação alcoólica. Por essa razão, não é aconselhável o seu uso *in natura* ou ensilada como alimento exclusivo (Thiago & Vieira, 2002). Tanto a cana-de-açúcar *in natura* como a ensilada, apresentam altos teores lignocelulósicos, portanto a viabilidade de sua utilização requer métodos de tratamento químico, ou utilização de aditivos microbianos e alimentos concentrados.

Mais informações sobre os aspectos de digestão e o uso da silagem de cana-de-açúcar são necessárias nas diversas condições experimentais, o que torna necessário mais estudos sobre quais fatores que poderão melhorar o processo fermentativo durante a ensilagem com associação de aditivos, e a sua utilização na alimentação de bovídeos. Estudos comparativos, entre bovinos e bubalinos sobre as mesmas condições de alimentação mostram resultados contraditórios na utilização de alimento e desempenho de produção. Os bubalinos apresentam-se mais eficientes no aproveitamento de alimentos fibrosos e de baixa qualidade que bovinos, contudo tais diferenças não são observadas em forragens de boa qualidade (Pradhan et al., 1997). Tewatia e Bhatia (1998) compararam a atividade celulolítica e digestão em bubalinos e bovinos, alimentados com palha de trigo e feno de trevo egípcio (*Trifolium alexandrino* L.) (12% PB) verificaram que bubalinos digeriram mais ($P < 0,01$) matéria seca e componentes fibrosos que bovinos. Entretanto, ainda hoje se utiliza informações geradas com bovinos que são adaptadas aos bubalinos, mesmo sabendo que há diferenças quanto ao tamanho de órgãos digestivos e população de microrganismos, devido ao pequeno número de trabalhos com essa espécie.

Desta forma, objetivou-se avaliar o consumo, digestibilidade aparente total e parcial de bovinos e bubalinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos.

Material e métodos

O experimento foi realizado no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) no período de junho a novembro de 2005 e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá.

Os animais utilizados foram quatro bovinos da raça Holandesa (três anos de idade), e

quatro bubalinos mestiços (dois anos) machos, castrados, com peso corporal médio de 492 ± 10 kg e de 403 ± 49 kg, respectivamente. Os animais fistulados no rúmen foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro.

Os animais foram alimentados com uma dieta com relação volumoso:concentrado de 60:40, sendo o concentrado composto por milho moído e farelo de soja, e o volumoso foi a silagem de cana-de-açúcar aditivada, as dietas foram balanceadas para serem isoprotéicas e isoenergéticas (12% de PB e 69% de NDT) e fornecidas *ad libitum* (NRC, 1996).

O corte e a ensilagem da cana-de-açúcar foram realizados nos dias 10 e 13 de junho de 2005. A cana-de-açúcar, variedade RB 855156 (precoce), colhida aos 11 meses, primeiro corte, com produção estimada de 94 toneladas MV/ha, e valor médio de 17,9° Brix foi fornecida pela COOPerval - Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí Ltda, do município de Jandaia do Sul - PR e transportada para a FEI.

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS)¹

Table 1 – Chemical composition of feeds and additive silages produced in trench silos (% DM)¹

Variáveis	CA	FVM	CS	SICAI	SICAIM	SICAIS	SICAIU
Variables	SC	COM	SH	SCSI	SCSIC	SCSIS	SCSIU
MS (DM)	31,31	93,42	90,29	29,55	32,93	32,22	27,41
MO (OM)	96,86	99,12	95,73	95,16	95,56	95,65	94,67
PB (CP)	2,02	1,08	11,18	2,91	2,85	5,30	11,60
Cinzas (Ash)	3,14	0,88	4,27	4,84	4,44	4,54	5,33
FDN (NDF)	50,13	7,09	70,46	61,10	49,01	59,37	63,13
FDA (NDF)	31,4	4,11	55,41	42,43	32,63	42,64	40,49
LIG (LIG)	7,00	1,61	5,60	8,94	5,78	6,28	8,90
CNF (NFC)	-	-	-	31,77	41,90	30,36	22,89
CHOT (TC)	95,3	-	-	91,20	91,70	89,51	82,18
% NIDN (NDIN) ²	33,93	17,26	41,34	34,99	28,38	31,51	11,92
% NIDA (ADIN) ²	32,69	5,47	14,39	34,57	24,56	20,26	10,00
% Sílica (silica)	-	-	-	3,08	2,32	1,62	3,25

¹CA= cana-de-açúcar, FVM= farinha de varredura de mandioca, CS= casca de soja, SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia; ²NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total)

¹SC= sugar cane, CPM= cassava by-product meal, SH= soybean hulls, SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea; ²NDIN= neutral detergent insoluble nitrogen, ADIN= acid detergent insoluble nitrogen (% total N)

A cana-de-açúcar sem despalhamento foi processada em uma picadora de forragens estacionária, regulada para corte com tamanho de partícula médio de 10 mm. As silagens

foram confeccionadas em quatro silos tipo trincheira (7000 kg), com os seguintes tratamentos:

- a) silagem de cana-de-açúcar mais adição de inoculante bacteriano (SICAI);
- b) silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e farinha de varredura de mandioca (SICAIM);
- c) silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e casca de soja (SICAIS);
- d) silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e uréia (SICAIU).

No momento da ensilagem da cana-de-açúcar foi utilizado o inoculante bacteriano da seguinte maneira: uma solução aquosa contendo bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri* foi pulverizada sobre a cana-de-açúcar picada, no momento do preenchimento dos silos, utilizou-se água destilada, de acordo com a recomendação do fabricante em quantidade suficiente para obtenção de $3,64 \times 10^5$ unidades formadoras de colônia – UFC/g de matéria natural (MN). Este tratamento foi considerado a testemunha (SICAI).

Foram utilizados resíduos agroindustriais para adição a SICAI, casca de soja (alto teor de fibra digestível com alto teor de pectina) e a farinha de varredura de mandioca (alto teor de amido) que foram homogeneizadas à cana-de-açúcar picada na proporção de 25,0% na MS, que constituiu os tratamentos SICAIS e SICAIM, respectivamente.

A uréia (3,3% MS) foi utilizada na forma granulada contendo 45% de N, com objetivo de melhorar o teor protéico da silagem, perfazendo o quarto tratamento (SICAIU).

Nos silos tipo trincheira sem revestimento, o solo foi coberto de bagaço de cana-de-açúcar e as laterais com lonas plásticas. A aplicação dos aditivos foi realizada diretamente sobre a cana-de-açúcar picada, compactando-a com trator e após o enchimento do silo foi coberta com lonas plásticas protegidas com bagaço de cana-de-açúcar.

O fornecimento das dietas experimentais aos animais foi realizado duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8 h) e à tarde (16 h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho.

Os animais receberam diariamente cerca de 50 g de sal mineral, obtido da mistura 1:1 de sal comum com um suplemento comercial contendo na sua composição por kg do produto 65,0 g de fósforo, 130,0 g de cálcio 5,0 g de magnésio, 13,0 g de enxofre, 700 mg de ferro, 850 mg de cobre, 1000 mg de manganês, 120 mg de iodo e 80 mg de cobalto.

Tabela 2- Composição percentual e química das dietas experimentais (% da MS)

Table 2- Percentual and chemical composition of experimental diets (% DM)

Alimentos (<i>Feeds</i>)	Tratamentos (%) ¹ <i>Treatments (%)</i> ¹			
	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>
Farelo de soja (<i>Soybean mea</i>)	16,00	17,00	13,00	3,00
Milho moído (<i>Milled corn</i>)	23,00	22,00	26,00	36,00
Sal mineral (<i>Salt</i>)	1,00	1,00	1,00	1,00
Volumoso (<i>Roughage</i>)	60,00	60,00	60,00	60,00
Componentes (<i>Components</i>) (%)				
MS (<i>DM</i>)	53,00	55,04	54,63	51,77
MO (<i>OM</i>)	95,84	96,22	95,98	96,03
PB (<i>CP</i>)	11,67	11,92	11,87	11,76
FDN (<i>NDF</i>)	42,63	37,48	42,33	44,18
FDA (<i>ADF</i>)	27,69	22,37	27,77	26,10
Cinzas (<i>Ash</i>)	4,16	3,78	4,02	3,97
EE (<i>EE</i>)	1,94	1,81	1,92	2,15
CHOT (<i>TC</i>)	80,99	80,85	81,29	81,25
CNF (<i>NFC</i>)	39,4	44,7	40,4	38,3
Lignina (<i>Lignin</i>)	6,25	4,47	4,86	6,15
NIDA (<i>ADIN</i>) ²	22,09	17,48	15,15	9,62
NIDN (<i>NDIN</i>) ²	23,80	19,77	21,90	10,77

¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia; ²NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido, NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% N total)

¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea; ²ADIN= acid detergent insoluble nitrogen; NDIN= neutral detergent insoluble nitrogen (% total N)

O experimento foi conduzido em quatro períodos experimentais de 20 dias cada, sendo 14 para adaptação dos animais e seis de coleta, totalizando 80 dias de período experimental. Do primeiro ao quarto dia do período de coleta, de cada período experimental, foram amostrados, cerca de 400 mL de digesta omasal/dia, obtida por sucção do conteúdo omasal, por meio do orifício retículo-omasal, segundo técnica descrita por Leão et al. (2002). No primeiro dia foi realizada a coleta às 8:00 horas, no segundo dia às 12:00 h, no terceiro dia às 16:00 h e no quarto dia às 20:00 h (perfazendo um total de 4 amostras por animal em cada período). Os dois últimos dias de coleta foram utilizados para coleta de líquido ruminal e conteúdo ruminal para avaliar as características da fermentação e produção microbiana, respectivamente. As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas, e congeladas a -20°C.

Diariamente, em todo período experimental, eram feitas as pesagens do alimento

fornecido e das sobras, e no período de coleta esses eram também amostrados e acondicionados em sacos plásticos e armazenados a -20°C para posterior análise química. Os animais foram pesados nos finais de cada período de adaptação e de coleta para estimar o consumo de MS e de nutrientes em relação ao peso dos animais.

Para estimar o fluxo diário de matéria seca, na digesta omasal e nas fezes foi utilizado como indicador externo o óxido de cromo (Cr_2O_3). O Cr_2O_3 foi embrulhado em papel na quantidade de 5 g e colocado diretamente no rúmen às 8:00 e 16:00 horas, totalizando 10 g de Cr_2O_3 / animal/ dia, durante todos os 4 períodos de adaptação e coleta.

Após o período de coleta as amostras de alimento, sobras, fezes e digestas omasal foram secas em estufa a 55°C por 72 horas, moídas (1 mm) individualmente e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de fezes e digesta por animal e para cada dieta experimental.

Os teores de MS, MO, PB e EE foram determinados segundo AOAC (1980) citados em Silva e Queiroz (2002). As determinações da fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) foram conduzidas de acordo com Van Soest et al. (1991). Dos resíduos provenientes da análise química da FDN e FDA determinaram-se o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de acordo com Licitra et al. (1996). A lignina foi determinada de acordo com Van Soest e Wine (1968) e a sílica conforme Van Soest e Jones (1968). Para a quantização dos carboidratos totais (CHOT), utilizou-se a equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre os teores de CHOT e FDN_{PB} , em que FDN_{PB} constitui a parede vegetal isenta de proteína bruta, segundo Sniffen et al. (1992).

O consumo de nutrientes digestíveis totais (cNDT) foi calculado pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992), na qual $\text{cNDT} = (\text{cPB} - \text{PBf}) + 2,25 (\text{cEE} - \text{EEf}) + (\text{cCHOT} - \text{CHOTf})$, onde cPB, cEE e cCHOT significam consumos de PB, EE e CHOT, respectivamente, e PBf, EEf e CHOTf, teores de PB, EE e CHOT nas fezes. Os valores de NDT observados foram calculados para as diferentes dietas, pela equação: $\text{NDT} = \text{PBD} + \text{EED} * 2,25 + \text{CHOTD}$, em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; CHOTD = carboidratos totais digestíveis (Sniffen et al., 1992).

Os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHOT e CNF foram calculados de acordo com as fórmulas descritas por Coelho da Silva & Leão (1979).

Foi utilizado um delineamento experimental com dois quadrados latinos 4 x 4 e arranjo fatorial 4 x 2 (quatro dietas e duas espécies) sendo uma espécie em cada quadrado latino, para comparar o consumo e os coeficientes de digestibilidade aparente dos nutrientes. As análises estatísticas das variáveis foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), e as médias foram comparadas utilizando-se o teste Tuckey ao nível de significância de 5%.

Resultados e discussão

Não houve interação espécie e dieta para o consumo em kg/dia e % do peso corporal (PC) de MS e dos nutrientes avaliados ($P>0,05$). Porém, houve diferença para as dietas e para as espécies ($P<0,05$) (Tabela 3).

A inclusão de uréia na silagem (SICAIU), seguida da SICAIM reduziram ($P<0,05$) o consumo de MS, MO, FDN, FDA e CHOT, independente da espécie animal. Porém, a SICAIM não diferiu das SICAI e SICAIS.

Vilela et al. (2003) observaram reduções no consumo de MS em vacas mestiças Holandês/Gir alimentadas com cana-de-açúcar com adição de 3,51% de uréia na MS, que foi atribuída a baixa palatabilidade da uréia no volumoso. É provável que o menor consumo observado para dieta SICAIU, considerando que 3,3% de uréia (na MS) foi adicionado à silagem em função da baixa aceitabilidade, além do que, maior odor alcoólico e de amônia foi observado para esse volumoso. Andrade et al. (2001) observaram maior concentração de álcool etílico em silagens de cana-de-açúcar com 2,5% de uréia (% MS) em relação às silagens de cana-de-açúcar com adição de rolão de milho.

Os maiores consumos de PB, FDA, CHOT e NDT foram observados para as dietas SICAIS e SICAI ($P<0,05$) e o menor consumo desses nutrientes foi para dieta SICAIU, independente das espécies, e a dieta SICAIM apresentou valores intermediários. Os maiores consumos de nutrientes para as dietas SICAIS e SICAIM provavelmente foi devido ao maior consumo de MS, haja vista que esses nutrientes nas dietas se apresentaram com teores semelhantes. A dieta SICAIU propiciou o menor consumo de nutriente uma vez que o consumo de MS e a concentração de NDT foram menores (Tabelas 2 e 3).

Embora as dietas SICAI, SICAIS e SICAIU tenham apresentado valores próximos de FDN, o consumo da FDN diferiu ($P < 0,05$), sendo maior para SICAIS e menor para SICAIU, independente da espécie. Possivelmente, essa seja a principal fração que limite o consumo, já que a digestibilidade da fração fibrosa foi maior para a SICAIS (Tabela 4). A digestão da fibra está relacionada à taxa de desaparecimento do alimento no rúmen e como a casca de soja apresenta fibra de alta digestibilidade, conseqüentemente aumentou o consumo e a taxa de passagem da SICAIS, enquanto a SICAIU apresentou maior porção de lignina que representa a fração indigestível do alimento e devido a maior rejeição pela menor aceitabilidade dessa dieta refletiram no menor consumo de fibra.

Tabela 3 – Médias e coeficiente de variação (CV) para os consumos de matéria seca (MS) e nutrientes em função das dietas experimentais e da espécie animal

Table 3 - Means and coefficient variation (CV) of dry matter (DM) and nutrients intakes in function of experimental diets and animal specie

Variáveis <i>Variables</i>	Tratamentos ¹ <i>Treatments</i>				Espécies <i>Species</i>		CV% <i>CV%</i>
	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>	Bubalino <i>Buffalo</i>	Bovino <i>Cattle</i>	
	Kg/dia (<i>kg/day</i>)						
MS (<i>DM</i>)	7,54A	6,86AB	7,70A	5,79B	5,84b	8,11a	16,81
MO (<i>OM</i>)	7,14A	6,76AB	7,30A	5,52B	5,55b	7,69a	16,96
PB (<i>CP</i>)	0,93A	0,87A	0,94A	0,68B	0,72b	0,99a	14,88
EE (<i>EE</i>)	0,16	0,14	0,16	0,15	0,13b	0,17a	13,01
FDN (<i>NDF</i>)	3,03AB	2,44BC	3,15A	2,25C	2,26b	3,15a	18,26
FDA (<i>NDF</i>)	1,96A	1,43B	2,05A	1,42B	1,43b	2,00a	16,61
CHOT (<i>TC</i>)	6,05AB	5,50AB	6,22A	4,67B	4,70b	6,52a	17,69
CNF (<i>NFC</i>)	3,18	3,45	3,22	2,51	2,69b	3,50a	21,25
NDT (<i>TDN</i>)	6,44A	5,77AB	6,61A	4,77B	4,80b	7,00a	19,12
	%PC (% <i>LW</i>)						
MS (<i>DM</i>)	1,67A	1,55AB	1,70A	1,30B	1,46	1,65	17,77
MO (<i>OM</i>)	1,58	1,45	1,61	1,24	1,38	1,56	18,81
PB (<i>CP</i>)	0,21A	0,19AB	0,21A	0,15B	0,18	0,20	16,53
FDN (<i>NDF</i>)	0,67AB	0,53AB	0,69A	0,50B	0,56	0,64	19,45
NDT (<i>TDN</i>)	1,42	1,28	1,46	1,07	1,19b	1,42a	21,01

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). ¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia

Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a row between species. Means followed by different letters differ by Tukey test ($P < 0,05$) ¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea

O consumo médio de MS dos bovinos (8,11 kg/dia) foi maior ($P < 0,05$) que os

bubalinos (5,84 kg/dia). No entanto, quando expresso em % PC não houve diferença ($P>0,05$) entre as espécies com valores médios de 1,7 vs 1,5% PC para bovinos e bubalinos, respectivamente. Os valores de consumo observados são semelhantes aos relatados por Maeda et al. (2007) que registraram menor valor para os bubalinos (5,63 kg/dia e 1,4% PC) em relação aos bovinos (7,78 kg/dia e 1,6% PV) alimentados com silagem de milho, com relação volumoso:concentrado de 77:23%, 57:43% e 37:63%. Porém, existe controvérsia, alguns trabalhos na literatura indicam nenhuma diferença entre as espécies (Pradhan et al., 1997; Rodrigues et al., 2001, Beleze, 2005) ou maiores consumos para bubalinos em relação aos bovinos (Ichinoque et al., 2004; Lapitan, et al., 2004). Essas diferenças estão relacionadas à qualidade da dieta e suas interações nas diversas condições experimentais.

Considerando o peso dos bubalinos de 403 kg, o consumo de MS de 5,84 kg/dia foi inferior aos valores recomendados por Kearl (2003) de 7,0 kg MS/dia para bubalinos de 400 kg em manutenção. Por outro lado, para os bovinos está acima do recomendado pelo NRC (1996) de 7,3 kg de MS, para animais de 550 kg de PC alimentados com dietas contendo 60% de NDT, portanto não perderam peso com ganho médio diário de 230 g/dia.

O consumo de PB e NDT ficaram acima das exigências de manutenção, para os bubalinos de 0,469 kg de PB/dia e 3,37 kg de NDT/dia segundo Kearl (2003). Desta forma, os animais não perderam peso durante todo período experimental (84 dias), com ganho médio diário de 250 g/dia.

Verificou-se que os dados de consumo de MS e nutrientes estão aquém do que se deseja para manter determinados níveis de produção. Entretanto a cana-de-açúcar tem sido correlacionada negativamente com a ingestão de matéria seca, não apenas pela fração indigestível da fibra, mas também pela baixa taxa de digestão da fibra potencialmente degradável (3,41%/h), as quais apresentam elevado tempo de permanência no rúmen (Pereira et al., 2000). Corroborando com esses dados no ensaio *in situ* (Artigo 1), que a taxa de degradação da fração *b* da FDN apresentou valor médio de 2,22%/h, ou seja, taxa de digestão 1,5 vezes mais lenta que o trabalho supracitado. Também, Freitas et al. (2002) obtiveram menor consumo de MS em novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar ensilada com polpa cítrica (1,38% PC) em relação às silagens de casca de mandioca (2,12% PC) e raspa de mandioca (1,88%PC), e atribuíram ao odor de álcool devido à predominância de fermentação alcoólica e ao maior teor de FDN da silagem de cana-de-

açúcar mais polpa cítrica. Magalhães et al. (2006) forneceram as vacas de leite, cana-de-açúcar em substituição a silagem de milho, nos níveis de 0; 33,3; 66,6 e 100%, e observaram redução linear do consumo de todos os nutrientes, exceto lignina e CNF, a medida que aumentou o nível de cana-de-açúcar.

Outro fator a considerar foi a variedade precoce utilizada no presente trabalho. Estudos mostram que as variedades de cana-de-açúcar de ciclo intermediário são qualitativamente superiores às variedades precoces (Azevedo et al., 2003), por apresentar valores de NDT maiores, que pode ser atribuído a menor concentração de FDA (Fernandes et al., 2003), já que as precoces atingem maturidade mais cedo, com mais rápido desenvolvimento de tecido de sustentação.

O consumo de FDN quando expresso em % PC não diferiu, com os seguintes valores de 0,61% e 0,54% PC, respectivamente, e ficaram abaixo do preconizado por Mertens (1994) de $1,2\% \pm 0,1\%$ do PC como nível de consumo regulado por mecanismos físicos. O baixo consumo da FDN parece não ter prejudicado o fluxo salivar e a ruminação, uma vez que o valor médio de pH ruminal dos animais se manteve acima de 6,4 como observado em trabalho concomitante (Artigo 3).

Houve efeito da interação ($P < 0,05$) espécie e dietas para as digestibilidade total (DT) da PB, FDN e FDA, para digestibilidade ruminal (DR) da MS, MO, FDN, FDA e CNF (% do total digerido) e para as digestibilidade intestinal (DI) da MS, MO, FDN, FDA e CNF (Tabela 4).

Os bovinos apresentaram maior DT da PB para SICAI e SICAIS em relação a SICAIM e SICAIU, e os bubalinos a maior DT da PB foi para dieta SICAI ($P < 0,05$) em relação às demais dietas que não diferiram entre si.

Entretanto, não houve diferença na DT da PB, entre as espécies, para as dietas SICAI, SICAIM e SICAIU, porém para a dieta SICAIS, os bovinos foram superiores em relação aos bubalinos. De acordo com Bartocci et al. (2005) bubalinos apresentaram valores constantes de digestibilidade da PB em várias dietas quando comparados aos bovinos, e melhor utilização da PB é observada em dietas com alto conteúdo de carboidratos estruturais. Esse comportamento foi observado no presente trabalho com valores semelhantes de DT da PB entre as dietas, com exceção da SICAIS. Para a dieta SICAIS, o menor valor de DT da PB registrado para os bubalinos, permite deduzir que o aumento da

digestibilidade dos carboidratos estruturais encontrados para essa dieta não resultou em melhor aproveitamento da PB, como observado para os bovinos (Tabela 4).

Por outro lado, Maeda et al. (2007) não obtiveram diferenças na DT da PB entre essas espécies quando alimentadas com dietas com silagem de milho e diferentes teores de concentrado. Lapitan et al. (2004), observaram maiores valores de DT da PB para os bubalinos (74,1%) em relação aos bovinos (67,4%), quando alimentados com silagem de milho e relação volumoso:concentrado 50:50, os autores atribuíram a superioridade dos bubalinos ao maior consumo da mistura concentrada e conseqüentemente maior ingestão de PB. Ainda, superioridade na DT da PB para bubalinos em relação aos bovinos (68,2 vs 64,0%) também foi observada por Ichinohe et al. (2004) com rações a base de silagem de milho.

A adição da casca de soja à silagem de cana-de-açúcar com *L. buchneri* (SICAIS) aumentou as DT da FDN e FDA ($P < 0,05$) na espécie bubalina, sem diferença entre as SICAI, SICAIM e SICAIU. Da mesma forma, os bovinos foram superiores nas DT da FDN e FDA para SICAIS seguida da SICAI e menores valores foram para a SICAIM e SICAIU. Os maiores valores observados para a SICAIS, foram devido às características nutricionais da casca de soja adicionada, que apresentou altos teores de FDN e FDA, com alta digestibilidade *in vitro*, superior a 90% e baixa concentração de lignina (Zambom et al., 2001). Também possui uma fina película, rica em pectina (carboidrato da parede celular) que é completamente fermentada no rúmen (Van Soest, 1994). Ainda, considerando que quando expressa na MS, a adição da casca de soja representou 25% do volumoso (SICAIS).

As adições de uréia e farinha de varredura de mandioca às silagens de cana-de-açúcar reduziram as DT da FDN e FDA, em bovinos. A digestibilidade dessas frações no rúmen parece não ter sido a causa como observados na Tabela 4, com valores próximos ou superiores a 100% do total digerido, porém foram verificados para dietas SICAIU e SICAIM os menores consumos de FDN e FDA em ambas espécies e parece que afetou mais aos bovinos.

Tabela 4 – Médias e coeficiente de variação (CV) para os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial em função da interação das dietas experimentais e da espécie animal

Table 4 – Means and coefficient variation (CV) for total and partial digestibility coefficient in function of experimental diets and animal species interaction

Nutrientes <i>Nutrients</i>	Tratamentos ³ (<i>Treatments</i>) ³								
	Bubalinos (<i>Bubaline</i>)				Bovinos (<i>Bovine</i>)				
	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>	CV (%) <i>CV (%)</i>
Digestibilidade total (<i>Total digestibility</i>)									
PB (<i>CP</i>)	57,6Aa	48,5Ba	49,3Bb	49,2Ba	58,3Aa	51,3Ba	61,0Aa	50,4Ba	12,56
FDN (<i>NDF</i>)	28,3Ba	21,8Ba	45,7Aa	28,4Ba	35,1Ba	23,2Ca	44,6Aa	19,5Cb	34,05
FDA (<i>ADF</i>)	26,5Ba	22,4Ba	42,8Aa	28,7Ba	31,4Ba	19,6Ca	42,3Aa	17,4Cb	24,76
Digestibilidade ruminal (<i>Ruminal digestibility</i>)									
MS (<i>DM</i>) ²	49,2b	44,4b	46,9a	45,2b	62,3ABa	55,6BCa	50,3Ca	67,1Aa	11,98
MO (<i>OM</i>) ²	55,4b	51,7b	49,1b	49,9b	67,6ABa	60,2BCa	56,3Ca	74,0Aa	11,34
FDN (<i>NDF</i>) ²	103,6	96,3	95,5	93,2	93,3B	95,1AB	91,2B	105,7A	6,80
FDA (<i>NDF</i>) ²	100,8Aa	94,5ABa	90,3Ba	88,5Ba	89,7ABb	96,3Aa	81,1Bb	91,1Aa	7,08
CNF (<i>NFC</i>) ¹	54,1Ab	61,2Aa	52,7ABb	43,5Bb	64,7a	59,9a	60,9a	68,4a	7,70
CNF (<i>NFC</i>) ²	60,7ABb	67,9Aa	61,0ABa	52,8Bb	74,5ABa	67,5Ba	66,7Ba	82,0Aa	10,23
Digestibilidade intestinal (<i>Intestinal digestibility</i>)									
MS (<i>DM</i>) ²	50,8a	55,6a	53,1a	54,8a	36,0Bb	44,4ABa	49,7Aa	32,9Bb	7,91
MO (<i>OM</i>) ²	44,6a	48,3a	50,9a	50,1a	32,4BCb	39,7ABa	43,7Ab	26,0Cb	8,70
FDN (<i>NDF</i>) ²	-3,6	3,7	4,5	6,8	6,7A	4,9AB	8,8A	-5,7B	26,19
FDA (<i>NDF</i>) ²	-0,8Bb	5,5ABa	9,7Ab	11,5Ab	10,3ABa	3,7Ba	18,9Aa	9,0Ba	18,57
CNF (<i>NFC</i>) ¹	35,0Aa	28,9Ba	33,8ABa	38,8Aa	22,1BCb	28,8ABa	30,4Aa	15,0Cb	14,69
CNF (<i>NFC</i>) ²	39,3ABa	32,1Ba	39,1ABa	47,2Aa	25,5ABb	32,4Aa	33,2Ab	18,0Bb	12,47

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais dentro de cada espécie, e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies dentro das dietas. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$), ¹ - % ingerido (que chega); ² - % do total digerido. ³ SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia

Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a row among species. Means followed by different letters, within a row differ by Tukey test ($P < 0.05$). ¹ - % ingested; ² - % total digested. ³ SCSI = sugar cane silage + inoculate, SCSIC = SCSI + cassava by product meal, SCSIS = SCSI + soybean hulls, SCSIU = SCSI + urea

Entre as espécies não houve diferença para DT da FDN e FDA para as dietas ($P>0,05$), com exceção para a dieta SICAIU, em que as DT da FDN e FDA foram superiores para os bubalinos em relação aos bovinos. Lapitan et al. (2004) também não observaram diferenças para DT da FDN e FDA entre bovinos (64,0% e 58,4%) e bubalinos (64,8% e 58,3%), respectivamente. Outros autores também não observaram diferença entre as espécies sobre a DT da fração fibrosa (Souza et al., 2000; Ichinohe et al., 2004; Maeda et al., 2007). Entretanto, esses resultados discordam de Hussain & Cheeke (1996), que obtiveram superioridade dos bubalinos em relação aos bovinos.

Diferenças observadas para a digestão da fibra entre bovinos e bubalinos estão relacionadas com dietas de baixa qualidade (Pradhan et al., 1997; Kawashima, 2004). No presente trabalho a SICAIU apresentou maiores teores de lignina (8,90%) e sílica (3,25%). De acordo com Van Soest (1994), a sílica é um elemento estrutural que auxilia na resistência e rigidez da parede, e outros compostos como a cutina e os taninos, também podem estar presentes na parede celular das plantas, associados ou não a polissacarídeos estruturais e/ou lignina. Estes compostos influenciam nas características físico-química da parede celular, mesmo presente em pequenas quantidades, e podem ter efeito significativo nos processos de digestão e absorção da parede e do conteúdo celular.

Em relação à digestibilidade ruminal, verificou-se que para os bovinos, houve diferença entre as dietas, a SICAIU teve 67,1 e 74,0% da MS e MO digerida no rúmen, respectivamente, e foram superiores às dietas SICAIM (55,6 e 60,2%) e SICAIS (50,3 e 56,3%) e valores intermediários foram obtidos para a SICAI (62,3 e 67,6%). Entretanto, para a espécie bubalina, não houve diferença entre as dietas, para as DR da MS e MO, (média de 46,4% da MS e 51,5% da MO) que foram inferiores ($P<0,05$) aos bovinos, exceção para a SICAIS que não diferiu entre as espécies. Para a dieta SICAI e SICAIU fornecidas aos bovinos os valores observados (67,1%) são próximos ao valor médio preconizado pelo o Agricultural Research Council - ARC (1984) de que 65% da MO digestível é digerida no rúmen, para diferentes dietas.

A maior DR da MS e MO observada para a SICAIU pode estar relacionada ao menor teor de NIDN e NIDA na dieta total (Tabela 2). Embora, os teores de MS, MO, PB, CHOT e CNF para a dieta SICAIU ficaram próximos aos das demais dietas, verifica-se que para fração da proteína, as diferenças são maiores.

A fração protéica de lenta degradação ruminal (NIDN) e fração indisponível de N para os animais (NIDA) foram inferiores para a SICAIU em relação às demais dietas, e

dessa forma propiciou mais N para a microbiota ruminal, que foi constatado nas maiores concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) como observado (Artigo 3). Desta forma, podem ter favorecido o crescimento dos microrganismos ruminais aumentando a fermentação da fibra e conseqüentemente aumentou a DR da MS e da MO da SICAIU.

Os bovinos apresentaram maior DR da FDN (P<0,05) para a dieta SICAIU (105,7%) em relação a SICAI (93,3%) e SICAIS (91,2%), e a SICAIM não diferiu entre as dietas (95,1%). Também, para a DR dos CNF (% do total digerido), maior valor foi para a dieta SICAIU (P<0,05), e não houve diferença quando expresso em função do ingerido.

Comportamento inverso ao dos bovinos foi observado para os bubalinos na DR da MS, MO e FDN que não diferiu entre as dietas e a DR dos CNF (% do ingerido) apresentaram menor valor para dieta SICAIU em relação a SICAI (P<0,05). Provavelmente os menores teores de NIDN e NIDA da dieta SICAIU não tiveram efeito semelhante ao observado em bovinos com maiores valores de DR da MS, MO, FDN e dos CNF, pois para os bubalinos com os coeficientes de digestibilidade ruminal da PB em relação aos bovinos (-21,0% vs -8,2%), pode ter ocorrido maior reciclagem de N ruminal, e mascarado o efeito da maior disponibilidade do N dietético (Tabela 5). O menor consumo observado para a SICAIU pode também ter influenciado na menor digestibilidade dos CNF quando expresso em função do que chega ao compartimento.

Embora, a dieta SICAIS contém fibra de alta digestibilidade devido a inclusão de casca de soja, verificou-se para essa dieta não só menor DR da FDN em bovinos, como também menor DR da FDA (% do total digerido) (P<0,05) em ambas as espécies. Por outro lado, para a SICAIS a digestibilidade intestinal (DI) da FDA foi maior (P<0,05%) como % do total digerido e maior foi a DT da FDA para bovinos e bubalinos. Embora a DI tenha menor contribuição no aproveitamento da fração fibrosa, o intestino grosso é um compartimento com enzimas microbianas que digerem os carboidratos estruturais que escapam do rúmen. Segundo Sniffen et al. (1992), a digestão da celulose e hemicelulose no intestino grosso podem variar de 18,5 a 49,5% e de 2,5 a 46% respectivamente. No presente trabalho verificou-se maior ingestão de MS para a SICAIS e conseqüentemente, maior a taxa de passagem da digesta pelo rúmen permitindo maior escape para o intestino, que refletiu nos resultados relatados.

Em relação às espécies, os bovinos apresentaram maior DR da MS e MO que os bubalinos, exceto para DR da MS da dieta SICAIS que não diferiu entre as espécies.

Maeda et al. (2007) não observaram diferença entre as espécies bubalina e bovina na DR (55,6%) da MS e da MO (63,3%) com % do total digerido, quando alimentados com diferentes teores de concentrado. Para a DR da FDA (% do total digerido) os bubalinos foram superiores ($P < 0,05$) em relação aos bovinos nas dietas SICAI e SICAIS e não houve diferença para as demais.

Para a DR dos CNF (% do ingerido e do total digerido) maior valor foi observado para os bovinos em relação aos bubalinos ($P < 0,05$) nas dietas SICAI, SICAIS e SICAIU. Os resultados observados corroboram com aqueles verificados por Beleze (2005) que observou maior DR do amido em bovinos em relação aos bubalinos alimentados com dietas com relação volumoso: concentrado de 50:50 e por Maeda et al. (2007) que encontraram maior DR do amido para os bovinos (87,4%) em relação aos bubalinos (81,9%). Porém, Zeoula et al. (1997) trabalharam com taurinos, zebuínos e bubalinos verificaram maior DR de carboidratos totais disponíveis (amido como principal componente) para os bubalinos (89,3%) em relação aos taurinos da raça Holandês (78,6%).

A DI da MS, MO e FDN para os bubalinos não diferiram entre as dietas ($P > 0,05$), porém para FDA e CNF maior DI foi para dieta SICAIU ($P < 0,05$). Já a espécie bovina apresentou maiores DI da MS, MO, FDN, FDA e CNF para a dieta SICAIS. Provavelmente na espécie bovina, a dieta SICAIS tenha apresentado maior taxa de passagem ruminal em relação às demais dietas, conforme já comentado. As maiores DI, obtidas em ambas as espécies, foram consequência da menor digestão ruminal observada já que foram expressas em função do total digerido.

Os bubalinos foram superiores aos bovinos ($P < 0,05$) na DI da MS e MO (% total digerido) e CNF (% do ingerido) para as dietas SICAI e SICAIU e não diferiram na DI da FDN. Porém, para a DI da FDA foi observado maior valor ($P < 0,05$) para os bovinos em relação aos bubalinos, exceto na dieta SICAIM que não diferiu. Em geral, menores DI da MS e MO são observados para os bubalinos quando comparados a bovinos (Beleze, 2005; Maeda et al., 2007). Estudo comparativo do trato digestivo de bovídeos mostra que os bubalinos apresentam maior peso de rúmen-retículo e menor comprimento de intestino delgado, porém não diferem no tamanho do intestino grosso quando comparados a bovinos holandeses (Leão et al., 1985). Segundo Bartocci et al. (1997), o búfalo retém por maior tempo a digesta no rúmen-retículo que os bovinos, devido a menor ingestão. Entretanto, o tempo de retenção no trato digestivo total é menor, devido ao tamanho do intestino, que é menor e reduz o tempo de permanência

da digesta. Portanto, a maior DI observada para os bubalinos no presente trabalho, parece ter sido característica da dieta, já que quando expressa em função do que chega ao compartimento, a DI dos CNF foi maior em relação aos bovinos somente para a SICAI e SICAIU.

Não houve interação espécie e dieta ($P>0,05$), entretanto houve diferença ($P<0,05$) para as dietas para as DT da MS, MO, CHOT e CNF e DI do EE, e diferença para as espécies ($P<0,05$) para a DR e DI da PB e CHOT (Tabela 5).

Tabela 5- Médias e coeficiente de variação (CV) para os coeficientes de digestibilidade aparente total e parcial e teores de NDT em função das dietas experimentais e da espécie animal (%MS)

Table 5- Means and coefficient variation (CV) for total and partial digestibility coefficient and TDN on experimental rations and animal specie (%DM)

Componentes Components	Tratamentos ³ Treatments				Espécies Species	CV (%)	
	SICAI SCSI	SICAIM SCSIC	SICAIS SCSIS	SICAIU SCSIU			
					Bubalinos Buffaloes	Bovinos Cattle	CV (%)
	<u>Digestibilidade total (Total digestibility)</u>						
MS (DM)	55,8B	55,4B	61,2A	50,1C	55,8	55,4	6,75
MO (OM)	59,0B	58,4B	63,9A	53,2C	58,8	58,4	5,96
EE (EE)	70,9	66,8	69,6	71,7	69,3	70,2	6,87
CHOT (TC)	58,8B	59,6B	65,8A	53,4C	59,6	59,3	5,92
CNF (NFC)	87,9A	89,8A	88,9A	82,9B	87,2	87,6	3,83
NDT (TDN)	56,39B	57,04B	63,19A	51,16C	57,83	57,67	6,24
	<u>Digestibilidade ruminal (Ruminal digestibility)</u>						
PB (CP) ¹	-0,6	-9,3	-11,0	-8,6	-10,6	-4,2	93,84
PB (CP) ²	-1,1	-18,8	-20,4	-18,1	-21,0b	-8,2a	111,59
EE (EE) ²	33,1	36,6	27,3	38,3	32,3	35,4	26,24
CHOT(TC) ²	73,1	70,5	65,8	71,5	65,7b	74,8a	9,51
	<u>Digestibilidade Intestinal (Intestinal digestibility)</u>						
PB (CP) ¹	58,6	58,6	66,3	58,2	62,9	57,9	14,37
PB (CP) ²	101,1	118,8	120,4	118,1	121,0a	108,2b	1,91
EE (EE) ²	67,0AB	63,4AB	72,7A	61,7B	67,7	64,6	6,65
CHOT(TC) ²	26,9	29,5	34,2	28,5	34,4a	25,2b	14,23

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais, e letras minúsculas comparam médias nas linhas entre as espécies. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$). ¹ % ingerido (que chega); ² % do total digerido. ³ SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia

Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a row among at species. Means followed by different letters, within a row differ by Tukey test ($P<0,05$). ¹ % ingested; ²% total digested. ³SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea

A adição da casca de soja à silagem de cana-de-açúcar (SICAIS) melhorou a

qualidade do volumoso, pois propiciou aumentos nas DT da MS, MO e CHOT ($P<0,05$) em relação as demais dietas, devido as suas características nutricionais conforme discutido anteriormente. Pode-se ressaltar também, que a SICAIS apresentou maior estabilidade aeróbia, e maior DIVMS em relação a SICAI quando avaliadas em silos laboratoriais em experimento concomitante (Artigo 1). Ainda, observa-se que em decorrência da maior digestibilidade total da MS o teor de NDT da dieta SICAIS foi maior ($P<0,05$) em relação à SICAI, SICAIM e SICAIU.

O uso de uréia na ensilagem com *L. buchneri* (SICAIU) reduziu ($P<0,05$) as DT da MS, MO, CHOT, CNF e os teores de NDT, bem como o consumo dos nutrientes (Tabela 2) em relação às demais dietas.

Nos estudos em silos laboratoriais conduzidos paralelamente, o uso da uréia diminuiu a estabilidade aeróbia, quando adicionada às silagens de cana-de-açúcar sem e com o inoculante bacteriano em relação ao controle. Entretanto apresentou valor semelhante de DIVMS, para a silagem somente com adição de uréia, em relação à SICAIS e SICAIM (Artigo 1). O uso associado do *L. buchneri* e uréia na ensilagem de cana-de-açúcar não foi benéfico, é provável que o poder tamponante da uréia tenha prejudicado a ação do inoculante na conservação, e a exposição da silagem ao ar na retirada e fornecimento para os animais, tenham levado a deterioração e o maior odor de amônia e álcool provocaram reduções no consumo e na digestibilidade *in vivo*.

De modo geral, o menor consumo de MS resulta em menor taxa de passagem da digesta e maior digestibilidade da MS (Van Soest, 1994), entretanto, para a dieta SICAIU que os animais apresentaram menor consumo, não foi o que ocorreu, pois houve redução na digestibilidade. Contrário ao observado, silagens de cana-de-açúcar acrescidas com zero; 0,5 e 1,0% de uréia, fornecida a ovinos, não houve diferenças para DT da MS, com valor médio de 54,3% (Lucci et al., 2003). Pereira et al. (2001) também encontrou valores para DT da MS de 53,9%, em novilhos Holandês/Zebu, consumindo cana-de-açúcar com 1% de uréia, sem reduções no consumo e na DT da MS.

A SICAIM não teve efeito sobre as DT da MS, MO, CHOT e CNF em relação a SICAI, e foi inferior ($P<0,05$) a SICAIS com exceção para a DT dos CNF. Apesar das adições da casca de soja e FVM apresentarem aumentos de forma semelhante nos teores de MS em relação a SICAI (Tabela 1), o que torna o ambiente do silo menos favorável para proliferação de microrganismos indesejáveis, a casca de soja foi mais efetiva sobre os coeficientes de digestibilidade devido ao seu maior valor nutricional.

A DT dos CHOT foi maior para SICAIS (65,8%) ($P<0,05$) em relação as demais

dietas que não diferiram entre si, com média de 57,3% para SICAI, SICAIM e SICAIU. Os menores teores de lignina e sílica observados na SICAIS (Tabela 1) podem ter influenciado esses resultados, assim como os maiores valores de DT das frações fibrosas observadas em ambas as espécies (Tabela 4). Os carboidratos totais são divididos em carboidratos estruturais, não estruturais e fibra indigestível, fracionados de acordo com a taxa de degradação (Teixeira e Andrade, 2001). Em experimento conjunto avaliando indicadores internos, a SICAIS apresentou valores de FDN e FDA indigestíveis de 44,2 e 45,5%, respectivamente, menores que a SICAI (56,2 e 55,2%), SICAIM (56,3 e 56,3%) e SICAIU (52,2 e 52,7%), o que pode também justificar os resultados obtidos (Zeoula et al., 2007).

A SICAIU resultou em menor DT dos CNF ($P < 0,05$) em relação às demais dietas, também para SICAIU foi verificado menor teor de CNF (Tabela 1). É provável que a adição de uréia com *L. buchneri* à ensilagem resultou em perdas de efluentes e fermentação alcoólica que causou maiores perdas de carboidratos solúveis, embora isso não tenha acarretado aumento dos componentes da parede celular na MS durante a ensilagem (Tabela 1). Pedroso (2003) verificou maiores perdas por efluentes, perdas totais da MS e valores intermediários de população de leveduras em silagens de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia comparada às silagens inoculadas com *L. buchneri*.

Não foi observada diferença entre as dietas para DR da PB (% do ingerido e % do total digerido). Porém, observou-se diferença ($P < 0,05$) entre as espécies (% do total digerido) com maiores valores para bovinos (-8,2%) que para os bubalinos (-21,0%). Os valores negativos para a DR da PB, principalmente em bubalinos, indicam que a quantidade de N que chega ao duodeno é maior que a ingerida, o que refletiu reciclagem de N endógeno para o rúmen e maior síntese de proteína microbiana como observado no artigo 3. Esses dados confirmam a vantagem do aproveitamento da PB em bubalinos quando comparado aos bovinos, assumindo-se que há uma tendência em bubalinos de perder menos N pela urina e fezes, aproveitando, assim, melhor o N dos alimentos (Ezequiel, 1987) e de possuírem mecanismo de reciclagem de N mais eficiente (Lundri & Razdan, 1980; Abdullah et al., 1992; Zicarelli, 2001).

Os altos valores negativos de DR da PB observados em ambas as espécies podem ser devido, além da presença de N microbiano ruminal, também da amostragem do alimento e o fornecimento da dieta a qual não se considerou a deterioração do alimento no cocho que poderia ter subestimado os valores da DR.

Os bovinos foram superiores aos bubalinos na DR dos CHOT, em função do total

digerido (74,8 vs 65,7%). Apesar de não ter havido diferença entre as espécies na DR da FDN, houve diferença (Tabela 4) para a DR dos CNF, sendo superior para os bovinos em relação aos bubalinos para as dietas SICAI (74,5% vs 60,7%) e SICAIU (82,0% vs 52,8%), quando expresso como % do total digerido. A maior digestibilidade ruminal dos CNF observadas em bovinos em relação aos bubalinos, pode ter refletido na maior DR dos CHOT para bovinos.

Não houve diferenças entre as dietas e a espécie animal para a DT do EE com média observada de 69,8%. Trabalhos realizados com cana-de-açúcar ou silagens de cana-de-açúcar apresentam valores variando entre 70,4% a 76,6% (Pereira et al., 2001; Lucci et al., 2003; Magalhães et al., 2006). Para a DR do EE não houve efeito da espécie e da dieta ($P>0,05$) com valor médio de 33,8 (% do total digerido). Os resultados positivos e elevados são contrários aos que se observam normalmente para DR da EE, pois geralmente a DR do EE tende a apresentar valores negativos ou próximos de zero. Segundo Jenkins (1993), o desaparecimento de ácidos graxos de cadeia longa no rúmen, tanto por absorção pelo epitélio como por catabolismo a AGV ou CO_2 , é mínimo, o que resulta em desaparecimento por passagem de praticamente toda gordura presente.

Para as DI da PB e CHOT (% do total digerido), não houve diferença entre as dietas, entretanto houve diferença para as espécies e foram superiores para os bubalinos (121,0 e 34,4%) em relação aos bovinos (108,2 e 25,2%), respectivamente. Conforme já discutido, os bubalinos apresentaram mais PB que o fornecido na dieta que pode ter sido da reciclagem de N endógeno, que chega ao intestino na forma de N microbiano e/ou amônia. As menores DR dos CHOT e da PB observadas para os bubalinos refletiram na maior fração de CHOT e PB digerida no intestino delgado uma vez que foi expressa em % do total digerido.

Conclusões

A adição do *Lactobacillus buchneri* mais a casca de soja à cana-de-açúcar na ensilagem resultam em alimento volumoso de melhor valor energético para bovinos e bubalinos. O uso de uréia associada ao *L. buchneri* em silagens de cana-de-açúcar melhora a fermentação ruminal do volumoso em bovinos. Os bubalinos são mais eficientes na digestibilidade da fibra associada à lignina (FDA) em relação aos bovinos.

Literatura citada

- ABDULLAH, N.; NOLAN, J.V.; MAHYUDDIN, M. et al. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.119, n.2, p.255-263, 1992.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. 1984. **Report of the protein group of the Agricultural Research Council Working party, on the nutrient requirement of ruminants**. London: Commonwealth Agricultural Bureaux. 45p.
- ANDRADE, J.B.; FERRARI Jr, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, vol.36, n.9, p.1169-1174, 2001.
- AZEVEDO, J.A.G.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. Composição químico-bromatológica, fracionamento de carboidratos e cinética da degradação *in vitro* da fibra de três variedades de cana-de-açúcar (*saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.6, p.1443-1453, 2003.
- BARTOCCI, S.; AMICI, A.; VERNA, M. et al. Solid and fluid passage rate in buffalo, cattle, and sheep fed diets with different forage to concentrate ratios. **Livestock Production Science**, v.52, n.3, p.201-208, 1997.
- BARTOCCI, S.; TERRAMOCCIA, S.; PUPPO, S. **New acquisitions on the digestive physiology of the mediterranean buffalo**. In: Buffalo Production and Research. Ed. Antonio Borghese. Rome. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), p.161-172, 2005.
- BELEZE, J. F. R. **Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações com teores de concentrado e adição de ionóforo ou probiótico para bovinos e bubalinos**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005. 161p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual de Maringá –, 2005.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livroceres, 1979. 380p
- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigência de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas**. Viçosa, MG: UFV, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidades Federal de Viçosa, 1987.
- FERNANDES, A.M.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J.C. et al. Composição químico-bromatológica de variedades de cana-de-açúcar (*Saccharum spp* L.) com diferentes ciclos de produção (precoce e intermediário) em três idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.32, n.4, p.977-985, 2003.
- FREITAS, D.; BERCHIELLI, T.T.; SILVEIRA, R.N. et al. Consumo e digestibilidade aparente total e parcial de rações com cana-de-açúcar, casca e raspa de mandioca ensiladas com polpa cítrica. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1531-1542, 2002. (suplemento)
- HUSSAIN, I.; CHEEKE, P.R. Evaluation of annual ryegrass straw:corn juice silage with cattle and water buffalo: digestibility in cattle vs. buffalo, and growth performance and subsequent lactational performance of Holstein heifers. **Animal Feed Science And Technology**, v.57, n.3, p.195-207, 1996.
- ICHINOHE, T.; ORDEN, E.A.; DEL BARRIO, A.N. et al. Comparison of voluntary feed intake, rumen passage and degradation kinetics between crossbred Brahman cattle (*Bos indicus*) and swamp buffaloes (*Bubalus bubalis*) fed a fattening diet based on corn silage. **Animal Science Journal**. v. 75, n.6, p.533-540, 2004.

- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851-3863, 1993.
- KAWASHIMA, T. **Role of native ruminants in establishment of sustainable agricultural systems in northeast Thailand**, acesso em: 26 de maio de 2004, disponível em: <http://ss.jircas.affrc.go.jp/kanko/working%20report/No.30/30-01-10.pdf>.
- KEARL, L. Exigências nutricionais dos bubalinos. In: Ramos, A. A (Ed.) **Contribuição aos estudos dos bubalinos**. Botucatu, 2003. p.47-90.
- LAPITAN, R.M.; DEL BARRIO, A.N.; KATSUBE, O. et al. Comparison of feed intake, digestibility and fattening performance of Brahman grade cattle (*Bos indicus*) and crossbred water buffalo (*Bubalus bubalis*). **Animal Science Journal**, v.75, n.6, p.549-555, 2004.
- LEÃO, M. I.; VALADARES, R. F.; COELHO da SILVA, J. F. Biometria do trato digestivo de bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.14, n.5, p. 559-564, 1985.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO, J.A.G. et al. Técnica de coleta de digesta omasal para estudos de digestão parcial em bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM. Nutrição de ruminantes.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- LUCCI, C.S.; VALVASORI, E.; LOPES, R. et al. Cana-de-açúcar (*saccharum officinarum*) in natura ou ensilada, adicionadas ou não de uréia, em dietas para ruminantes. Digestibilidade aparente¹. **Boletim da Indústria Animal**. v.60, n.1, p.47-53, 2003.
- LUNDRI, R.S.; RAZDAN, M.N. Efficiency of nitrogen utilization by zebus cows and buffaloes. 1. Nutrient utilization and nitrogen balances and preformed protein diets. **Tropical Agricultural**, v.57, n.1, p.123-131, 1980.
- MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V. et al. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes teores de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.716-726, 2007.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requirements of beef cattle**, Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2, 2004. Maringá. **Anais...**

- PEDROSO, A.F. **Aditivos químicos e microbianos como inibidores da produção de etanol em silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum* L.)** 2003. 140p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Determinação das frações protéicas e de carboidratos e taxas de degradação *in vitro* da cana-de-açúcar, da cama de frango e do farelo de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1887-1893, 2000.
- PEREIRA, E.S.; QUEIROZ, A.C.; PAULINO, M.F. et al. Fontes nitrogenadas e uso de *Sacharomyces cerevisiae* em dietas a base de cana-de-açúcar para novilhos: Consumo, digestibilidade, balanço nitrogenado e parâmetros ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.563-572, 2001.
- PRADHAN, K.; BHATIA, S.K.; SANGWAN, D.C. Feed consumption pattern, ruminal degradation, nutrient digestibility and physiological reactions in buffalo and cattle. **Indian Journal of Animal Sciences**, v.67, n.2, p.149-151, 1997.
- RODRIGUES, V.C.; ANDRADE, I.F.; SOUZA, J.C.D. Avaliação do consumo e da capacidade digestiva de búfalos e bovinos. **Ciência Agrotécnica**, v.25, n.6, p.1406-1412, 2001.
- SILVA, D.J., & QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3^a ed., Viçosa, MG: UFV.2002. 235p.
- SILVA, S.C. A cana-de-açúcar como alimento volumoso suplementar. In: **Volumosos para bovinos**. FEALQ, 1993. p. 59-74.
- SNIFFEN, C.J.; O’CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R.; RODRIGUES, P.H.M. et al. Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a digestão ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p.1565-1577, 2000.
- TEIXEIRA, J. C.; ANDRADE, G. A. Carboidratos na Alimentação de Ruminantes. In: II Simpósio de Forragicultura e Pastagens, 2001, Lavras. **Anais... II Simpósio de Forragicultura e Pastagens**. Lavras: Editora UFLA, 2001. p.165-210.
- TEWATIA, B.S.; BHATIA, S.K. Comparative ruminal biochemical and digestion related physiological characteristics in buffaloes and cattle fed a fibrous diet. **Buffalo Journal**, v.14, n.2, p.161-170, 1998.
- THIAGO,L.R.L.S.; VIEIRA,J.M. **Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca**. Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>. Acesso em: 29 ago. 2006.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1997. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1**. Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário)
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. London: Comstock Publishing Associates, 1994. 476p.

- VAN SOEST, P. J.; JONES, L. H. P. Effect of silica in forage upon digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 10, p.1644-48, 1968.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J., WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. **Journal of Association Official Analise Chemistry**, v.51, n.4, 1968.
- VILELA, M.S.; FERREIRA, M.A.; VERÁS, 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.
- ZAMBOM, M.A.; SANTOS, G.T.; MODESTO, E.C. et al. Valor nutricional da casca do grão de soja, farelo de soja, milho moído e farelo de trigo para bovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.23, n.4, p.937-943, 2001.
- ZEOULA, L.M.; COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M.I. et al., Total and partial digestibility in *Bos taurus*, *Bos taurus indicus* and buffalo fed on diets with different sources of starch in the presence or absence of urea: 2. Carbohydrates. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...Italia: 1997**.p.286-290.
- ZEOULA, L.M.; MAEDA, E.M.; CARDOSO, H.C. et al. Indicadores interno e externo na estimativa dos fluxos de matéria seca omasal e fecal em bovinos e bubalinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais... Jaboticabal: SBZ, 2007**. (CD-ROM). Nutrição de ruminantes.
- ZICARELLI, L. **Nutrition in dairy buffaloes - Alimentazione della buffala da latte**. Caserta: COPPIA OMAGGIO, 2001. 66P.

V - Características ruminais e eficiência de síntese microbiana em bovinos e bubalinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar com aditivos

Resumo - Avaliou-se o efeito de dietas contendo silagens de cana-de-açúcar com adição de *Lactobacillus buchneri* (SICAI), SICAI + 25,0% de farinha de varredura de mandioca (SICAIM), SICAI + 25,0% de casca de soja (SICAIS), SICAI + 3,3% de uréia (SICAIU) com base na MS, com relação volumoso:concentrado de 60:40%, sobre as características ruminais e eficiência de síntese microbiana em bubalinos e bovinos portadores de cânula ruminal. O delineamento utilizado foi com dois quadrados latinos 4 x 4 e arranjo fatorial 4 x 2. A cana-de-açúcar foi da variedade RB-855156 (precoce). O pH do líquido ruminal dos bubalinos (6,61) foi superior aos bovinos (6,48), e as dietas SICAIM e SICAIS propiciaram queda do pH ruminal em ambas as espécies além de maiores concentrações de AGV ruminal. A concentração de amônia ruminal (N-NH₃) não diferiu entre as espécies e a dieta SICAIU apresentou maior valor de 17,25 mg de NH₃/ 100 mL (P<0,05). A taxa de passagem de líquidos foi maior (P<0,05) para os bubalinos (12,9%/h) em relação aos bovinos (9,9%/h) com média de volume ruminal de 66,0 e 59,9 litros, respectivamente. O fluxo de N total no omaso foi maior para a dieta SICAIS em relação às demais. Os maiores valores de matéria orgânica verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), foram para as dietas SICAI e SICAIS, intermediários para SICAIM e menores para SICAIU. A eficiência de síntese microbiana foi superior para os bubalinos em relação aos bovinos (35,1 vs 24,6 g de N microbiano/ kg de MOVDR) e não houve diferença entre as dietas.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, amônia ruminal, pH ruminal, taxa de diluição

Ruminal characteristics and microbial synthesis efficiency in bovine and bubaline fed with sugar cane silagens with additives

Abstract- It was evaluated the effect of rations containing sugar cane silages added with *Lactobacillus buchneri* (SCSI), SCSI + cassava by product meal 25,0% (SCSIC), SCSI + soybean hulls 25,0% (SCSIS), SCSI + urea 3,3% (SCSIU), based in DM, with a roughage:concentrate ratio of 60:40%, on ruminal characteristics and microbial synthesis efficiency in bubaline and bovine with ruminal cannula. The experimental design was two 4x4 Latin squares with a 4x2 factorial arrangement. The sugar cane variety was RB-855156 (precocious). The liquid ruminal pH was higher for buffaloes (6.61) than bovines (6.48), and SCSIC and SCSIS rations decreased the ruminal pH in both species (≥ 6.4) besides the higher ruminal volatile fatty acids concentrations. The ruminal ammonia concentration (N-NH₃) did not differ between species and SCSIU treatment presented the highest value of 17.25 mg N-NH₃/ 100 mL (P<0.05). The liquid passage rate was higher (P<0.05) for buffaloes (12.9%/h) than bovines (9.9%/h) with

average ruminal volume of 66.0 and 59.9 liters, respectively. The omasal N-total flow was higher in rations SCSIS than the others. The higher organic matter values truly degradable, in the rumen (OMTDR), were to SCSI and SCSIS treatments, intermediate to SCSIC and smaller to SCSIU treatments. The higher microbial synthesis efficiency was for buffaloes in relation to bovines (52.9 vs 30.8 g of N-microbial/kg OM apparently degraded in rumen and 35.1 vs 24.6 g of N-microbial/kg OMTDR), and there was no difference between rations.

Key words: dilution rate, ruminal ammonia, ruminal pH, volatile fatty acids

Introdução

O Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e a área cultivada ocupa mais de 5 milhões de hectares, com oferta de 425,6 milhões de toneladas (Carvalho, 2006). A produção de cana-de-açúcar integral fresca/ha/corte pode variar entre 60 e 120 toneladas, por um período de até cinco anos (Thiago & Vieira, 2006).

A ensilagem no momento de melhor valor nutricional desta gramínea representa facilidade organizacional com reduções de mão-de-obra e concentração das atividades de campo, uniformização do crescimento da rebrota e maior longevidade do talhão (Nussio e Schmidt, 2004). A cana de açúcar é mais produtiva e apresenta menor custo na ensilagem que o milho/unidade de área (Anualpec, 2006).

As cadeias produtivas de carne e leite têm apresentado crescimento substancial. Em agronegócio, a produção de carne bovina cresceu na última década, em média, 30% (Euclides Filho, 2004). A previsão anual de produção leiteira se encontra em torno de 25 bilhões de litros anuais (Anualpec, 2006). Tais números são reflexos diretos do efetivo rebanho bovino brasileiro, que totalizou, em 2005, cerca de 160 milhões de cabeças (Anualpec, 2006).

A bubalinocultura tem apresentado expressiva expansão com um crescimento anual de 3 a 3,5%, devido ao maior conhecimento de suas potencialidades e características produtivas, com disseminação da espécie para diversas regiões, onde passaram a ser explorado tanto para corte quanto para produção leiteira (Bernardes, 2007). O rebanho nacional é de aproximadamente 1,2 milhões de animais distribuídos em todas as regiões (Anualpec, 2006). Porém não há consenso para este montante, de acordo com Borghese e Mazzi (2005), o rebanho nacional é bem mais numeroso, com cerca de 3 milhões de animais.

Como em qualquer atividade produtiva, buscam-se reduções nos custos de

produção de carne e leite. Desta forma, o uso da silagem de cana-de-açúcar no período de escassez de forragem pode ser uma alternativa viável para manter os índices de produtividade.

Informações sobre o uso da silagem de cana-de-açúcar são necessárias nas diversas condições experimentais, e quais modificações podem ocorrer no ambiente ruminal quando fornecidas a bovídeos sobre os aspectos de fermentação. Desta forma, objetivou-se avaliar o pH, concentrações de N-NH₃ e ácidos graxos voláteis no líquido ruminal, a dinâmica da fase líquida e eficiência de síntese microbiana de bovinos e bubalinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar aditivadas com *Lactobacillus buchneri* mais farinha de varredura de mandioca, casca de soja e uréia.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) e as análises químicas foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal pertencentes ao Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá e Laboratório de Bromatologia, da Universidade de São Paulo da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ).

Foram utilizados quatro bovinos da raça Holandesa (3 anos de idade), e quatro bubalinos (2 anos) mestiços machos, castrados, com peso corporal médio de 492 ± 10 kg e de 403 ± 49 kg, respectivamente, fistulados no rúmen. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e bebedouro.

O corte e a ensilagem da cana-de-açúcar foram realizados nos dias 10 e 13 de junho de 2005. A cana-de-açúcar, variedade RB 855156 (precoce), colhida aos 11 meses, primeiro corte, com produção estimada de 94 toneladas de MV/ha, e valor médio de 17,9° Brix foi fornecida pela COOPERVAL - Cooperativa Agroindustrial Vale do Ivaí Ltda, do município de Jandaia do Sul - PR e transportada para FEI para as confecções das silagens de cana-de-açúcar aditivadas.

A composição química das silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos está demonstrada na Tabela 1 e a percentual e química das quatro dietas experimentais na Tabela 2. A ração foi composta de milho moído, farelo de soja, e silagem de cana-de-açúcar na relação volumoso:concentrado de 60:40, as dietas foram balanceadas para serem isoprotéicas e isoenergéticas (12% de PB e 69% de NDT) e fornecidas *ad libitum* (NRC, 1996).

As silagens foram confeccionadas em quatro silos tipo trincheira (7000 kg), com os seguintes tratamentos:

- silagem de cana-de-açúcar mais adição de inoculante bacteriano (SICAI);
- silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e farinha de varredura de mandioca (SICAIM);
- silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e casca de soja (SICAIS);
- silagem de cana-de-açúcar mais adições de inoculante bacteriano e uréia (SICAIU).

Tabela 1 – Composição química dos alimentos e das silagens de cana-de-açúcar aditivadas produzidas em silos trincheira (% MS)¹

Table 1 – Chemical composition of feeds and additive silages produced in trench silos (% DM)¹

Variáveis <i>Variables</i>	CA <i>SC</i>	FVM <i>COM</i>	CS <i>SH</i>	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>
MS (<i>DM</i>)	31,31	93,42	90,29	29,55	32,93	32,22	27,41
MO (<i>OM</i>)	96,86	99,12	95,73	95,16	95,56	95,65	94,67
PB (<i>CP</i>)	2,02	1,08	11,18	2,91	2,85	5,30	11,60
Cinzas (<i>Ash</i>)	3,14	0,88	4,27	4,84	4,44	4,54	5,33
FDN (<i>NDF</i>)	50,13	7,09	70,46	61,10	49,01	59,37	63,13
FDA (<i>NDF</i>)	31,4	4,11	55,41	42,43	32,63	42,64	40,49
LIG (<i>LIG</i>)	7,00	1,61	5,60	8,94	5,78	6,28	8,90
CNF (<i>NFC</i>)	-	-	-	31,77	41,90	30,36	22,89
CHOT (<i>TC</i>)	95,3	-	-	91,20	91,70	89,51	82,18
% NIDN (<i>NDIN</i>) ²	33,93	17,26	41,34	34,99	28,38	31,51	11,92
% NIDA (<i>ADIN</i>) ²	32,69	5,47	14,39	34,57	24,56	20,26	10,00
% Sílica (<i>silica</i>)	-	-	-	3,08	2,32	1,62	3,25

¹CA= cana-de-açúcar, FVM= farinha de varredura de mandioca, CS= casca de soja, SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia; ²NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro, NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido (% do N total)

¹SC= sugar cane, CPM= cassava by-product meal, SH= soybean hulls, SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea; ²NDIN= neutral detergent insoluble nitrogen, ADIN= acid detergent insoluble nitrogen (% total N)

A cana-de-açúcar sem despalhamento foi processada através de uma picadora de forragens estacionária, regulado para corte com tamanho de partícula médio de 10 mm. No momento da ensilagem da cana-de-açúcar foi utilizado o inoculante bacteriano da seguinte maneira: uma solução aquosa contendo bactéria heterolática *Lactobacillus buchneri* foi pulverizada sobre a cana-de-açúcar picada, no momento do preenchimento dos silos, utilizou-se água destilada, de acordo com a recomendação do fabricante em quantidade suficiente para obtenção de $3,64 \times 10^5$ unidades formadoras de colônia – UFC/g de matéria natural (MN). Este tratamento foi considerado a testemunha (SICAI).

Foram utilizados resíduos agroindustriais para adição à SICAI, casca de soja (alto

teor de fibra digestível com alto teor de pectina) e a farinha de varredura de mandioca (alto teor de amido) que foram homogeneizadas à cana-de-açúcar picada na proporção de 25,0% na MS, que constituiu os tratamentos SICAI e SICAIM, respectivamente.

A uréia (3,3% MS) foi utilizada na forma granulada contendo 45% de N, com objetivo de melhorar o teor protéico da silagem, perfazendo o quarto tratamento (SICAIU).

Nos silos tipo trincheira sem revestimento, o solo foi revestido com bagaço de cana-de-açúcar e as laterais com lonas plásticas. A aplicação dos aditivos foi realizada diretamente sobre a cana-de-açúcar picada, compactando-a com trator e após o enchimento foi coberta com lonas plásticas protegidas com bagaço de cana-de-açúcar.

O fornecimento das dietas experimentais aos animais foi realizado duas vezes ao dia, em duas porções iguais, pela manhã (8h) e à tarde (16h), sendo o volumoso e o concentrado misturados no cocho.

Tabela 2- Composição percentual e química das dietas experimentais (% da MS)

Table 2- Percentual and chemical composition of experimental diets (% DM)

Alimentos (<i>Feeds</i>)	Tratamentos (%) ¹ <i>Treatments (%)</i> ¹			
	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>
Farelo de soja (<i>Soybean mea</i>)	16,00	17,00	13,00	3,00
Milho moído (<i>Milled corn</i>)	23,00	22,00	26,00	36,00
Sal mineral (<i>Salt</i>)	1,00	1,00	1,00	1,00
Volumoso (<i>Roughage</i>)	60,00	60,00	60,00	60,00
Componentes (<i>Components</i>) (%)				
MS (<i>DM</i>)	53,00	55,04	54,63	51,77
MO (<i>OM</i>)	95,84	96,22	95,98	96,03
PB (<i>CP</i>)	11,67	11,92	11,87	11,76
FDN (<i>NDF</i>)	42,63	37,48	42,33	44,18
FDA (<i>ADF</i>)	27,69	22,37	27,77	26,10
Cinzas (<i>Ash</i>)	4,16	3,78	4,02	3,97
EE (<i>EE</i>)	1,94	1,81	1,92	2,15
CHOT (<i>TC</i>)	80,99	80,85	81,29	81,25
CNF (<i>NFC</i>)	39,4	44,7	40,4	38,3
Lignina (<i>Lignin</i>)	6,25	4,47	4,86	6,15
NIDA (<i>ADIN</i>) ²	22,09	17,48	15,15	9,62
NIDN (<i>NDIN</i>) ²	23,80	19,77	21,90	10,77

¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia; ²NIDA= nitrogênio insolúvel em detergente ácido, NIDN= nitrogênio insolúvel em detergente neutro (% N total)

¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea; ²ADIN= acid detergent insoluble nitrogen; NDIN= neutral detergent insoluble nitrogen (% total N)

Os animais receberam diariamente cerca de 50 g de sal mineral, obtido da mistura 1:1 de sal comum com um suplemento comercial contendo na sua composição por kg

do produto 65,0 g de fósforo, 130,0 g de cálcio 5,0 g de magnésio, 13,0 g de enxofre, 700 mg de ferro, 850 mg de cobre, 1000 mg de manganês, 120 mg de iodo e 80 mg de cobalto.

Diariamente, em todo período experimental, eram feitas as pesagens do alimento fornecido e das sobras, e no período de coleta esses eram também amostrados e acondicionados em sacos plásticos e armazenados a -20°C para posterior análise química. Os animais foram pesados nos finais de cada período de adaptação e de coleta para estimar o consumo de MS e de nutrientes em relação ao peso dos animais.

O experimento foi conduzido em quatro períodos experimentais, sendo 14 dias para adaptação dos animais e seis dias de coleta, totalizando 20 dias por período experimental. Do primeiro ao quarto dia do período de coleta, de cada período experimental, foram amostrados, cerca de 400 mL de digesta omasal/dia, sendo que, no primeiro dia foi realizada a coleta às 8:00 horas, no dia seguintes às 12:00h, no terceiro dia às 16:00h e no último dia às 20:00 horas (perfazendo um total de 4 amostras por animal em cada período). A coleta de digesta omasal foi realizada por sucção do conteúdo omasal, segundo técnica descrita por Leão et al. (2002). As amostras foram armazenadas em sacos plásticos, devidamente etiquetadas, e congeladas a -20°C.

Para estimar o fluxo diário de MS na digesta omasal foi utilizado como indicador externo o óxido de cromo (Cr_2O_3). O Cr_2O_3 foi embrulhado em papel na quantidade de 5 g e colocado diretamente no rúmen às 8:00 e 16:00 horas, totalizando 10 g de Cr_2O_3 / animal/ dia, durante todos os 4 períodos de adaptação e coleta.

O fluido ruminal (70 mL) foi coletado no quinto dia do período de coleta, via cânula ruminal, nos tempos 0 (que antecede a primeira alimentação) 2, 4, 6, 8 horas após a alimentação da manhã. O pH foi medido imediatamente após a coleta. Aproximadamente 50 mL de líquido ruminal foram acidificados com 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 para determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3) e ácidos graxos voláteis (AGV).

No quinto dia de coleta também foi administrado no rúmen dos animais 30 g de Co-EDTA diluídos em 500 mL de água destilada, segundo Uden et al. (1980) antes da primeira alimentação infundido em dose única. Foram coletados cerca de 20 mL de líquido ruminal antes da infusão e a cada duas horas até completar 12 horas após a administração do marcador.

No último dia de cada período, foram amostrados cerca de 1,5 Kg de conteúdo ruminal (2h após a alimentação), misturados a 500 mL de solução salina 0,9% (NaCl),

homogêinizados em liquidificador, coados com tecido duplo e o filtrado armazenado a -20°C para ser processado de acordo com Cecava et al. (1990). Para a determinação do fluxo omasal de proteína microbiana, foram utilizadas as bases purinas, quantificadas conforme técnica descrita por Ushida et al. (1985). O fluxo total de N microbiano para o duodeno (g/dia) foi estimado pela divisão da razão N: purinas bactéria pela razão N: purinas digesta duodenal e multiplicando este quociente pelo fluxo total individual de N. A eficiência de síntese microbiana foi também expressa em g de N microbiano/kg de MO verdadeira degradada no rúmen (MOVDR) que por sua vez foi calculada pela equação = ingestão de MO (g/dia) – [MO duodenal (g/dia) – MO microbiana (g/dia)].

Após o período de coleta, as amostras de alimento e digestas omasal foram secas em estufa a 55°C por 72 horas, moídas (1 mm) individualmente e misturadas em quantidades iguais, com base no peso seco, para formar amostras compostas de digesta por animal e para cada dieta.

Os teores de MS, MO, PB e EE foram determinados segundo AOAC (1980) citados em Silva e Queiroz (2002). As determinações da fibra em detergente neutro (FDN), e da fibra em detergente ácido (FDA), foram conduzidas de acordo com Van Soest et al. (1991). Dos resíduos provenientes da análise química da FDN e da FDA foram determinados o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) de acordo com Licitra et al. (1996). A lignina foi determinada de acordo com Van Soest e Wine (1968) e a sílica conforme Van Soest e Jones (1968). Para a quantização dos carboidratos totais (CHOT), utilizou-se a equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela diferença entre os teores de CHOT e FDN_{PB} , em que FDN_{PB} constitui a parede vegetal isenta de proteína bruta, segundo Sniffen et al. (1992).

A dosagem de amônia nas amostras de líquido ruminal foi feita pela técnica de Ferner (1965), modificada por Vieira (1980).

Para determinação de AGV as amostras foram centrifugadas a 14.000 g (4° C), durante 40 minutos, sendo analisadas de acordo com Palmquist & Conrad (1971) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100 µL de solução padrão interno, 800 µL da amostra e 200 µL de ácido fórmico 85%. Uma mistura de

ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

A taxa de diluição foi determinada pela diminuição da concentração de cobalto ruminal em função do tempo. As amostras de líquido de rúmen, após o descongelamento, foram centrifugadas a 3700 rpm por 30 minutos e a leitura do sobrenadante foi realizada em espectrofotômetro de absorção atômica para a determinação da concentração de cobalto.

A taxa de passagem de líquido e as curvas de concentração ruminal do cobalto (Co) foram ajustadas ao modelo exponencial unicompartmental de Hungate (1966), citado por Colucci (1984): $Y_{Co} = A \times e^{(-k_1 \cdot t)}$ em que Y_{Co} = concentração do indicador no tempo t ; A = concentração de equilíbrio do Co; k_1 = taxa de passagem ou de diluição do Co; e t = tempo de amostragem. Os parâmetros da dinâmica da fase líquida foram calculados de acordo com Colucci et al. (1990): Tempo de retenção no rúmen (h) (TeR) = $1 /$ taxa de passagem de fluidos (%/h) (k_{1Co}); Volume de líquido ruminal (L) (VLR) = quantidade de Co fornecida (mg) / A ; Taxa de fluxo ruminal (L/h) (TxF) = $k_{1Co} \times VLR$ e a taxa de reciclagem (TRec) da fase líquida ruminal foi calculada conforme Maeng & Baldwin (1976) TRec (nº de vezes/dia) = $24 \text{ h} / \text{TeR}$.

Foi utilizado um delineamento experimental com dois quadrados latinos 4 x 4 e arranjo fatorial 4 x 2 (quatro dietas e duas espécies) sendo uma espécie em cada quadrado latino para avaliar a dinâmica da fase líquida e eficiência de síntese microbiana. As análises estatísticas das variáveis foram interpretadas no Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (UFV, 1997), e as médias foram comparadas utilizando-se o teste Tuckey ao nível de significância de 5%.

Para os valores observados de pH, N-NH₃ e AGV no líquido ruminal, procederam-se à subdivisão das parcelas experimentais em função dos tempos de amostragem. Foi utilizada a análise de regressão para as concentrações de pH, N-NH₃ e AGV do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação da manhã (0, 2, 4, 6 e 8 horas) para cada tratamento.

Resultados e Discussão

Não houve interações da espécie e dietas, espécie e horários de coleta e dietas e horários de coleta ($P > 0,05$) para o pH do líquido ruminal, porém houve diferenças para as dietas, para as espécies e para os horários de coleta ($P < 0,05$). Os valores médios observados de pH do líquido ruminal foram 6,48; 6,48; 6,60 e 6,64 para SICAIM,

SICAIS, SICAIU e SICAI, respectivamente.

Foi observado efeito quadrático em função do tempo após a alimentação com a seguinte equação de regressão: $\hat{Y}_{pH} = 6,81 - 0,21T + 0,023T^2$ ($R^2 = 0,97$), onde T= tempo após a alimentação (Figura 1). A mínima concentração estimada de pH do líquido ruminal foi de 6,33 às 4:56 horas. A ausência do efeito da interação dieta e horário de coleta são devidos a pequena variação no pH ruminal observados nos diferentes horários de coleta como observado na Tabela 3.

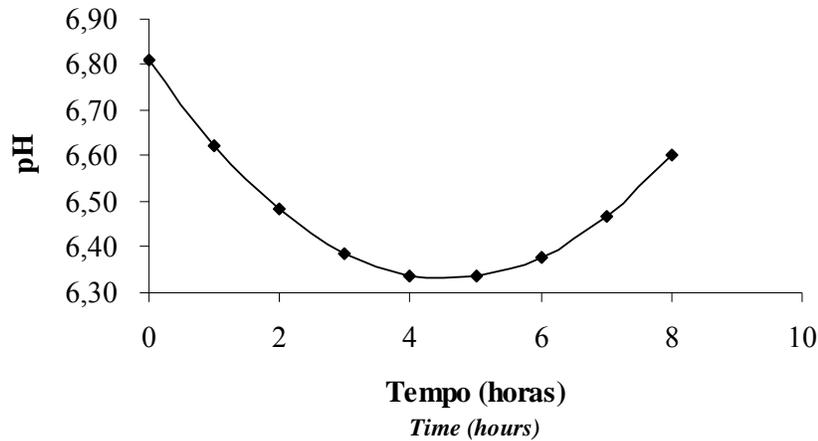


Figura 1- pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação com silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos

Figure 1 – pH ruminal fluid in function of post feeding with sugar cane silages with different additives

O pH do líquido ruminal está em grande parte dependente da composição da dieta em termos de carboidratos não estrutural e estrutural e é resultado da quantidade de ácidos graxos voláteis produzidos no rúmen, da taxa de produção e de seu grau de dissociação (pK). Assim, a maior produção de AGV totais ($P < 0,05$), observada, para ambas as dietas, SICAIS e SICAIM, refletiu nos valores de pH ruminal inferiores. Essas dietas diferiram na concentração de FDN e CNF (Tabela 2). Para a dieta SICAIM verificou-se maior teor de CNF provavelmente propiciado pelo elevado teor de amido (82,4%) presente na FVM (Zeoula & Caldas Neto, 2001) e maior digestibilidade ruminal dos CNF (Artigo 2), assim as características dessa dieta podem ter influenciado no menor pH ruminal para a dieta SICAIM. Ainda, valores de pH de 6,1 (Tabela 3) foram observados no líquido ruminal, para a dieta SICAIM, na espécie bovina às 4 horas após a alimentação, e essa dieta apresentou menor digestibilidade total da FDN e da FDA (Artigo 2), e quanto mais reduzido for o pH ruminal mais prejudicial é para os

microrganismos ruminais. Para a dieta SICAIS verificou-se maior consumo de MS e maiores coeficientes de digestibilidade total da MS e da FDN, em ambas as espécies, e o menor valor de pH observado foi 6,2 às 4:00 horas que não prejudicou atuação dos microrganismos celulolíticos.

Tabela 3- pH do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação de bovinos e bubalinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar aditivadas

Table 3 - pH ruminal fluid in function of post feeding in cattle and buffaloes fed with additived sugar cane silages

	Dieta (Diet) ¹	Tempo (horas)				
		Time (hours)				
		0	2	4	6	8
Bovinos Cattle	SICAI (SCSI)	7,0	6,5	6,5	6,5	6,7
	SICAIM (SCSIC)	6,7	6,3	6,1	6,3	6,5
	SICAIS (SCSIS)	6,7	6,3	6,2	6,2	6,5
	SICAIU (SCSIU)	6,8	6,5	6,3	6,6	6,7
Bubalinos Buffaloes	SICAI (SCSI)	7,0	6,6	6,5	6,6	6,6
	SICAIM (SCSIC)	7,0	6,5	6,3	6,5	6,6
	SICAIS (SCSIS)	6,7	6,4	6,4	6,6	6,7
	SICAIU (SCSIU)	6,9	6,6	6,6	6,5	6,7

¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia

¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea

Mendonça et al. (2004) não observaram diferença no pH ruminal de vacas em lactação alimentadas com dietas contendo silagem de milho ou cana-de-açúcar com relação volumoso:concentrado de 60:40. Da mesma forma, Magalhães et al. (2006) não observaram diferença no pH ruminal de vacas em lactação alimentadas com níveis de substituição da silagem de milho por cana-de-açúcar.

Maiores valores médios de pH do líquido ruminal (P<0,05) foram observados para os bubalinos (6,61) em relação aos bovinos (6,48). Da mesma forma, maiores valores de pH ruminal foram observados para os bubalinos quando comparados aos bovinos (Souza et al., 2000; Beleze, 2005; Maeda et al., 2007). De acordo com Sivkova et al. (1997) os bubalinos apresentam uma secreção salivar mais intensa e maior poder tampão da saliva que flui para o rúmen. Verificou-se que o comportamento alimentar dos bubalinos e bovinos é diferente, enquanto os bubalinos consomem a dieta de forma gradativa ao longo do dia, os bovinos consumiam a dieta em pouco tempo após o fornecimento da mesma, o que pode explicar a queda de pH menos acentuada para os bubalinos (informação pessoal, observações realizadas durante 24 horas, em ensaio concomitante). Maeda et al. (2007) também observaram manutenção do pH ruminal de bubalinos quando comparados a bovinos alimentados com dietas com teores de

concentrado.

Para a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ruminal verificou-se interação de horário de coleta e dieta, com efeito cúbico em função do horário de coleta (Figura 2). Não houve interação da espécie e dieta, como também não houve efeito de espécie para a concentração de N-NH₃.

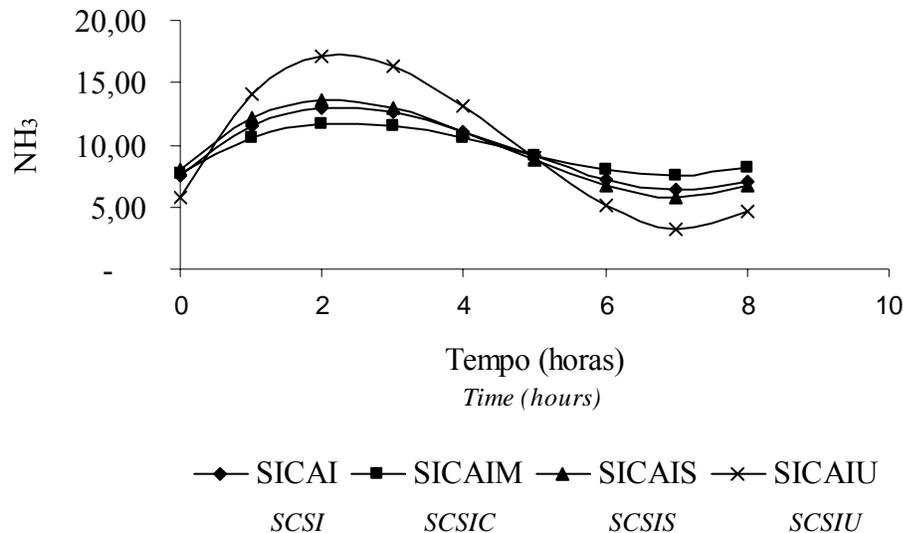


Figura 2- Concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) mg/100 mL do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação para as dietas experimentais: SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia

Figure 2 - Ammonia nitrogen concentration (N-NH₃) mg/100 mL of ruminal fluid in function of time after feeding to experimental rations; SCSi= sugar cane silage + inoculate, SCSiC= SCSi + cassava by product meal, SCSiS= SCSi + soybean hulls, SCSiU= SCSi + urea

As equações de regressão ajustadas para as concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal (mg/100 mL) em função dos tempos de coleta para cada dieta independente das espécies foram as seguintes: NH₃= 7,56 + 5,46X - 1,60X² + 0,11X³ (SICAI); NH₃= 7,65 + 3,94X - 1,13X² + 0,08X³ (SICAIM); NH₃= 7,96 + 5,83X - 1,78X² + 0,13X³ (SICAIS); NH₃= 5,82 + 11,41X - 3,35X² + 0,24X³ (SICAIU). A máxima concentração estimada de N-NH₃ ruminal foi, para as dietas SICAIU (17,25 mg/100 mL), SICAIS (13,55 mg/100 mL), SICAI (13,02 mg/100 mL), e SICAIM (11,71 mg/100 mL), respectivamente, às 2,24; 2,13; 2,23 e 2,32 horas após a alimentação, e a concentração mínima estimada de N-NH₃ ruminal foi para SICAIU (3,2 mg/100 mL), SICAIS (5,76 mg/100 mL), SICAI (6,37 mg/100 mL) e SICAIM (7,51 mg/100 mL), às 7,14; 7,07; 7,12 e 7,02 horas após a alimentação, respectivamente.

As dietas SICAIU e SICAIM propiciaram picos de concentrações de N-NH₃ no líquido ruminal distintas. Para a SICAIM registrou-se máxima concentração de N-NH₃

de 11,71 mg/100 mL no líquido ruminal e menor desaparecimento como verificado pela concentração de 7,51 mg/100 mL às 7:00 horas após a alimentação em relação a SICAIU. A SICAIU resultou em maior concentração de N-NH₃ ruminal após a alimentação (17,25 mg/100 mL) e maior desaparecimento com valor mínimo estimado de 3,2 mg/100 mL às 7:14 horas. É provável que para a SICAIU a amônia fosse disponibilizada rapidamente para os microrganismos, principalmente aqueles fermentadores de carboidratos fibrosos que refletiu em maior fermentação ruminal da fração FDA (Artigo 2). Embora, havendo diferenças na concentração de amônia ruminal durante o período observado de zero à oito horas para essas dietas, não refletiu em diferenças na eficiência de síntese microbiana (Tabela 7).

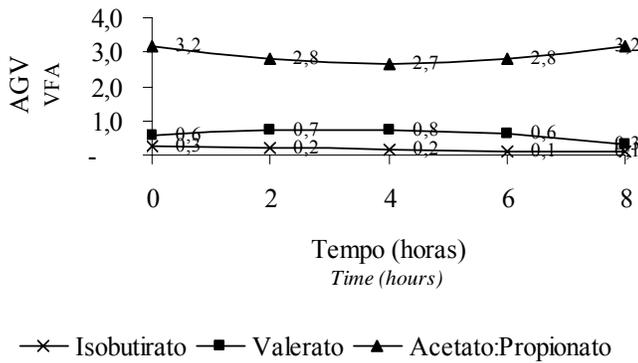
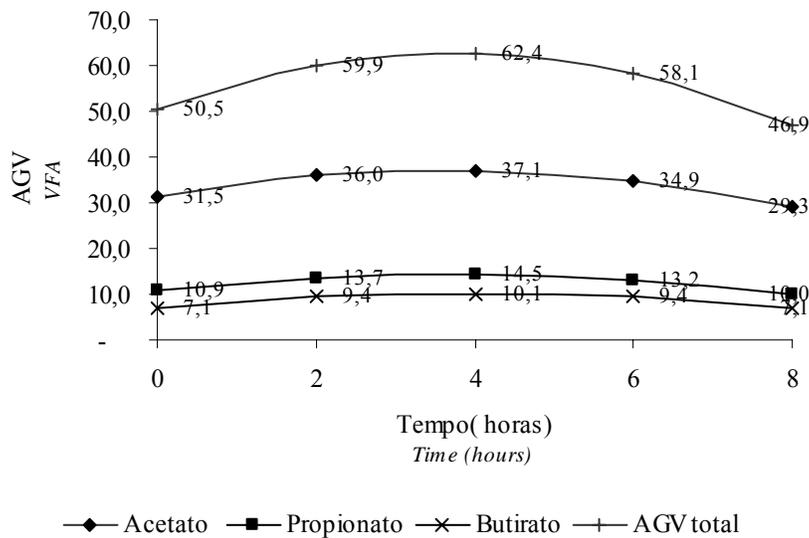
As concentrações de N-NH₃ ruminal situaram-se abaixo do intervalo proposto por Mehrez et al. (1977) de 19 a 23 mg/100 mL para a máxima atividade fermentativa no rúmen. Porém, foram superiores aos 3,3 e 8,0 mg/100 mL para otimização da síntese microbiana e da digestão da MO no rúmen, respectivamente (Hoover, 1986).

Concentrações médias de N-NH₃ ruminal (mg/100 mL), próximas às do presente trabalho, também foram observados por Schmidt (2006) em bovinos alimentados com silagens de cana-de-açúcar sem aditivo (9,37 mg/100 mL), aditivada com uréia (10,3 mg/100 mL) e *L. buchneri* (10,3 mg/100 mL), também não se observou interação dieta e horário de coleta com máxima concentração estimada de 13,57 mg/100 mL às duas horas após a alimentação da manhã.

Efeito cúbico com aumentos na concentração de N-NH₃ ruminal momentos antes do fornecimento da dieta é observado na literatura (Cameron et al., 1991; Fregadolli et al., 2001; Maeda et al., 2007) que relacionaram, ao manejo de alimentação que geram ansiedade e conseqüente estímulo para a salivação, devido a fatores sensoriais como visualização do alimento e olfato.

Para a concentração dos ácidos graxos voláteis (AGV) no líquido ruminal não houve efeito das interações espécie e dieta, espécie e horário de coleta, dieta e horário de coleta ($P > 0,05$) e também efeito das espécies. Porém, foi observada diferença entre as dietas e efeito quadrático para o tempo após a alimentação ($P < 0,05$) (Figura 3). Os valores máximos calculados foram de 37,59 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 3,64h para concentrações de acetato, de 14,50 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 3,77h para o propionato, de 10,10 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 3,96h para butirato, 1,28 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 3,83h para valerato, e 62,88 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 3,74h para total de AGV, ($\mu\text{M}/\text{mL}$) e mínima concentração de 0,14 $\mu\text{M}/\text{mL}$ às 9,30h para isobutirato,

independente da espécie.



Acetato/acetate: $31,5+3,08T-0,42T^2$ ($R^2 = 0,75$); propionato/propionate: $10,90+1,89T-0,25T^2$ ($R^2 = 0,76$); butirato/butyrate: $7,06+1,53T-0,19T^2$ ($R^2 = 0,82$); AGV total/total VFA: $50,48+6,43T-0,86T^2$ ($R^2 = 0,78$); isobutirato/isobutyrate: $0,26-0,03T+0,001T^2$ ($R^2 = 0,96$); valerato: $0,55+0,13T-0,02T^2$ ($R^2 = 0,96$); relação acetato:propionato/ acetate:propionate ratio: $3,15-0,239T+0,03T^2$ ($R^2 = 0,83$);

Figura 3 – Concentração do acetato, propionato, butirato e total de ácidos graxos voláteis (a), isobutirato, valerato e relação acetato:propionato (b) μM/ mL do líquido ruminal em função do tempo após a alimentação, em bovinos e bubalinos

Figure 3 – Acetate, propionate, butyrate and total volatile fatty acid (a), isobutyrate, valerate concentration and acetate:propionate ratio (b) μM/ mL of ruminal fluid in function of time after feeding, in buffaloes and cattle

Os AGV presentes no rúmen são produzidos principalmente da fermentação de carboidratos, como celulose, hemicelulose, pectina e açúcares. Embora as dietas contivessem teores semelhantes de carboidratos totais, as silagens de cana-de-açúcar com adição da casca de soja e da farinha de varredura de mandioca, apresentaram maiores concentrações molares totais de AGV em relação a SICAI (60,5 μM/mL; 61,24

μM/mL e 46,7 μM/mL, respectivamente). A dieta SICAIM apresentou maior concentração de CNF (% MS) e numericamente maior digestibilidade ruminal dos CNF em relação a SICAI (67,9% vs 60,7% do total digerido), em bubalinos, que pode em parte ter contribuído para a maior produção de acetato, propionato, butirato e isobutirato nesta dieta. Com relação a SICAIS, os maiores valores observados para a concentração de AGV ruminal dos animais alimentados com essa dieta, em relação a SICAI, podem estar relacionados a maior digestibilidade total da FDN e FDA (P<0,05), observado em ambas as espécies (Artigo 2).

Os animais alimentados com silagem de cana-de-açúcar aditivada com uréia (SICAIU) apresentaram concentração de acetato, propionato e butirato no rúmen, semelhante a SICAI, com exceção para a concentração do isobutirato que foi inferior para a SICAIU (0,32 μM/mL vs 0,23 μM/mL). Apesar do isobutirato representar somente 1 a 4,5% do total de AGV produzidos no rúmen (Coelho da Silva e Leão, 1979), é um AGV de cadeia ramificada necessário para o crescimento das bactérias celulolíticas (Dehority e Grubb, 1976 citados por Arcuri et al., 2006). O isobutirato é originado da deaminação do aminoácido de cadeia ramificada, a isoleucina, e como a principal fonte de PB da dieta SICAIU era a uréia (nitrogênio não protéico), esta apresentou concentração inferior às demais dietas.

As variações médias da proporção molar do acetato foram de 60,7% e do propionato de 22,4% do total de AGV produzidos no rúmen estão de acordo com os citados por Coelho da Silva & Leão (1979) para acetato de 54 a 74% e propionato de 16 a 27%.

A concentração de AGV ruminal total foi maior para as dietas SICAIM (60,53 μM/mL) e SICAIS (61,24 μM/mL) em relação a SICAI (46,65 μM/mL) e SICAIU (51,27 μM/mL). Maiores concentrações totais de AGV, em relação ao presente estudo, foram obtidos no líquido de rúmen de bovinos alimentados com silagem de cana-de-açúcar com polpa cítrica de 86,99 μM/mL observadas por Silveira et al. (2002a) e por Silveira (2005) em novilhos alimentados com cana-de-açúcar exclusiva ou com diferentes fontes nitrogenadas que obteve média de AGV total de 148,22 μM/mL. Embora ambos os autores tenham obtido menores ingestões pelos animais (1,36% e 1,09% PC vs 1,48% PC), provavelmente as menores concentrações de AGV do presente estudo podem ser devidas as baixas digestibilidades da MO e taxa de degradação da MS observadas para as dietas (Artigo 2).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) entre bovinos e bubalinos, para concentrações de AGV. Da mesma forma estudos mostram pouca ou nenhuma diferença na concentração de AGV entre as espécies alimentadas com diferentes dietas (Ranjhan et al., 1993; Souza, et al., 2000; Zeoula et al., 2006).

Não houve efeito da interação espécie e dieta e efeito das dietas, porém houve da espécie, para as taxas de passagem de líquidos (%/hora), tempo de reciclagem (horas), taxa de reciclagem (vezes/dia), taxa de fluxo de líquido (litros/hora) (Tabela 4).

A taxa de passagem de líquidos ruminal geralmente aumenta, quando ambos, porcentagem de forragem na dieta ou nível de ingestão aumentam (Valadares Filho e Pina, 2006). Não houve diferença para a TP (%/h) entre as dietas, uma vez que apresentaram teores de FDN semelhantes, com valor médio de $41,6 \pm 2,9\%$ e a ingestão de MS não diferiu entre as dietas SICAI, SICAIM e SICAIS, porém foi inferior para SICAIU (Artigo 2).

Tabela 4- Taxa de passagem de líquido (TP, %/hora), tempo de retenção (TeR, horas), taxa de reciclagem (TRec, vezes/dia), taxa de fluxo de líquido (TF, litros/hora) e volume ruminal (VR) para dietas com silagens de cana-de-açúcar com diferentes aditivos em bubalinos e bovinos

Table 4- Liquid passage rate (PR, %/hour), recycling time (TR, hours), recycling rates (RR, times/day) and liquid rate flow (FR, liters/hour) and ruminal volume (RV) of diets with sugar cane silages with different additives in buffaloes and bovine

Variáveis <i>Variables</i>	Tratamentos ¹ <i>Treatments</i>				Espécies <i>Species</i>		CV % <i>CV %</i>
	SICAI	SICAIM	SICAIS	SICAIU	Bubalino	Bovino	
	<i>SCSI</i>	<i>SCSIC</i>	<i>SCSIS</i>	<i>SCSIU</i>	<i>Buffalo</i>	<i>Cattle</i>	
TP (%/hora) <i>PR, %/hour</i>	11,4	11,1	11,8	9,9	12,2a	9,9b	19,68
TeR (horas) <i>TR, hours</i>	8,7	9,8	8,9	10,6	8,6b	10,4a	5,22
TRec (vezes/dia) <i>RR, times/day</i>	2,8	2,7	2,8	2,4	2,8	2,5	28,48
TF (L/h) <i>FL, liters/hour</i>	8,3	7,8	8,6	6,5	8,4	7,2	36,83
VR (L) <i>RV (L)</i>	56,4	67,0	65,3	63,3	66,0	59,9	-
VR (%PC) <i>RV (% BW)</i>	13,0	15,2	14,9	14,4	16,5	12,2	-

¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia. CV= coeficiente de variação. Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P<0,05$)

¹ *SCSI= sugarcane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea CV= coefficient of variation. Means followed by different letters, within a row differ by Tukey test ($P<0.05$)*

Também, Silveira (2005) avaliou a dinâmica da fase líquida em novilhos mestiços alimentados com cana-de-açúcar exclusiva (suplementada com fonte de amido) ou

suplementada com fontes de proteína degradável no rúmen (uréia, glúten de milho ou farelo de soja) na proporção 85:15 de volumoso:suplemento e não observaram diferença entre as dietas. Porém os valores médios observados por esse autor foram inferiores quando comparados ao do presente trabalho, para taxa de diluição de 6,99%/h e taxa de fluxo de 4,25 litros/h e maior tempo de reciclagem de 16,21h. Provavelmente devido ao menor consumo dos animais (1,09% do peso corporal) que foi inferior ao presente estudo com valor médio observado de 1,48% do PC, onde se observou também média superior de taxa de fluxo (7,8 L/h).

Os bubalinos foram superiores aos bovinos para a taxa de passagem de líquidos (12,2 vs 9,9%/h) e conseqüentemente, os bovinos apresentaram maior tempo de retenção de líquido ruminal (10,4 vs 8,6 h) devido à existência de relação entre essas variáveis. Singh et al. (1992) sugerem que o menor tempo de retenção em búfalos se deve principalmente a mastigação mais eficiente e maior degradação da fração fibrosa.

Todavia, Bartocci et al. (1997) não observaram diferenças entre bovinos e bubalinos para taxa de passagem de líquidos com valor médio de 6,98 e 6,57 %/hora, respectivamente. Da mesma forma, Franzolin et al. (2002) não obtiveram diferenças entre bubalinos e bovinos, respectivamente com médias de 8,53 e 6,86 %/h para taxa de passagem de líquido ruminal, alimentados com níveis crescentes de FDN (54%, 60%, 66% e 72%).

A taxa de reciclagem média das dietas foi de 2,68 vezes/dia, próximo ao valor médio relatado por Martins et al. (2006) de 2,62 vezes/dia em bovinos alimentados com silagem de milho ou feno de tifton 85.

A média do volume ruminal (VR) para os bubalinos foi de 66,0 litros e bovinos de 59,9 litros que representou 16,5% e 12,2% do peso corporal, respectivamente. Bartocci et al. (1997) observaram valores próximos ao presente trabalho e também com maior média ($P < 0,05$) de volume ruminal para bubalinos com 417,1 kg de PC (65,80 litros) em relação aos bovinos com 509,2 kg de PC (59,10 litros) com diferentes relações volumoso:concentrado na dieta. Franzolin et al. (2002) obtiveram aumento ($P < 0,05$) do VR em bubalinos alimentados com maior nível de FDN em relação ao menor nível (90,30 vs 62,05 litros) e para os bovinos não houve efeito dos níveis de FDN que apresentaram valor médio de VR de 84,32 litros. Valores superiores foram observados por Nogueira Filho et al. (2007) para volume ruminal de bubalinos da raça Mediterrâneo, 520 kg de PC (159,0 litros) e de zebuínos da raça Nelore, 530 kg de PC (106,2 litros) submetidos a dietas com 65% de feno de capim coast-cross e 20% de fubá

de milho e 15% de farelo de algodão, e consumo de 2,0% do PC.

A composição química das bactérias isoladas do rúmen encontra-se na Tabela 5. Não houve efeitos ($P>0,05$) da interação espécie e dieta, e das dietas, para os teores de MO, compostos nitrogenados (%MS e %MO), RNA, e relação N-RNA/NT. Porém houve efeito entre espécies, e os bovinos foram superiores ($P<0,05$) aos bubalinos nos teores de MO (76,22 vs 72,29%) e de RNA (0,28 vs 0,20 mg/g) das bactérias ruminais.

Os teores de MO das bactérias ruminais em ambas as espécies foram inferiores aos 85,17% e 84,55%, observados por Fregadolli et al. (2001) e Zeoula et al. (2002), respectivamente. Porém foram superiores aos observados por Silveira et al. (2002b) em bactérias isoladas de bovinos alimentados com dietas compostas de silagens de milho (68,63%), silagens de raspa e casca de mandioca acrescida de polpa cítrica (60,35 e 63,58%, respectivamente) e silagens de cana-de-açúcar e polpa cítrica (65,45%). De acordo com Valadares Filho (1995) a solução salina utilizada no isolamento das bactérias ruminais pode contribuir para o aumento do teor de MM, e conseqüentemente diminuir o teor de MO, sendo esta a provável causa da ampla variação observada para os teores de MO.

Tabela 5- Teores de MO, nitrogênio total (NT), e purinas das amostras de microrganismos ruminais em função das dietas
Table 5- Contents of organic matter (OM), total nitrogen (TN) and RNA of the rumen bacteria in function of diets

Variáveis ¹ Variable ¹	Tratamentos Treatments				Espécies Species		CV ² CV ²
	SICAI SCSI	SICAIM SCSIC	SICAIS SCSIS	SICAIU SCSIU	Bubalino Buffalo	Bovino Cattle	
MO OM	73,79	74,25	73,92	75,05	72,29b	76,22a	6,23
NT TN	6,00	6,32	6,07	6,26	6,33	5,99	11,57
NT (%MO) TN (%OM)	8,39	8,35	8,76	8,46	8,20	8,79	10,06
RNA (mg/g)	0,19	0,25	0,26	0,23	0,20b	0,28a	19,33

¹%MS, ² CV= coeficiente de variação. Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia.

¹ %DM, ²CV= coefficient variation, Means followed by different letters, within a row differ by Tukey test ($P<0.05$). SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea

Devido à carência de dados comparativos entre as espécies, disponível na literatura torna difícil a explicação da diferença observada no teor de RNA das bactérias ruminais dos bovinos e bubalinos. Em revisão de vários trabalhos com bovinos leiteiros, Clarck et al. (1992) indicaram ampla diferença na composição das bactérias

ruminais, para os teores de N e de purinas. Uma parte destas diferenças na composição das bactérias ruminais pode ser atribuída às diferenças nas técnicas utilizadas para isolar as bactérias do rúmen e para medir a sua composição. A concentração de RNA de 0,28 mg/g para os bovinos está próxima da variação observada na literatura de 0,16 a 0,30 mg/g (Fregadolli et al., 2001; Geron, 2005).

O teor médio de nitrogênio total (NT) foi de 6,16% na MS e está dentro da variação observada por Clarck et al. (1992) de 4,83% a 10,58%. Em relação ao teor de NT na MO foi 8,50% e estão acima dos valores obtidos por Fregadolli et al. (2001) de 6,9%, isso devido ao menor teor de MO observado no presente experimento.

Houve efeito da interação ($P < 0,05$) espécie e dieta, para o fluxo de MO omasal (g/dia) e fluxo omasal de MO microbiana (g/dia) (Tabela 6). Para os bovinos alimentados com a dieta SICAIU verificou-se redução no fluxo omasal de MO (g/dia) em relação às demais dietas, que não diferiram entre si. Esse menor fluxo de MO é devido a menor ingestão observada para a dieta SICAIU. Esse efeito refletiu no fluxo de matéria orgânica verdadeiramente degradada no rúmen (MOVDR, g/dia) que foi menor na dieta SICAIU em relação a SICAI. Entretanto, não teve efeito na eficiência de síntese microbiana (EFMic) que foi semelhante entre as dietas (Tabela 7).

Tabela 6- Média e coeficiente de variação (CV) para os fluxos omasal de MO e MO microbiana (g/dia) em bovinos e bubalinos

Table 6- Means and coefficient of variation (CV) to omasal flow of OM and microbial OM (g/day) in bovine and buffaloes

Tratamentos ¹ <i>Treatments¹</i>	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>	CV % <i>CV %</i>
Espécies <i>Species</i>	Fluxo omasal de MO (g/dia) <i>Omasal Flow of OM (g/day)</i>				
Bovinos <i>Bovine</i>	4564,6Aa	4263,8Aa	4438,8Aa	3205,0Bb	13,30
Bubalinos <i>Buffaloes</i>	3101,4b	3299,7b	3633,6b	3264,5a	
	Fluxo omasal de MO microbiana (g/dia) <i>Omasal Flow of microbial OM (g/day)</i>				
Bovinos <i>Bovine</i>	1993,4A	1504,8A	1503,3A	1087,5B	21,20
Bubalinos <i>Buffaloes</i>	1466,6	1350,9	1802,0	1379,9	

Letras maiúsculas comparam médias nas linhas entre dietas experimentais, e letras minúsculas comparam médias nas colunas entre as espécies. Médias seguidas com letras diferentes diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). ¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia.

Capital letters compared means within a row among experimental diets and small letters compared means within a column among species. Means followed by different letters differ by Tukey test ($P < 0,05$).

¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea.

Os bubalinos não apresentaram diferença no fluxo omasal de MO, quando alimentados com as diferentes dietas, com média de 3324,8 g/dia, da mesma forma não

foi verificado diferenças na DR da MO para SICAI, SICAIM, SICAIS e SICAIU, com valor médio de 51,5% do total digerido. O consumo de MS observado para os bubalinos foi constante com pouca variação entre as dietas, os bovinos tiveram maior redução no consumo para a dieta SICAIU, embora não tenha apresentado interação da espécie e dieta (Artigo 2), o que pode explicar a ausência do efeito entre as dietas para os bubalinos.

Os bovinos apresentaram maior fluxo médio omasal de MO microbiana (g/dia) ($P < 0,05$) para a dieta SICAI, SICAIM e SICAIS em relação à SICAIU. Para a espécie bubalina observou-se fluxo médio de 1499,9 g de MO microbiana/dia e não diferiram entre as dietas.

Não houve efeito da interação ($P > 0,05$) espécie e dieta para as ingestões de MO e N, porém houve efeito da dieta para os fluxos de N para o omaso (Tabela 7). Maiores valores médios para ingestão de MO ($P < 0,05$) foram observados para SICAIS e SICAI de 7300 e 7140 g MO/dia, respectivamente em relação a SICAIU (5520 g/dia), e a SICAIM (6760 g/dia) apresentou valor intermediário e não diferiu das demais (Tabela 7). O menor consumo de MO observado para a SICAIU, refletiu no menor consumo de N em relação às demais dietas, que não diferiram entre si. A SICAIS propiciou maior fluxo de N para o omaso ($P < 0,05$) de 186,5 g/dia, do que a SICAI de 147,6 g/dia, e a SICAIU, em consequência da maior rejeição desta dieta, resultaram em menores fluxos de N de 116,6 g/dia. Porém, os fluxos para o omaso de N microbiano (N-Mic) e N não microbiano (NN-Mic) (g/dia) não diferiram entre as dietas.

A MOVDR (g/dia) para as dietas SICAI e SICAIS foi superior à SICAIU, e a dieta SICAIM apresentou valores intermediários e não diferiu das demais. A MOVDR expressa em % do ingerido não diferiu entre as dietas com valor médio de 66,2%.

Não houve diferença entre as dietas ($P > 0,05$) na produção de proteína microbiana (PMic, g proteína/100 g MOADR) e na EFMic (g N-Mic/kg MOADR e g N-Mic/ kg MOVDR (Tabela 7). Provavelmente a ausência de efeito entre as dietas, nos fluxos de N-Mic, em ambas as espécies e do fluxo de MO microbiana, em bubalinos e na digestão verdadeira da MO (% do ingerido), acarretou neste resultado.

Tabela 7 - Ingestões de matéria orgânica (IMO) e nitrogênio (IN), fluxos de N microbiano (N-mic), N não microbiano (NN-Mic) no omaso, MO aparentemente degradável no rúmen (MOADR) e MO verdadeiramente degradável no rúmen (MOVDR), digestões ruminais aparente e verdadeira da MO, produção microbiana (PMic) e eficiência de síntese microbiana aparente e verdadeira

Table 7 - Organic matter (OMI) and nitrogen (NI) intakes, N total, N microbial (N mic) and N non microbial (NN-mic) flows to omasum, OM apparently degraded in the rumen (OMADR) organic matter truly degraded in the rumen (OMVDR), OM apparent and true ruminally digestions, microbial production (MP) and apparent and truly microbial synthesis

Variáveis <i>Variables</i>	Tratamentos ¹ <i>Treatments</i>				Espécies <i>Species</i>		CV % <i>CV %</i>
	SICAI <i>SCSI</i>	SICAIM <i>SCSIC</i>	SICAIS <i>SCSIS</i>	SICAIU <i>SCSIU</i>	Bubalino <i>Buffalo</i>	Bovino <i>Cattle</i>	
	g/dia (g/day)						
IMO g/dia (OMI g/day)	7140A	6760AB	7300A	5520B	5580b	7320a	16,96
IN g/dia (NI g/day)	148,8A	138,8A	150,8A	108,9B	115,6b	158,2a	14,83
	Fluxo para o omaso (Omasal Flow)						
N g/dia N d/day	147,6B	156,8B	186,5A	116,6C	135,9b	167,8a	14,72
N-Mic g/dia N Mic d/day	139,5	120,9	134,4	102,4	122,9	125,7	23,88
NN-Mic g/dia NN Mic g/day	8,1	35,9	52,1	14,2	13,7b	42,2a	96,70
MOADR (g/dia) OMADR g/day	3309,7	2723,3	3264,0	2352,1	2221,5b	3567,9a	23,03
MOADR % do ingerido OMADR % of ingested	45,9	41,3	43,9	42,0	39,7b	46,4a	31,09
MOVDR (g/dia) OMVDR (g/day)	4839,4A	4005,9AB	4720,3A	3460,4B	3721,3b	5090,1a	18,83
MOVDR % do ingerido OMVDR % of ingested	70,5	64,0	67,6	63,0	66,4	66,1	7,70
PMic (g proteína/100 g MOADR) MP g protein/100 g OMADR	3,9	4,4	4,0	4,4	5,8a	3,6b	28,48
	Síntese microbiana (Microbial synthesis)						
g N-Mic/kg MOADR	44,2	47,8	45,4	48,9	57,7a	35,5b	27,75
g N-Mic/kg MOVDR	28,2	33,3	28,1	29,7	35,1a	24,6b	27,79

CV= coeficiente de variação. Médias seguidas com letras diferentes na linha diferem entre si pelo teste Tukey (P < 0,05). ¹SICAI = silagem de cana-de-açúcar + inoculante; SICAIM = SICAI + farinha de varredura de mandioca; SICAIS = SICAI + casca de soja; SICAIU = SICAI + uréia.

CV= coefficient variation, Means followed by different letters, within a row differ by Tukey test (P<0.05). ¹SCSI= sugar cane silage + inoculate, SCSIC= SCSI + cassava by product meal, SCSIS= SCSI + soybean hulls, SCSIU= SCSI + urea

Os bovinos apresentaram maiores consumos de MO e N e maiores fluxos de N, NN-Mic e MOVDR (g/dia) ($P < 0,05$) em relação à espécie bubalina. Da mesma forma, a MO aparentemente degradada no rúmen (MOADR) (% do ingerido e g/dia) foi superior para os bovinos em relação aos bubalinos, respectivamente de 3567,9 vs 2221,5 g/dia e 46,4% e 39,7% do ingerido. Entretanto, mesmo com maiores fluxos supracitados, os bovinos não apresentaram maior EFMic e PMic em relação aos bubalinos.

A PMic (g proteína/100 g MOADR) foi maior para os bubalinos ($P < 0,05$) com valor médio de 5,8 g proteína/100 g MOADR em relação aos bovinos de 3,6 g proteína/100 g MOADR. Da mesma forma, os maiores valores médios para EFMic foram para os bubalinos de 57,7 e 35,1 g em relação aos bovinos de 35,5 e 24,6 g de N-Mic/kg MOADR e MOVDR, respectivamente. Para espécie bovina, esses valores estão de acordo com o preconizado pelo ARC (1984) de 32,0 g N-Mic/kg MOADR para dietas mistas, e em relação aos bubalinos o valor preconizado foi inferior.

O maior valor de eficiência observado para os bubalinos pode ser devido a maior taxa de passagem de líquidos verificada para essa espécie. De acordo com Russel (1998) citado por Arcuri et al. (2006), com o aumento da taxa de diluição, o percentual da energia do substrato retido nas células aumenta, enquanto o excretado na forma de AGV, ou dissipado como calor (energia para manutenção), é substancialmente reduzido. Desta forma, provavelmente foi maior a taxa de renovação da microbiota ruminal em bubalinos, refletindo em maior eficiência de síntese.

Maior síntese de proteína microbiana tem sido observada em bubalinos alimentados com dietas com baixo teor protéico, porém a eficiência de síntese se reduz em dietas com altos teores de proteína (Kewalramani e Gupta, 1987). Os bubalinos apresentam maior atividade microbiana e eficiente reciclagem do nitrogênio, razão para menor requerimento de proteína que bovinos (Kurar e Mudgal, 1981).

Conclusões

O uso de silagens de cana-de-açúcar aditivadas com *Lactobacillus buchneri* mais resíduos agroindustriais, casca de soja e farinha de varredura de mandioca, aumenta a fermentação ruminal com maiores concentrações de ácidos graxos voláteis, sem interferir no pH e na concentração de N-NH₃ no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. Bubalinos e bovinos alimentados com dietas de silagens de cana-de-açúcar diferem no pH ruminal, na taxa de passagem de líquidos e na eficiência de síntese microbiana com maiores valores para os bubalinos.

Literatura Citada

- ABDULLAH, N.; NOLAN, J.V.; MAHYUDDIN, M. et al. Digestion and nitrogen conservation in cattle and buffaloes given rice straw with or without molasses. **Journal of Agricultural Science**, v.119, p.255-263, 1992.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2006, 369p.
- ARCURI, P.B.; LOPES, F.C.F.; CARNEIRO, J.C. **Microbiologia do rúmen**. In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, p. 111-150.
- ARCURI, P.B.; MATTOS, L.L. Microbiologia do rúmen. **Informe Agropecuário**, v.16, n.5, p.5-8, 1992.
- BELEZE, J. F. R. **Digestibilidade e parâmetros ruminais de rações com teores de concentrado e adição de ionóforo ou probiótico para bovinos e bubalinos**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2005. 161p. Tese (Doutorado em Zootecnia)- Universidade Estadual de Maringá –, 2005.
- BERNARDES, O. Bubalinocultura no Brasil: situação e importância econômica. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.31, n.3, p.293-298, 2007.
- BORGHESE, A.; MAZZI, M. **Buffalo population and strategies in the world**. In: Buffalo Production and Research. Ed. Antonio Borghese. Rome. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO), p.1-40, 2005.
- CAMERON, M.R.; KLUSMEYER, T.H.; LYNCH, G.L. et al. Effects of urea and starch on rumen fermentation, nutrient passage to the duodenum, and performance of cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1321-1336, 1991.
- CARVALHO, E.P. **A produção brasileira está crescendo o suficiente para atender a demanda prevista de açúcar e álcool nos mercados interno e externo?** Disponível:http://www.portaunica.com.br/portaunica/files/referenciapalestraseapresentacoes_apresentacoes-49-Arquivo.pdf. Acesso em: 10 de novembro de 2006.
- CECAVA, M. J.; MERCHEN, N. R.; GAY, L. C. E BERGER, L. L. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feed frequency, and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v.73, n.12, p.2480-2490, 1990.
- CLARCK, J.H.; KLUSMEYER, H.T. CAMERON, M. R. Symposium: nitrogen metabolism and amino acid nutrition in dairy cattle. 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.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de Nutrição de Ruminantes**. Piracicaba, SP, Livroceres, 1979. 380p
- COLUCCI, P.E. **Comparative digestion and digesta kinetics in sheep and cattle**. Guelph: University of Guelph, 1984. 221p. Thesis (Ph.D. Thesis Animal Science) - University of Guelph, 1984.
- COLUCCI, P.E.; MACLEOD, G.K.; GROVUM, W.L. et al. Digesta kinetics in sheep and cattle fed diets with different forage to concentrate ratios at high and low intakes. **Journal of Dairy Science**, v.73, p.2143-2156, 1990.
- EUCLIDES FILHO, K. O enfoque de cadeia produtiva como estratégia de produção

sustentável de carne bovina. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41. Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. Ed. Sergio Raposo de Medeiros, Kepler Euclides Filho, Valéria Pacheco Batista Euclides. Embrapa Gado de Corte, 2004. p. 205-212.

- EZEQUIEL, J.M.B. **Exigência de proteína e minerais de bovídeos: frações endógenas.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1987. 131p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- FRANZOLIN, M.H.T.; SILVEIRA, A.C.; FRANZOLIN, R. Efeitos de dietas com diferentes níveis de fibra em detergente neutro e do tamanho de poros de sacos de náilon incubados no rúmen sobre a fauna ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p.716-723, 2002.
- FREGADOLLI, F.L.; ZEOULA, L.M.; BRANCO, A.F., et al. Efeitos das fontes de amido e nitrogênio de diferentes degradabilidades ruminais. 2. pH, concentração de amônia no líquido ruminal e eficiência de síntese microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.870-879, 2001.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.6, p.2755-2766, 1986.
- KENNEDY, P.M.; BONIFACE, A.N.; LIANG, Z.J. et al. Intake and digestion in swamp buffaloes and cattle. 2. The comparative response to urea supplements in animals fed tropical grasses. **Journal of Agricultural Science**. v.119, p. 227-242, 1992.
- KEWALRAMANI, N.; GUPTA, B. N. Effect of level of protein on bacterial production rates in the rumen of buffalo calves. **Journal Nuclear Agricultural Biology**, v.16, p.40-44, 1987.
- KURAR, C.K.; MUDGAL, V.D. Maintenance requirements for protein in buffaloes. **Indian Journal of Animal Science**, v.51, n.6, p.817-823, 1981.
- LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; AZEVEDO, J.A.G. et al. Técnica de coleta de digesta omasal para estudos de digestão parcial em bovinos. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39. Recife, 2002. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. CD ROM. Nutrição de ruminantes.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.
- MAEDA, E.M.; ZEOULA, L.M.; GERON, L.J.V. et al. Digestibilidade e características ruminais de dietas com diferentes teores de concentrado para bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.716-726, 2007.
- MAENG, W.J.; BALDWIN, R.L. Dynamics of fermentation of purified diet and microbial growth in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.636-642, 1976.
- MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S. et al. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.35, n.2, p.591-599, 2006.
- MARTINS, A.S.; VIEIRA, P.F.; BERCHIELLI, T.T. et al. Taxa de passagem e parâmetros ruminais em bovinos suplementados com enzimas fibrolíticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.1186-1193, 2006 (supl.).

- MEHRES, A.Z.; ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rates fermentation in relation to ammonia concentration. **The British journal Nutrition**. v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de vacas leiteiras alimentadas com dietas a base de cana-de-açúcar ou silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723 a 728, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient requeriments of beef cattle**, Washington, D.C.: 1996. 242p.
- NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; OLIVEIRA, M.E.M. CUNHA, J.A. et al. **Volume líquido e taxa de turnover no rúmen de zebuínos e bubalinos submetidos a dietas com volumosos e concentrados e sua relação com protozoários ciliados**. disponível em: <http://www.revistas.ufg.br/index.php/vet/article/view/319/287>, acesso em: 14 de abril de 2007.
- NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de cana-de-açúcar. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, 2, 2004. Maringá. **Anais...** Maringá:UEM/CCA/DZO, 2004, p. 1-33.
- PALMIQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3152, 1971.
- RANJHAN, S.K.; SANGWAN, D.C.; BHATIA, S.K. et al. Intraruminal metabolism and nutrient digestion in cattle and buffalo fed low-grade roughages supplemented with protein sources. **Indian Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.561-565, 1993.
- SCHMIDT, P. **Perdas fermentativas na ensilagem, parâmetros digestivos e desempenho de bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de cana-de-açúcar**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2006. 228p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos (Métodos químicos e biológicos)**. 3^a ed., Viçosa, MG: UFV.2002. 235p.
- SILVEIRA, R.N. **Fontes nitrogenadas sobre a degradabilidade *in situ* e digestibilidade da fibra e síntese de proteína microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar**. Jaboticabal, SP: UNESP, 2005. 87p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, 2005.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D. et al. Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.2, p. 793-891, 2002a.
- SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; FREITAS, D. et al. Síntese de proteína microbiana em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica. **Acta Scientiarum, Animal Science**. v.24, n.4, p.1065-1070, 2002b.

- SINGH, S.; PRADHAN, K.; BATHIA, S. K. Relative ruminal microbial profile of cattle and buffalo fed wheat straw-concentrate diet. **Indian Journal Animal Science** v.62, n.12, p.1197-1202, 1992.
- SIVKOVA, K.; TRUFCHEV, H.; VARLIAKOV, I. Comparative studies on fermentation processes in the rumen and blood content of calves and buffalo calves I. Effect on diet, containing alfafa haylage. In: WORLD BUFFALO CONGRESS, 5. 1997, Italia. **Proceedings...**Itália: 1997. p.312-316.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.10, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, N.H.; FRANZOLIN, R. RODRIGUES, P.M.H. et al. Efeitos de níveis crescentes de fibra em detergente neutro na dieta sobre a fermentação ruminal em bubalinos e bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.5, p. 1553-1564, 2000.
- THIAGO, L.R.L.S.; VIEIRA, J.M. **Cana-de-açúcar: uma alternativa de alimento para a seca.** Disponível em: <http://www.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/cot/COT73.html>. Acesso em: 29 ago. 2006.
- UDEN, P.; COLUCCI, P. E.; VAN SOEST, P. J. Investigation of chromium, cerium and cobalt as markers in digesta. Rate of passage studies. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.31, n.10, p.625-635, 1980.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 1997. SAEG – **Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 7.1.** Viçosa, MG. 150p. (Manual do usuário)
- USHIDA, K.; LASSALAS, B.; JOUANY, J.P. Determination of assay parameters for RNA analysis in bacterial and duodenal samples by spectrophotometry. Influence of sample treatment and preservation. **Reproduction Nutrition Development**, v25, p.1037-1048. 1985.
- VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. **Fermentação ruminal.** In: Telma Teresinha Berchielli; Alexandre Vaz Pires; Simone Gisele de Oliveira. (Org.). **Nutrição de Ruminantes.** 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, v.1, p. 151-182.
- VALADARES FILHO, S.C. Eficiência de síntese de proteína microbiana, degradação ruminal e digestibilidade intestinal da proteína bruta, em bovinos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE EXIGÊNCIAS NUTRICIONAIS DE RUMINANTES, 1995, Viçosa. **Anais...**Viçosa, 1995. p.355-388.
- VAN SOEST, P.J.; JONES, L. H. P. Effect of silica in forage upon digestibility. **Journal of Dairy Science**, v. 51, n. 10, p.1644-48, 1968.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J.; WINE, R.H. The determination of lignin and cellulose in acid-detergent fibre with permanganate. **Journal of Association Official Analise Chemistry**, v.51, n.4, 1968.
- VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações**

para ruminantes. Viçosa, MG: UFV, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.

ZEOULA, L. M.; BELEZE, J.R.F.; PRADO, I.N. et al. Inclusão de ionóforo ou probiótico em rações com 50% de volumoso e 50% de concentrado para bovinos e bubalinos: parâmetros ruminais In: **III Simpósio de Búfalos de las Américas/ 2nd Buffalo Symposium of the Europe and Americas.** Medellín: 2006, p.258.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F. Recentes avanços em amido na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE, 2001, Lavras, MG. **Anais...**Lavras: UFLA-FAEPE, 2001. p.249-284.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1582-1593, 2002.

VI - CONCLUSÕES GERAIS

O uso de inoculante *Lactobacillus buchneri* é uma boa alternativa na conservação da cana-de-açúcar, com melhora no padrão de fermentação na ensilagem.

A adição de resíduos agroindustriais à silagem de cana-de-açúcar melhora a qualidade do volumoso, porém deve-se considerar a disponibilidade e o custo.

A adição de 3,3% de uréia na MS da ensilagem de cana-de-açúcar mais o *L. buchneri* reduz a aceitabilidade do volumoso em bovinos e bubalinos.

A espécie bubalina apresenta melhor aproveitamento da fração fibrosa ligada à lignina que a espécie bovina.

IMPLICAÇÕES

Deve-se considerar a variedade de cana-de-açúcar a ser utilizada e avaliada na alimentação animal, algumas variedades precoces apresentam baixa digestibilidade da fração fibrosa.

Fazer análises de digestibilidade *in vitro* da matéria seca e matéria orgânica dos aliamentos antes do início do experimento para predizer o NDT real da ração total.