

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
Colegiado dos Cursos de Pós Graduação**

**SILAGENS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SEM ADITIVO,
ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS
BACTERIANOS**

CRISTIANO GONZAGA JAYME

**BELO HORIZONTE
ESCOLA DE VETERINÁRIA DA UFMG
2008**

CRISTIANO GONZAGA JAYME

**SILAGENS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SEM ADITIVO,
ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS
BACTERIANOS**

Tese apresentada à Escola de Veterinária da
Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito
parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia

Área de Concentração: Nutrição Animal
Orientador: Prof. Lúcio Carlos Gonçalves

**Belo Horizonte - Minas Gerais
Escola de Veterinária – UFMG
2008**

J42s Jayme, Cristiano Gonzaga, 1977-

Avaliação de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) com e sem taninos nos grãos para produção de silagens/ Daniel Ananias de Assis Pires. - 2007.
77p. : il.

Orientador: Lúcio Carlos Gonçalves

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária

Inclui Bibliografia

1. Ovinos –Alimentação e rações – Teses. 2. Silagem - Teses. 3. Cana de açúcar como ração - Teses. 4. Digestibilidade – Teses. 5. Fermentação – Teses. I. Gonçalves, Lúcio Carlos. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 636.308 5

A liberdade, ao fim e ao cabo, não é senão a capacidade de viver com as conseqüências das próprias decisões.

(James Mullen)

AGRADECIMENTOS

A Deus por tudo

Aos meus pais João Luiz e Natalice, pelo exemplo de vida, educação, confiança, apoio e amor incondicionais.

A Ana Cláudia pela paciência, amor e compreensão.

Aos meus irmãos Juninho, Alessandra, Andressa e principalmente, Diogo pelo companheirismo e amizade.

Aos professores Lívio Ribeiro Molina e Lúcio Carlos Gonçalves pela amizade, orientação, ensinamentos, oportunidade e confiança.

Aos amigos Pires e Guima pelo companheirismo e amizade.

Ao professor Luiz Gustavo, Dr. Thierry Ribeiro Tomich e Dr. Rogério Martins Maurício, pelo exemplo que são, pelas contribuições e ajudas imprescindíveis durante a tese e pela amizade.

Ao professor Iran Borges pelos ensinamentos, amizade e por estar sempre pronto para resolver problemas de última hora.

Aos professores Norberto Mario Rodríguez e Eloísa Oliveira Simões Saliba pela boa vontade em ajudar e ensinar, pelas valiosas contribuições na tese e pelo apoio no Laboratório de Nutrição.

Aos colegas e amigos Luiz Gustavo, Robertinho, Biziu, Marcelli, Tuiuiú, Deborah, Verinha, Marcelo, Igor, Gabriel, Alex, Dr. Wilson, Danado, Pedro, Fernanda e Flávia pelo convívio agradável, amizade e coleguismo.

À amiga Fabiana Scalabrini, nosso maior exemplo...

Ao Departamento de Zootecnia da EV-UFMG pela oportunidade.

Aos amigos Toninho e Carlos pela grande colaboração.

Aos demais funcionários do Laboratório de Nutrição.

Ao CNPq pela bolsa de estudos.

A FAPEMIG pelo financiamento do projeto.

A todos que, de alguma forma, me ajudaram e torceram por mim. Muito obrigado!

Sumário

| | |
|--|----|
| SILAGENS DE BRACHIARIA BRIZANTHA | 12 |
| RESUMO:..... | 12 |
| ABSTRACT:..... | 13 |
| CAPÍTULO I..... | 14 |
| 1. INTRODUÇÃO | 14 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 2.1. Origem e caracterização da <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu | 14 |
| 2.2. Silagem de gramíneas tropicais..... | 15 |
| 2.3. Utilização de aditivos..... | 16 |
| 2.4. Consumo voluntário..... | 16 |
| 2.5. Matéria seca (MS) das silagens..... | 18 |
| 2.6. Valores de pH e nitrogênio amoniacal das silagens..... | 18 |
| 2.7. Técnica <i>in vitro</i> semi-automática de produção de gases | 19 |
| 2.7.1 Origem dos gases..... | 20 |
| 2.7.2 Modelagem da cinética de produção de gases..... | 20 |
| 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 21 |
| CAPÍTULO II | 26 |
| PERFIL DE FERMENTAÇÃO E QUALIDADE DAS SILAGENS DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> CV MARANDU SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS..... | 26 |
| RESUMO | 26 |
| ABSTRACT..... | 27 |
| 1. INTRODUÇÃO | 28 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 28 |
| 2.1. Preparo do material:..... | 29 |
| 2.2. Análises laboratoriais | 29 |
| 2.3. Análise Estatística:..... | 29 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 30 |
| 3.1. Matéria seca | 30 |
| 3.2. pH | 31 |
| 3.3. Proteína bruta | 32 |
| 3.4. Nitrogênio amoniacal..... | 33 |
| 3.5. Qualificação da fermentação..... | 35 |
| 3.6. Fibra insolúvel em detergente neutro..... | 36 |
| 3.7. Fibra insolúvel em detergente ácido | 37 |
| 3.8. Celulose..... | 38 |
| 3.9. Hemiceluloses | 39 |
| 3.10. Lignina | 40 |
| 3.11. Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca | 41 |
| 4. CONCLUSÕES..... | 42 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |
| CAPITULO III..... | 47 |
| AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS PELA TÉCNICA <i>IN</i> <i>VITRO</i> SEMI-AUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES (RPT)..... | 47 |
| RESUMO | 47 |
| ABSTRACT..... | 48 |
| 1. INTRODUÇÃO | 49 |

| | |
|---|----|
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 49 |
| 2.1. Local do experimento..... | 49 |
| 2.2. Produção da silagem | 49 |
| 2.3. Procedimento Experimental..... | 50 |
| 2.4. Degradabilidade da matéria seca (DMS)..... | 51 |
| 2.5. Procedimentos estatísticos | 51 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 53 |
| 4. CONCLUSÃO | 57 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |
| CAPITULO IV..... | 60 |
| CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS SILAGENS DE <i>BRACHIARIA BRIZANTHA</i> CV MARANDU SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS..... | 60 |
| RESUMO | 60 |
| ABSTRACT..... | 61 |
| 1. INTRODUÇÃO | 62 |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS | 62 |
| 2.1. Produção da silagem | 62 |
| 2.2. Procedimento experimental: | 63 |
| 2.3. Procedimento laboratorial:..... | 64 |
| 2.4. Procedimento estatístico:..... | 65 |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 65 |
| 3.1. Composição química, pH, digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e energia bruta (EB) das silagens | 65 |
| 3.2. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca..... | 67 |
| 3.3. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da energia das silagens..... | 68 |
| 3.4. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da proteína bruta..... | 69 |
| 3.5. Balanço de nitrogênio | 70 |
| 3.6. Consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) | 71 |
| 3.7. Consumo de celulose, hemiceluloses e lignina e digestibilidade da celulose e hemiceluloses | 72 |
| 4. CONCLUSÕES | 73 |
| 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 73 |
| CONCLUSÕES GERAIS | 77 |

Índice de Tabelas

| | |
|---|----|
| Tabela 1. Concentrações de matéria seca (MS) da forragem fresca (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem | 31 |
| Tabela 2. Valores de pH das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem | 32 |
| Tabela 3. Concentrações de proteína bruta (PB) da forragem fresca (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 33 |
| Tabela 4. Concentrações de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH ₃ /NT) das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem | 34 |
| Tabela 5. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (MS). | 35 |
| Tabela 6. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH ₃ /NT). | 36 |
| Tabela 7. Qualificação da fermentação das silagens em relação ao conteúdo de matéria seca, pH e nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH ₃ /NT) das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4) | 36 |
| Tabela 8. Concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das forragens frescas (dia 0 e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 37 |
| Tabela 9. Concentrações de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) das forragens frescas (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30 % de cana de Açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 38 |
| Tabela 10. Concentrações de celulose das forragens frescas (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 39 |
| Tabela 11. Concentrações de hemiceluloses das forragens frescas (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 40 |
| Tabela 12. Concentrações de lignina das forragens frescas (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 41 |
| Tabela 13. Valores de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) das forragens frescas (dia 0) e das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B.</i> | |

| | |
|---|----|
| <i>brizantha</i> cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS | 42 |
| Anexo. Correlações | 46 |
| Tabela 1. Composição química, pH, digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e energia bruta das silagens de <i>Brachiaria brizantha</i> fornecidas e teor de matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> antes da ensilagem (MS MO). | 53 |
| Tabela 2. Produções acumulativas de gases (ml/g de MS) corrigidas para um grama de matéria seca (PCG) e degradabilidade da matéria seca em porcentagem (DMS) após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação das silagens de <i>B. brizantha</i> cv Marandu sem aditivos (T1), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), <i>B. brizantha</i> cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e <i>B. brizantha</i> cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4) | 54 |
| Tabela 2. Equações de regressão para determinação dos valores de PCG em função dos valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) com respectivos coeficientes de determinação (R ²) | 56 |
| Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A) em ml/g de MS, tempo de colonização (TC) em horas e minutos, taxa de produção de gases (μ) em ml/g de MS/h e degradabilidade efetiva da matéria seca (% de MS) para as taxas de passagem 2,0%, 5,0% e 8% das silagens de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu | 57 |
| Tabela 1. Composição química, pH, digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (DIVMS) e energia bruta das silagens de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu fornecidas e teor de matéria seca da <i>Brachiaria brizantha</i> antes da ensilagem (MS MO). | 66 |
| Tabela 2. Consumo voluntário de matéria seca (CMS) em g/UTM/dia, digestibilidade aparente da matéria seca (DA MS) em % e consumo de matéria seca digestível (CMSD) g/UTM/dia das silagens de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu | 68 |
| Tabela 3. Consumo voluntário de energia bruta (CEB) em Kcal/UTM/dia, digestibilidade aparente da energia bruta (DA EB) em %, consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) Kcal/UTM/dia, consumo de energia digestível por grama de MS consumida/UTM (CED/CMS) em Mcal ED/KgMS e consumo de energia metabolizável por grama de MS consumida/UTM (CEM/CMS) em Mcal EM/KgMS das silagens de <i>Brachiaria brizantha</i> cv Marandu | 69 |
| Tabela 4. Consumo voluntário de proteína bruta (CPB) em g/UTM/dia, digestibilidade aparente da proteína bruta (DA PB) em % e consumo de proteína digestível (CPD) g/UTM/dia | 70 |
| Tabela 5. Balanço de Nitrogênio em g/dia | 71 |
| Tabela 6. Consumo voluntário de FDN (CFDN) em g/UTM/dia, digestibilidade da FDN (DFDN) em %, consumo de FDN digestível (CFDND) g/UTM/dia, consumo voluntário de FDA (CFDA) em g/UTM/dia, digestibilidade da FDA (DFDA) em % e consumo de FDA digestível (CFDAD) g/UTM/dia | 72 |
| Tabela 7. Consumo voluntário de celulose (CCel) em g/UTM/dia, digestibilidade da celulose (DCel) em %, consumo de celulose digestível (CCelD) g/UTM/dia, consumo voluntário de hemiceluloses (CHcel) em g/UTM/dia, digestibilidade da hemiceluloses (DA Hcel) em %, consumo de hemiceluloses digestível (CHcelD) g/UTM/dia e consumo voluntário de lignina (CLig) | 73 |

Índice de figuras

- Figura 1. Produção de gases das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4). 55
- Figura 2. Taxas de produção de gases por hora, das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4) 56

SILAGENS DE BRACHIARIA BRIZANTHA

RESUMO:

Objetivou-se com este trabalho determinar o perfil de fermentação, avaliar a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal determinadas utilizando-se técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases e determinar o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia, balanço de nitrogênio e das frações fibrosas das silagens *Brachiaria brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) em ovinos. As silagens adicionadas de cana apresentaram os menores valores de pH dentre os tratamentos avaliados nas várias idades de abertura dos silos ($p < 0,05$). Os teores de FDA, celulose e lignina foram semelhantes entre si em todos os tratamentos e permaneceram estáveis durante todo o período de fermentação. Observou-se variação nas concentrações de hemiceluloses durante o processo fermentativo nas silagens adicionadas com Bactosilo C Tropical e cana de açúcar onde os valores variaram de 24,56% a 34,07% e 23,65% a 32,44%, respectivamente. As comparações entre as silagens nos diferentes períodos de fermentação indicaram semelhança na produção cumulativa de gases, exceto com 24 horas onde a silagem do T4 (93,43 mL/g de MS) apresentou valor superior aos demais ($p < 0,05$). Os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) foram superiores ($p < 0,05$) para o T4 em relação aos demais tratamentos nos tempos de 6, 12, 24 e 48 horas com valores de 22,67%; 27,69%; 43,54% e 61,04%, respectivamente. Após 96 horas de fermentação os valores de DMS foram de 62,75 % para a silagem do T1, 62,91 % para a silagem do T2, 62,08% para a silagem do T3 e 64,64 % para o T4, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$). O maior potencial máximo de produção de gases foi de 188,98 mL/g de MS para o T1 e o menor de 180,09 mL/g de MS para a silagem do T2. O menor tempo de colonização foi para o T4 (2,92 h), sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). O T4 apresentou as menores degradabilidades efetivas (DE) para todas as taxas de passagem avaliadas (46,29% e 27,47% para taxas de 2%/h e 5%/h, respectivamente). Não foram observadas diferenças entre os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) entre os tratamentos ($p > 0,05$). Os maiores valores de digestibilidade aparente da MS, PB e EB foram para o T2, sendo 60,88%, 44,27% e 57,54%, respectivamente e os menores valores para o T4 com 52,98%, 29,99% e 49,45%, respectivamente ($p < 0,05$). Todas os tratamentos apresentaram o balanço de nitrogênio positivo e não diferiram entre si. Não foram observadas diferenças entre os consumos de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e hemiceluloses entre os tratamentos ($p > 0,05$). O menor consumo e digestibilidade aparente da FDN e FDA foram para o T4 ($p < 0,05$). Os resultados deste trabalho indicam que os aditivos utilizados na ensilagem não promoveram melhora nos parâmetros qualitativos da fermentação das silagens avaliadas e nos parâmetros de cinética de degradação obtidos pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. A silagem adicionada de cana de açúcar apresentou maior taxa de produção de gases e degradabilidade da MS e menor tempo de colonização. A utilização de inoculantes bacterianos ou cana de açúcar, não resultaram em aumento de consumo da matéria seca, energia e frações fibrosas das silagens.

Palavras-chave: aditivos, consumo voluntário, digestibilidade, inoculante bacteriano, ovino, ruminantes, silagem, valor nutricional.

ABSTRACT:

This experiment was carried out to estimate the fermentation, fermentation kinetics estimated by semi-automated *in vitro* gas production technique and the voluntary intake, apparent digestibility, nitrogen balance and fibrous fractions of silages of *Brachiaria brizantha* cv Marandu without additives (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Bactosilo C Tropical (T3) and *B. brizantha* cv Marandu + 30% of Sugar cane (T4) in sheep. Silages with sugar cane had the lowest pH values among treatments. There were no differences among silages regarding ADF, cellulose and lignin, which remained steady during the period of fermentation. One observed variation in the concentrations of hemicelluloses during the fermentation process in the silages added with Tropical Bactosilo C and sugar cane where the values had varied of 24.56% 34.07% and 23.65% 32.44%, respectively. The comparison among silages in the different periods of fermentation indicated similarity cumulative gas production, except with 24 hours where silage of the T4 (93.43 mL/g de MS) presented highest value ($p < 0.05$). The dry matter degradability (DMD) where highest to T4 in relation to the others treatments in the times of 6, 12, 24 and 48 hours with values of 22.67%; 27.69%; 43.54% e 61.04%, respectively. After 96 hours incubation were: 62.75 % to T1 silage, 62.91 % to T2 silage, 62.08 % to T3 silage and 64.64 % to T4 silage, being similar between itself ($p > 0.05$). The highest maximum gas production potentials was 188.98 mL/g of dry matter to T1 silage and the lowest to 188.98 mL/g of DM to T2. The lowest time of colonization was for T4 (2.92 h), being different of the others ($p < 0.05$). The T4 presented lowest effective degradabilities (ED) for all the taxes evaluated (46.29% and 27.47% for taxes of 2%/h and 5%/h, respectively). There were no differences among silages regarding voluntary intake of dry matter (VIDM), crude protein (VICP), crude energy (VICE), digestible energy (VIDE) and metabolizable energy (VIME) ($p > 0.05$). The largest apparent digestibility of dry matter, crude protein and crude energy was observed for T2, being 60.8%, 44.2% and 57.5%, respectively and the smallest for T4 with 52.9%, 29.9% and 49.5%, respectively ($p < 0.05$). All treatments showed positive nitrogen balance and did not differ among them. The additives used did not promote improvements in the qualitative fermentation parameters and the parameters of kinetic degradation by semi-automated *in vitro* gas production technique of the evaluated silages. The use of inoculant or sugar cane, did not result in voluntary intake increase of dry matter, fibrous fractions and energy of silages.

Keywords: additives, bacterium inoculant, digestibility, nutritional value, ruminant, sheep, silage, voluntary intake.

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

São grandes as modificações sofridas pela pecuária brasileira nas últimas décadas. A área ocupada com pastagens cultivadas em 1970 era de aproximadamente 154 milhões de hectares e hoje ocupa 170 milhões de hectares, crescimento de 10%. O rebanho bovino que apresentava um efetivo de 78 milhões de cabeças passou para 170 milhões de cabeças em 2006, com crescimento de 117%. Soma-se a estes aumentos a produção de leite que cresceu 250%, passando de 6 bilhões de litros em 1970 para 21 bilhões de litros em 2006 (Brasil, 2006). Analisando os dados verifica-se que a ocupação de terras com pastagens não acompanharam os aumentos do rebanho e da produção de leite. Esse comportamento se traduz pelo aumento da eficiência dos sistemas de produção com implemento de novas tecnologias que permitem ganhos em produtividade. Estima-se que 96,5% do rebanho têm como principal fonte de alimentação as áreas de pastagens e que os restantes 3,5% praticamente foram criados em pastagens em algum período (Anualpec, 2002). Entretanto, em consequência de fatores climáticos, a disponibilidade de forragem durante o ano é desuniforme, com produções durante a seca em torno de 10% a 20% da produção total anual. Dessa forma, na exploração da pastagem, seja extensiva ou intensiva, haverá sempre um período de produção deficiente de forragem (Corrêa e Pott, 2001). Essa redução de produção de forragem durante a seca, somada a baixa qualidade destes volumosos, são considerados aspectos limitantes à produtividade animal (Nussio e Manzano, 1994). A necessidade de utilização de alimentos de menor custo para ruminantes, tem contribuído para aumentar a procura por novas alternativas de plantas forrageiras para serem ensiladas (Ávila et al, 2003).

A ensilagem do excedente produzido no período chuvoso é uma estratégia viável para melhor equacionar este problema, pois, além

de fornecer volumoso para o período da seca, permite racionalizar o manejo intensivo das pastagens durante as águas (Corrêa e Pott 2001). A silagem de capim apresenta-se como opção promissora, pois é confeccionada a partir de um pasto já estabelecido na propriedade (Ribeiro et al., 2002). No Brasil, embora a recomendação técnica para ensilagem de gramíneas tropicais date de 1935, apenas no final da década de 60 e início dos anos 70 que estudos mais específicos envolvendo gramíneas tropicais passaram a ser desenvolvidos (Faria, 1993). Porém, ainda hoje são bastante contraditórios os trabalhos sobre ensilagem de gramíneas tropicais, principalmente, quanto à utilização de aditivos. Assim com este estudo objetivou-se avaliar o perfil de fermentação, a cinética e parâmetros da fermentação através da metodologia de avaliação da produção de gases proposta por Maurício et al. (1999), além do consumo e digestibilidade das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e caracterização da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu

A *Brachiaria brizantha* têm origem no Zimbabwe, leste da África e ocorre naturalmente nas savanas africanas (IBPGR, 1984). Foi introduzida no Brasil por volta de 1977. Após anos de estudos e avaliações, em 1984 foi lançado pela Embrapa Gado de Corte o cultivar Marandu. Recebeu o nome Marandu, pois este significa “novidade” no idioma guarani, sendo o que melhor traduzia esta opção de forragem para o cerrado naquela época (Nunes et al., 1985). Sua capacidade de adaptação às mais variadas condições de ambiente, especialmente em sistemas de produção com reduzido emprego

de insumos, é responsável por sua expansão e expressividade (Peixoto, 1994). Caracteriza-se por apresentar plantas robustas, crescimento cespitoso, com colmos iniciais prostrados, mas produzindo perfilhos eretos ao longo do crescimento da touceira, podendo atingir entre 1,5 e 2,5m de altura, lâminas foliares largas e longas, glabras na face superior, com pubescência na face inferior e bordos não cortantes. Bainhas pilosas e entrenós com pêlos na porção apical (Nunes et al., 1985). A *Brachiaria brizantha* possui resistência a cigarrinhas das pastagens, alto potencial de resposta à aplicação de fertilizantes, porém tem baixa adaptação a solos mal drenados e resistência moderada à seca (Valle et al., 2000). Tolerava muito bem o fogo, no entanto, as geadas queimam a parte vegetativa, mas a planta rebrota bem (Gonçalves e Borges, 1997). Atualmente no Brasil, as gramíneas do gênero *Brachiaria* constituem porção significativa da área ocupada com pastagens cultivadas (Soares Filho, 1994).

2.2. Silagem de gramíneas tropicais

As gramíneas forrageiras tropicais, com o avançar do crescimento vegetativo, aumentam sua produção por área, no entanto, reduzem seu valor nutritivo. Este contraste entre valor nutritivo e produção por área, é influenciado pelas condições climáticas ou características da própria planta. Uma forma de evitar as perdas de valor nutritivo seria a colheita da forragem em idades mais jovens e sua conservação na forma de silagem. Sendo a silagem um dos principais métodos de conservação de forrageiras, já que sua utilização na forma de pastejo ou reserva para corte, apresenta a mesma variação quantitativa e qualitativa, ou seja com o avanço da maturidade a planta apresenta maior produção de matéria seca e redução do valor nutritivo (Guim et al. 2002). A ensilagem tem constituído durante muitos anos uma das principais formas de atenuar a carência de alimentos para bovinos no período seco (Otero e Esperance, 1994). A partir da década de 70, verificou-se o grande potencial na produção de silagens de

gramíneas tropicais, entretanto, devido principalmente a deficiência de equipamentos compatíveis para colher e picar forragens perenes de alto potencial produtivo, não houve implementação dessa tecnologia (Igarasi et al. 2002). De acordo com Wilkins et al. (1999) o papel da silagem como volumoso suplementar na alimentação de ruminantes em períodos de escassez de forragem é indiscutível e a silagem de capim é uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como vantagem as características de uma cultura perene, possibilidade de manutenção de elevadas taxas de lotação na propriedade e permitir grande flexibilidade em termos de manejo e tomada de decisões. Sua utilização é indicada para regiões sem aptidão agrícola, podendo ser uma boa alternativa para aumentar o estoque de forragem para seca, particularmente para categorias menos exigentes, como animais de cria e recria, ou para regiões que dispõem de concentrados baratos. A possibilidade de mais de um corte por ano e posterior aproveitamento para pastejo pode compensar as dificuldades na confecção da silagem.

A presença de alto teor de umidade no momento ideal para o corte, baixo teor de carboidratos solúveis e ainda alto poder tampão das gramíneas tropicais em geral, são fatores que inibem um adequado processo fermentativo dificultando a confecção de silagens de boa qualidade (McDonald, 1991; Lavezzo, 1992). Esse vem sendo o principal entrave encontrado para confecção de silagens de gramíneas tropicais. Estes fatores influem negativamente sobre o processo fermentativo impedindo o rápido decréscimo do pH a níveis adequados (3,8 a 4,2) e permitindo assim fermentações secundárias indesejáveis (Woolford, 1984). A composição bromatológica de uma silagem está determinada pela forragem que lhe deu origem e pelos tratamentos que tenha recebido antes e depois de conservada, enquanto que as transformações bioquímicas que lhe são inerentes, variam em função do êxito ou fracasso no processo de fabricação (Ojeda et al., 1993). Portanto, a ensilagem de plantas forrageiras que apresentam matéria seca (MS) inferior a 21% e carboidratos

solúveis inferiores a 2,2%, os riscos de fermentações secundárias são maiores, tornando-se imprescindível o uso de recursos que, de alguma forma, modifiquem esta situação (McDonald et al., 1991).

2.3. Utilização de aditivos

Existem aditivos que podem ser utilizados para melhorar a qualidade da silagem (Corrêa e Pott, 2001). Segundo McDonald et al. (1991), os aditivos podem ser classificados em: estimulantes da fermentação, inibidores da fermentação, inibidores da deterioração anaeróbia e nutritivos. Eles são utilizados para aumentar a probabilidade de obtenção de fermentação satisfatória e silagem de alto valor nutritivo com mínimas perdas na ensilagem (Sharp et al., 1994). Os principais objetivos do uso de aditivos no processo da ensilagem são melhorar a qualidade da fermentação no silo, alterando a MS, carboidratos solúveis e/ou diminuindo o pH do material ensilado (Morais, 1999), além de reduzir perdas de nutrientes e aumentar a ingestão e o desempenho animal (Wilkinson, 1998).

O uso do inoculante bacteriano promove aumento na taxa de fermentação (maior relação láctico/acético), diminuindo a proteólise e a desaminação da proteína da forragem, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e em consequência maiores retenções de nutrientes na silagem (Henderson, 1993). No entanto, na maioria dos estudos com inoculantes foi observada redução na estabilidade aeróbica das silagens inoculadas (Spoelstra, 1994).

Segundo Lavezzo (1992) as culturas bacterianas geralmente apresentam efeito positivo quando o capim é ensilado com mais de 20% de MS. Entretanto segundo Vilela (1998), em condições tropicais, revisando o efeito da adição de inoculantes enzimático-bacterianos sobre a qualidade da silagem de gramíneas mostrou que eles são ineficientes, independentemente da espécie e da idade das plantas ensiladas. Henrique e Bose (1992), estudando o efeito de aditivos comerciais enzimático-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum*

purpureum, Schum.) colhido com 60 dias de idade, não verificaram benefício com seu uso. Coan et al. (2001) e Grise et al. (2001) não encontraram efeito na utilização de inoculantes na ensilagem de capim Tanzânia, capim Mombaça e milho respectivamente. Rodrigues et al. (2001) encontraram que a utilização de inoculante bacteriano não proporcionou maior disponibilidade de nutrientes ou maior consumo de MS. As culturas bacterianas, embora de custos e ações variadas, têm sido utilizadas em regiões tropicais, existindo poucos resultados que permitam sua preconização (Lavezzo, 1992). Ohmomo et al. (2002) atribuem estas variações nos resultados a existência de condições desfavoráveis aliadas à utilização de inoculantes bacterianos com concentrações menores que 10^6 ufc/g de forragem fresca e/ou forragens com menos 2% de carboidratos solúveis na matéria natural.

2.4. Consumo voluntário

A produtividade dos ruminantes depende de sua capacidade de consumir e extrair os nutrientes disponíveis nos alimentos. A fermentação ruminal permite aos ruminantes aproveitar maior quantidade de energia das forragens que os não ruminantes, além de converter nitrogênio não protéico em proteína microbiana de alto valor biológico (Allen, 1996). Entretanto, o principal fator que limita a produção dos animais ingerindo silagem é o nível de consumo voluntário. O conhecimento da ingestão voluntária de alimentos por ruminantes tem grande importância no estudo dos alimentos (Hovell et al., 1986), pois este é um fator que restringe a utilização de alguns, em especial aqueles ricos em frações fibrosas (Ørskov e Ryle, 1990). O consumo voluntário é definido como a quantidade de alimento ingerida pelo animal quando este é fornecido à vontade. Mertens (1994) propõe que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional, o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen e ainda o psicogênico, que envolve o comportamento responsivo do animal a fatores inibidores ou

estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente. Os fatores físicos têm mais importância em dietas com baixas digestibilidades e os fatores fisiológicos em dietas mais digestíveis (Conrad et al., 1964). A eficiência na produção animal seja utilizando material fresco ou conservado, depende não só do conteúdo de nutrientes digestíveis como também do consumo total de MS. Portanto, seu valor nutritivo pode ser considerado assim em função do seu consumo voluntário e digestibilidade. Segundo Van Soest (1994), o valor nutritivo de um volumoso é dependente de sua contribuição energética para atender as necessidades diárias do animal e da quantidade consumida espontaneamente. Assim, o maior desafio do nutricionista seria adequar a quantidade e a qualidade da dieta às exigências nutricionais do animal (Forbes, 1995). Balch e Campling (1962) verificaram que a ingestão voluntária está inversamente correlacionada com a capacidade de enchimento da forragem, que é representada por sua fração fibrosa. A fração da parede celular das plantas tem sido indicada como o principal fator inibidor de consumo de forragem pelos ruminantes. Waldo (1986) determinou que o teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) é o melhor parâmetro para determinação da ingestão voluntária de forragens. Verificando em seu estudo que redução no seu conteúdo poderia melhorar a ingestão e a densidade energética da forragem, aumentando sua digestibilidade e melhorando sua disponibilidade de energia. No entanto, Mertens (1994) mostrou que apenas a utilização da FDN para se determinar enchimento ruminal é inadequado, pois outros fatores como tamanho inicial das partículas, fragilidade das partículas e a taxa e extensão da digestão da FDN são também importantes.

A FDN é descrita como a parede celular da planta, não sendo dividida em fração digestível e indigestível. Porém, ambas afetam o enchimento ruminal (Van Soest, 1994). Entretanto, é postulado que a falta de atividade inter-ruminal da fração indigestível têm maior efeito direto sobre enchimento ruminal que a parede celular como um todo

(Felton e Kerley, 2002). O tamanho das partículas da fibra também são importantes na determinação do consumo, pois, ele altera o volume ocupado pelo alimento no rúmen, aumentando o tempo gasto com a ruminação, e concorre com o tempo disponível para a alimentação (Borges, 1999).

Outro parâmetro importante na determinação do consumo é a digestibilidade do volumoso. Sendo o coeficiente de digestibilidade um dos principais parâmetros para se avaliar, pois este fornece uma noção do aproveitamento das diversas frações do alimento, indicando a proporção do alimento apta a ser utilizada pelo animal (Minson, 1990); visto que, a digestibilidade da fibra depende de características intrínsecas da dieta, da taxa de passagem e da atividade microbiana (Valdés et al., 2000). Os diferentes volumosos possuem diferentes teores de fibra com diferentes constituições. A fibra proveniente das células que possuem apenas parede primária é mais suscetível à fermentação do que aquela de células que apresentam parede secundária e/ou lignificada, as quais possuem pequenos espaços intracelulares que limitam, além da hidratação, a ação das enzimas bacterianas sobre o substrato (Van Soest, 1994). A lignina é a principal fração da parede celular reconhecida por limitar a digestão da forragem, no entanto seu valor isoladamente não pode ser o único responsável pela redução de digestibilidade da forragem (Jung et al., 1993). Conrad et al. (1964) verificaram que em forragens com digestibilidades da matéria seca superiores a 66,7%, os fatores fisiológicos têm maior importância na regulação do consumo e segundo Forbes (1995) nestes casos a energia é o principal controlador do consumo. De acordo com McDonald et al. (1991) a ingestão de matéria seca (MS) por carneiros consumindo gramíneas frescas varia normalmente entre 40 e 100 gramas de MS por unidade de tamanho metabólico (g MS/UTM) e para silagens de 20 a 75 g MS/UTM.

Também responsáveis pelo controle do consumo, os fatores fisiológicos refletem os níveis ruminais e sanguíneos de produtos do metabolismo que agem sobre os receptores

quimiostáticos e, estes, por sua vez, sobre o centro da saciedade. Pode-se listar entre os mecanismos fisiológicos de controle do consumo as teorias quimiostática, lipostática, termogênese, distensão gástrica, glicostática, entre outras (Conrad, 1966). A teoria glicostática não pode ser atribuída a ruminantes, visto que tais animais não apresentam variações da glicemia após refeições. No entanto, os ácidos graxos voláteis (AGV) derivados da fermentação ruminal aumentam a secreção de colecistoquinina (hormônio responsável pela saciedade), principalmente o acetato e butirato, podendo, desta forma desempenhar função reguladora (Van Soest, 1994; Forbes, 1995).

2.5. Matéria seca (MS) das silagens

O conteúdo de MS desempenha papel fundamental na confecção de silagens, quer aumentando a proporção de nutrientes e facilitando os processos fermentativos, quer diminuindo a ação de microorganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis pela produção de ácido butírico e degradação da fração protéica, com conseqüente redução do valor nutricional de silagem (Zago, 1999). Sendo considerado como o mais importante fator no processo de ensilagem (McDonald et al., 1991; Van Soest, 1994). Existem desvantagens em ensilar materiais muito úmidos, porque o conteúdo de umidade afeta diretamente o valor crítico de pH para inibir o crescimento clostridiano e mesmo com adequados teores de carboidratos solúveis estas silagens podem permanecer com fermentações indesejáveis e apresentar baixa ingestão voluntária (McDonald et al., 1991). McCullough (1977) afirmou que a fermentação ideal no silo é esperada quando a forragem a ser ensilada possua de 28% a 34% de matéria seca, sendo que, nessas condições, mesmo teores de carboidratos solúveis de 6% a 8% na matéria seca seriam suficientes para desencadear fermentações lácticas desde que o poder tampão não seja elevado. Durante o processo de fermentação, os carboidratos solúveis são fermentados a ácidos orgânicos e

algumas proteínas são degradadas a nitrogênio não protéico, em reações dependentes do teor de MS do material (Petit, 1994). Os valores de pH de silagens com baixos teores de MS devem ser inferiores a 4,2, pois, altos valores de pH e baixos conteúdos de MS indicam fermentação proteolítica e uma produção de aminas e ácido butírico (Van Soest, 1994). Silagens com alto teor de umidade produzem maior quantidade de efluentes, responsáveis pela perda de nutrientes de alta digestibilidade, por outro lado silagens com altos teores de MS têm grande tendência à produção de calor e crescimento de fungos devido à dificuldade de compactação e exclusão de oxigênio (Zago, 1999). Para a adequada manutenção da qualidade da forragem ensilada é importante que o enchimento do silo seja rápido, estabelecendo condição de anaerobiose o mais rápido possível (Pereira e Reis, 2001).

2.6. Valores de pH e nitrogênio amoniacal das silagens

O objetivo da fermentação na silagem é favorecer o crescimento de bactérias produtoras de ácido láctico e inibir o crescimento de microorganismos prejudiciais ao processo de conservação (Muck, 1988). Uma boa preservação da silagem depende da produção de ácido láctico para estabilização da fermentação e abaixamento de pH, que é dependente de suficiente quantidade de carboidratos solúveis como substrato para fermentação e baixa capacidade tampão da forrageira (Van Soest, 1994). O rápido estabelecimento e manutenção das condições anaeróbicas e a rápida queda do pH são os dois principais fatores relacionados à conservação das silagens por longos períodos (Muck, 1988). Segundo Vilela (1998), o valor de pH isoladamente não pode ser utilizado para avaliação da fermentação das silagens, pois sua inibição sobre o crescimento de bactérias indesejáveis depende da velocidade de queda e do teor de matéria seca. A redução de pH é inibida pela falta de água e pela alta pressão osmótica, portanto, nestes tipos de silagem com alta MS, o pH pode ser alto e

estas serem consideradas de boa qualidade (Van Soest, 1994).

A anaerobiose no silo inibe a respiração celular da planta e o crescimento de microrganismos aeróbicos, estimulando o crescimento das bactérias ácido-láticas. Nesta condição, grande parte da energia química da forragem é conservada (Van Soest, 1994), pois a maior parte dos carboidratos solúveis da forragem são direcionados para a produção dos ácidos da fermentação, principalmente o acético e o lático (McDonald et al., 1991). O ácido lático é o principal determinante do pH da silagem (McDonald et al., 1991), uma vez que ele é o principal ácido orgânico produzido, podendo representar mais de 10% da matéria seca da silagem, sendo também o mais forte. Sua produção é dependente da quantidade de carboidratos rapidamente fermentáveis (Pettersson e Lindgren, 1990). Os clostrídios fermentam açúcares, ácidos orgânicos e proteínas produzindo ácido butírico e amônia, sendo indesejável seu crescimento, pois, eles consomem ácido lático aumentando assim o pH e reduzindo o valor nutritivo da silagem devido à proteólise (McDonald et al., 1991). Os dois principais fatores responsáveis pela inibição do crescimento dos clostrídios são o teor de MS e o pH, porque crescem em pH ótimo de 7,0 a 7,4 e teores de MS inferiores a 30% (McDonald et al., 1991; Muck, 1988). Nas fases iniciais da ensilagem observa-se uma extensiva hidrólise protéica mediada não só por microrganismos, mas também por enzimas da própria planta. A melhor forma de inibir estas proteinases é através da rápida queda do pH, uma vez que elas ficam inativas em pH igual ou inferior a 4,0 (McKersie, 1985).

Nas silagens, os teores de PB não variam ao longo do processo de fermentação, no entanto ocorrem alterações na fração nitrogenada que não são consideradas quando se avalia o teor de PB. Portanto os valores de PB das silagens possuem pouco significado nutricional caso não venham acompanhados de dados que permitam avaliar sua composição (Van Soest, 1994). Na forragem verde, cerca de 75 a 90% do nitrogênio total (NT) esta sob a forma de proteína. Após o corte inicia-se o processo de

hidrólise protéica com aumento do nitrogênio não protéico para cerca de 40% do NT, podendo chegar até 70% na abertura do silo. Desta forma, silagens de boa qualidade possuem baixos conteúdos de nitrogênio amoniacal em porcentagem do NT, objetivando-se valores inferiores a 10% (Ohshima e McDonald, 1978; McDonald et al., 1991; Muck, 1988).

2.7. Técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases

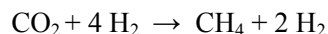
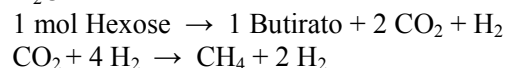
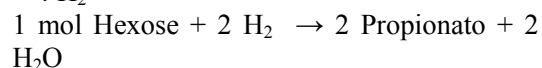
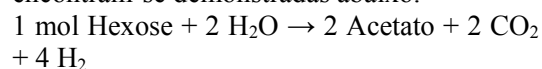
Os alimentos representam o principal custo nos sistemas de produção animal, sendo que as dietas precisam ser formuladas para maximizar a produção e diminuir custos. As determinações mais confiáveis do valor nutritivo, tais como digestibilidade, consumo e desempenho animal obtidas a partir de experimentos *in vivo*, demandam muito tempo, trabalho e um grande volume de alimento, o que inviabiliza o seu uso na avaliação rotineira de alimentos (Senger et al., 2007). Por isto, vários métodos *in vitro* têm sido propostos como, por exemplo, o método Tilley e Terry (1963) e técnicas de produção de gases (PG). A técnica de produção de gases (Pell e Schofield, 1993; Theodorou et al., 1994) consiste, basicamente, em medir a produção total de gases liberada pela fermentação de uma amostra incubada em líquido ruminal tamponado. As vantagens dessa técnica sobre as outras técnicas *in vitro*, como a de Tilley e Terry (1963), para a avaliação de alimentos, foram destacadas por Blümmel e Ørskov (1993) e Makkar et al. (1995). O volume de gases produzidos durante a fermentação dos substratos através da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (RPT) permite avaliar a cinética de fermentação de alimentos, enquanto a degradação da matéria seca (DMS) permite avaliar o desaparecimento do substrato provocado pelos microrganismos ruminais (Theodorou et al., 1994), além de permitir que maior número de amostras possam ser avaliadas ao mesmo tempo. Maurício et al. (1999) desenvolveram um sistema para avaliação de forragens (Reading Pressure Technique) que

embora baseado na técnica descrita por Theodorou et al. (1994) se diferencia desta por ter eliminado as medições manuais de volume (gases) através do uso de seringas. A técnica de PG desenvolvida por Maurício et al. (1999) permite ainda avaliar a DMS e alternativamente, avaliar os resíduos da fermentação, tais como FDN, FDA, proteínas e outros, uma vez que utiliza maior quantidade de material incubado (um grama). A mensuração da produção de gases para avaliar forragens adquiriu notoriedade a partir do momento em que Menke et al. (1979) reportaram altas correlações entre os valores de produção de gás *in vitro* e a digestibilidade aparente *in vivo*.

2.7.1 Origem dos gases

A maioria dos microrganismos ruminais não utiliza proteínas, lipídeos e ácidos graxos voláteis como fontes de energia, para seu crescimento, sendo os carboidratos sua principal fonte de energia (Nocek e Russell, 1988). Assim, os gases derivados dos alimentos incubados são basicamente da fermentação dos carboidratos, pois a contribuição das proteínas é pequena e da gordura é desprezível (Blummel e Ørskov, 1993). Nos ruminantes, a fermentação dos alimentos ingeridos produz ácidos graxos voláteis (AGVs), amônia, gases (dióxido de carbono e metano) e células microbianas. e a produção destes gases pode ser utilizada para o estudo da taxa e extensão da degradação ruminal (Stern et al., 1997; Williams, 2003). Para o ruminante, os AGVs constituem a maior fonte de energia (65% a 75% da energia metabolizável ingerida). Entretanto, a produção de dióxido de carbono e metano, representa grande perda de energia ingerida no alimento. A fermentação de carboidratos e proteínas, que resulta em produção de AGVs no rúmen, é acompanhada pela produção de hidrogênio. Somente pequena parte deste hidrogênio é usada para crescimento microbiano e saturação de ácidos graxos de cadeia longa, sendo a maior parte utilizada por bactérias metanogênicas para produção de metano (Stradiotti Júnior et al., 2004).

As estequiometrias da fermentação das hexoses foram descritas por Hungate (1966) e encontram-se demonstradas abaixo.



Substratos fermentados até acetato e butirato geram maiores produções de gases, já que os gases formados a partir de substratos fermentados até propionato são apenas de origem indireta, ou seja, formados a partir do tamponamento deste ácido graxo volátil (Van Soest, 1994). Segundo Fondevilla e Barrios (2001) para cada mmol de ácido butírico produzido pela fermentação *in vitro* são produzidos um total de 3 mmol de CO₂, e para cada mmol de ácido acético são produzidos 2 mmol de CO₂, enquanto que o ácido propiônico e o ácido láctico têm uma produção total de 1 mmol de CO₂ cada. Vários são os fatores responsáveis por alterar a produção de gases dentre eles o preparo das amostras, meio de cultura, líquido ruminal, mistura de tampões, anaerobiose, pH e temperatura podem afetar a fermentação *in vitro*, e conseqüentemente a produção de gases (Williams, 2003).

2.7.2 Modelagem da cinética de produção de gases

As características de degradação das forragens e sua descrição são de fundamental importância, uma vez que a utilização das mesmas é dependente de sua degradação microbiana no rúmen (Hovell et al., 1986). Para descrever a correta interpretação dos resultados da cinética de fermentação ruminal é importante ajustar os dados ao modelo utilizado (Fondevilla e Barrios, 2001).

Um dos modelos mais utilizados é o proposto por France et al. (1993), que é derivado de um modelo geral unicompartmental que procura relacionar a técnica de produção de gases ao desempenho animal. Este modelo descreve a cinética de produção *in vitro* de

gases, assumindo que a taxa de degradação pode variar durante o processo de degradação, conforme mostra a equação abaixo.

$$Y = A * [1 - \exp^{-(b(t-\text{lag}) - c(\sqrt{t-\text{lag}}))}]$$

Em que,

Y é a produção acumulada de gases (mL);

A é o potencial máximo de produção *in vitro* de gases (mL)

b e c são as taxas fracionais constantes (horas⁻¹ e horas^{-0,5} respectivamente);

lag é o tempo de colonização (horas);

t é o tempo de incubação (horas).

A equação de France et al. (1993), apesar de apresentar interpretação fisiológica questionável, pode ser a mais apropriada nestas condições, uma vez que os modelos multicompartimentais são mais adequados quando se utiliza número muito grande de leituras, como ocorre nos sistemas completamente automatizados, porém isto não ocorre quando o número de leituras é limitado (Fondevilla e Barrios, 2001). Uma comparação matemática de ajustes de modelos de curvas de produção de gases (Dhanoa et al, 2000) mostrou que a equação de France et al. (1993) é mais bem adaptada em descrever a cinética de produção dos gases devido a sua flexibilidade em ajustar dados que apresentem ou não forma sigmoideal.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forages by ruminants. *J. Anim. Sci.* v. 74, p. 3063–3075, 1996.

ANUALPEC 2002: *Anuário da pecuária brasileira*. São Paulo: FNP Consultoria & Comércio, 2002. p. 87.

ÁVILA, C. L. S; PINTO, J. C; EVANGELISTA, A. R; et al. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos – Teores de nitrogênio amoniacal e pH. *Ciênc. Agrotec.* v. 27, n. 5, p. 1144-1151, 2003.

BALCH, C. C; CAMPLING, R. C. Regulation of voluntary intake in ruminants. *Nutr. Abst. Rev.* v. 32, p. 669-674, 1962..

BLÜMMEL, M; ØRSKOV, E.R. Comparison of *in vitro* gas production and nylon bag degradability of roughages in predicting food intake in cattle. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.40, p.109-119, 1993.

BORGES, A. L. C. C. Controle da ingestão de alimentos. *Cad. Téc. Esc. Vet. UFMG.*, n. 27, p. 67-79, 1999.

BRASIL. IBGE (2006). Censo Agropecuário 2006. Consultado em Fevereiro de 2008, em:http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/default_ttab_censoagro.shtm

COAN, R. M; VIEIRA, P. F; SILVEIRA, R. N; et al. A. Efeitos do inoculante enzimático –bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001. Piracicaba. *Anais ...Piracicaba: SBZ*, 2001.

CONRAD, H. R; PRATT, A. D; HIBBS, J. D .W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physiological factors with increasing in digestibility. *J. Dairy Sci.*, v.48, n.1, p.47-54, 1964.

CONRAD, H. R. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminant: physiological and physical factors limiting feed intake. *J. Anim. Sci.*, v.25, n.1, p.227-235, 1966.

CORRÊA, L. A; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001, Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2001. p. 339-362.

DHANOA, M. S; LOPEZ, S; DIJKSTRA, J; et al. Estimating the extent of degradation of ruminant feeds from a description of their gas

- production profiles observed *in vitro*: comparison of models. *Br. J. Nutr.*, v. 83, p.131-142, 2000.
- FARIA, V. P. Ouso da cana de açúcar para bovinos no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 5, 1993. Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: FEALQ, 1993.
- FELTON, E. E. D; KERLEY, M. S. Intrinsic factors affecting forage intake and digestibility: Evaluation of current and future methods of determination. In: NFTA WORKSHOP., 15, Demoines: *Proceedings...* Demoines, 2002. p. 01-14.
- FONDEVILLA, M; BARRIOS, A. The gas production and its application to the study of the nutritive value of forage *Cuban J. Agric. Sci.* v.35, n.3, p.187-199, 2001.
- FORBES, J. M. *Voluntary food intake and diet selection in farm animals*. Wallingford: CAB International, 1995. 532 p.
- FRANCE, J; DHANOA, M.S; THEODOROU, M.K; et al. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *J. Theor. Biol.*, v. 163, p. 99-111, 1993.
- GONÇALVES, L. C; BORGES, I. Tópicos de forragicultura tropical. *Cadernos didáticos*, Belo horizonte: FEP MVZ, 1997.
- GRISE, M. M; JOBIM, C. C; CECATO, U; et al. Efeito do uso de inoculantes na composição química e pH da silagem de milho (*P. americanum* (L.) Leeke). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, SP, 2001. *Anais ...*Piracicaba: SBZ, 2001, p. 1132-133.
- GUIM, A; ANDRADE, P; ITURRINO-SCHOCKEN, R. P; et al. Estabilidade aeróbica de silagens de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) emurhecido e tratado com inoculante microbiano. *R. Bras. Zootec.*,v.31 n. 6, p. 2176-2185, 2002.
- HENDERSON, N. Silages additives. *Anim. Feed Sci. Techn.*, v. 45, n.1, p. 35-36, 1993.
- HENRIQUE, W.; BOSE, M.L. Efeito de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Rev. Soc. Bras. Zootec.*, v.21, n.3, p.429-438, 1992.
- HOVELL, F. D. D. E. B; NGAMBI, J.W.W; BARBER, W. P; et al. The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Anim. Prod.* 1986, v.42, p.111-118.
- HUNGATE, R. *The Rumen and its microbes*. New York: Academic Press, 1966.
- IBPGR. *Tropical and subtropical forages*. Rome: FAO, 1984. 29p.
- IGARASI, M. S; NUSSIO, L. G; BRUNO, E. J. M. Levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, *Anais...* Recife: SBZ, 2002.
- JUNG, H. G; MERTENS, D. R; PAYNE, A. J. Correlation of acid detergent and Klason lignin in forages with *in vitro* dry matter and neutral detergent fiber digestibility. *J. Dairy. Sci.* v. 76, n. 1, p. 248-253, 1993.
- LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 169-275.
- MAKKAR, H. P. S; BLÜMMEL, M; BECKER, K. *In vitro* effects and interactions between tannins and saponins and fate of tannins in the rumen. *J. . Sci. . Food . Agri.*, v. 69, n. 4, p. 481-493, Dec. 1995.
- MAURICIO, R. M; MOULD, F. L; DHANOA, M. S; et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminant

- feedstuff evaluation. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.79, p.321-33, 1999.
- McCULLOUGH, M. E. Silage and silage fermentation. *Feedstuffs*, v.49, n. 13, p. 49-52, 1997.
- McDONALD, P; HENDERSON, A. R; HERON, S. J. E. *The biochemistry of the silage*. 2º ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.
- McAKERSIE, B. D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*. v. 77, n. 1, p. 81-86, 1985.
- MENKE, K.H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, v.93, p.217- 222, 1979.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64: 1548-1552,1987.
- MINSON, D. J. *Forage in ruminant nutrition*. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORAIS, J. P. G. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999. Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: FEALQ, 1999. P. 89-96.
- MUCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.
- NOCEK, J. E; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. *J. of Dairy Sci.*, v.71, n.8, p.2070-2107, 1988.
- NUNES, S. G; BOOCK, A; PENTEADO, M. I. O; GOMES, D. T. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. *Documentos*, EMBRAPA – CNPQC, n. 21,1985.
- NUSSIO, L. G; MANZANO, R. P. Silagem de milho. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM MANEJO DO CAPIM ELEFANTE, 10, 1994. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 169-276.
- OHMOMO, S; TANAKA, O; KITAMOTO, H. K; et al. Silage and microbial performance, old story but new problems. *J. A. R. Q.* v. 36, n. 2, p. 59-71, 2002.
- OHSHIMA, M; McDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensiling. *J. Sci. Food. Agric.* v. 29, p. 497-505, 1978.
- OJEDA, F; LUIS, L; RUZ, F. Evaluacion de tres ensilages para la producion de leche. *Pastos y Forrage*, v. 16, p. 81-91, 1993.
- ØRSKOV, E.R; RYLE, M., 1990. *Energy Nutrition in Ruminants*. Elsevier, London, 149 p.
- OTERO, M; ESPERANCE, M. Estudio de la ensilabilidad de la Guinea Likoni (P. Maximum Jacq.) segun el indice azucar/capacidad tampon. *Pastos y Forrages*, v. 17, p. 277-281, 1994.
- PEIXOTO, A. M; MOURA, J. C; FARIA, V. P. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 11, 1994. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 249-266.
- PELL, A. N; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. *J. Dairy Sci.*, v. 76, n. 4, p. 1063-1073, Apr. 1993.
- PETIT, H. V. Forage quality and its limiting factors for meat production. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE FORRAGICULTURA, 1994. Maringá. *Anais...* Maringá: UEM, 1994. p. 99-118.

- PETTERSSON, K. L; LINDGREN, S. The influence of the carbohydrate fraction and additives on silage quality. *Grass Forage Sci.*, v. 45, p. 223-233, 1990.
- RIBEIRO, K. G; PEREIRA, O. G; SOUZA, P. P. S; et al. Composição bromatológica de silagens de *Brachiaria decumbens*, tratadas com inoculante microbiano, em diferentes idades de corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, *Anais...* Recife: SBZ, 2002.
- RODRIGUES, P. H. M; ANDRADE, S. J. T; FERNANDES, T; et al. Valor nutritivo das silagens inoculadas com bactérias ácido-láticas. 4. Inoculação da silagem de capim Elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, SP, 2001. *Anais ..* Piracicaba: SBZ, 2001, p. 911-912.
- SENGER, C. C. D; MÜHLBACH, P. R. F; SANCHEZ, L. M. B. et al. Comparação entre os métodos químico, *in situ* e *in vitro* para estimativa do valor nutritivo de silagens de milho. *Ciência Rural*, v.37, n.3, p. 835-840, 2007.
- SHARP, R; HOPPER, P. G; ARMSTRONG, D. G. The digestion of grass silages produced using inoculants of lactic acid bacteria. *Grass and Forage Science*, v. 49, p. 42-53, 1994.
- SOARES FILHO, C. V. Recomendações de espécies e variedades de *Brachiaria* para diferentes condições. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 11, 1994. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1994. P. 25-48.
- SPOELSTRA, S. F. Influences of air on silage preservation and aerobic stability. In: GENERAL MEETING OF THE EUROPEAN GRASSLAND FEDERATION, 15, Wageningen. *Proceedings...* Wageningen, 1994. p. 566-577.
- STERN, M.D.; BACH, A.; CALSAMIGLIA, S. Alternative techniques for measuring nutrient digestion in ruminants. *J. Anim. Sci.* , v.75, p. 2256-2276, 1997.
- STRADIOTTI JÚNIOR, D; QUEIROZ, A. C; LANA, R. P. et al. Ação do extrato de própolis sobre a fermentação *in vitro* de diferentes alimentos pela técnica de produção de gases. *R. Bras. Zootec.*, v. 33, n. 4, p. 1093-1099, 2004
- THEODOROU, M. K; WILLIAMS, B. A; DHANOA, M. S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.48, p.185- 197, 1994.
- TILLEY, J. M; R. A. TERRY. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.
- VALDÉS, C; Carro, M. D; RANILLA, M. J; et al. Effect of forage to concentrate ratio in complete diets offered to sheep on voluntary food intake and some digestive parameters. *Anim. Sci.*, v.70, p.119-126. 2000.
- VALLE, C. B; EUCLIDES, V. P. B; MACEDO, M. C. M. Características das plantas forrageiras do gênero *Brachiaria*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 2000. Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 2000, p65-108.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1, Botucatu. *Anais...* Botucatu: 35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 73-108.
- WALDO, D. R. Effect of forage quality on intake and forage-concentrate interactions. *J. Dairy Sci.* v.69, p.617-621, 1986.
- WILKINS, R. J; SYRJÄLÄ, L; BOLSEN, K. K. The future of silage in sustainable animal production. In: INTERNATIONAL SILAGEN CONFERENCE, 12. 1999. Uppsala, *Proceedings*. Uppsala, Swedish

University of Agricultural Sciences, 1999, p. 26-40.

WILKINSON, J. M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p. 53-72.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gas production: how to measure it, and what it can(not) tell you. In: SATELLITE

WORKSHOP/SYMPOSIUM WILD AND DOMESTIC HERBIVORE DIET CHARACTERIZATION, 2003, Mexico. *Anais...* México: UADY, 2003. p. 1-3

WOOLFORD, M. K. *The silage fermentation*. New York: Marcel Dekker, 1984. 350p.

ZAGO, C. P. Silagem de sorgo. *Anais do 7º Simpósio sobre nutrição de bovinos*, Piracicaba: FEALQ, 1999. P. 47-68.

CAPÍTULO II

PERFIL DE FERMENTAÇÃO E QUALIDADE DAS SILAGENS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV MARANDU SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS

RESUMO

Determinaram-se os valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), pH, teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃/NT), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) e frações fibrosas das silagens *Brachiaria brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4). Apenas as silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu + 30% cana de açúcar apresentaram valores inferiores de PB para os tempos de fermentação de 1, 3, 14 e 28 dias ($p < 0,05$). O menor valor de N-NH₃/NT foi de 6,43% para silagem adicionada de cana com 3 dias de fermentação e o maior valor foi de 20,94% para silagem adicionada com Sil ALL C4 com 14 dias de fermentação. As silagens adicionadas de cana apresentaram os menores valores de pH dentre os tratamentos avaliados nas várias idades de abertura dos silos ($p < 0,05$), exceto no dia 1. A silagem de *Brachiaria brizantha* + 30% cana de açúcar apresentou diferença no teor de fibra detergente neutro (FDN) aos 28 dias de fermentação com 58,31%, sendo semelhante à silagem inoculada com Bactosilo C Tropical de 62,02% ($p > 0,05$) e diferente das demais ($p < 0,05$). Os teores de FDA, celulose e lignina foram semelhantes entre si em todos os tratamentos e permaneceram estáveis durante todo o período de fermentação. Observou-se variação nas concentrações de hemiceluloses durante o processo fermentativo nas silagens adicionadas com Bactosilo C Tropical e cana de açúcar onde os valores variaram de 24,56% a 34,07% e 23,65% a 32,44%, respectivamente. Os aditivos utilizados na ensilagem não promoveram melhora nos parâmetros qualitativos da fermentação das silagens avaliadas. O tratamento com 30% de cana indicou silagens com melhor qualidade quando se avaliou nitrogênio amoniacal e pH.

Palavras-chave: aditivos, inoculante bacteriano, digestibilidade, silagens.

ABSTRACT

This experiment was carried out in order to estimate the dry matter (DM), crude protein (CP), pH, amoniacal nitrogen for total nitrogen (N-NH₃/NT), *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD) and fibrous fractions of silages made up *Brachiaria brizantha* cv Marandu without additives (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Bactosilo C Tropical (T3) and *B. brizantha* cv Marandu + 30% of Sugar cane (T4). The silages of *Brachiaria brizantha* cv Marandu + 30% sugar cane had the lowest values of CP for fermentation times of 1, 3, 14 and 28 days ($p < 0,05$). The lowest value of N-NH₃/NT was 6.43% for added ensilage of sugar cane with 3 days of fermentation and the highest value was of 20.94% for silage added with Sil ALL C4 with 14 days of fermentation ($p < 0.05$), except in day 1. Silage of *Brachiaria brizantha* cv Marandu + 30% sugar cane showed difference in neutral detergent fiber (NDF) at 28 days of fermentation with value of 58.31%, similar to the silage inoculated with Tropical Bactosilo C of 62.02%. Silages with sugar cane had the lowest pH values among treatments. One observed variation in the concentrations of hemicelluloses during the fermentation process in the silages added with Tropical Bactosilo C and sugar cane where the values had varied of 24.56% 34.07% and 23.65% 32.44%, respectively. There were no differences among silages regarding ADF, cellulose and lignin, which remained steady during the period of fermentation. The additives used did not promote improvements in the qualitative fermentation parameters of the evaluated silages.

Key words: additives, bacterium inoculant, digestibility, silage.

1. INTRODUÇÃO

A ensilagem consiste em preservar forragens por meio de fermentação anaeróbica, após o seu corte, picagem, compactação e vedação em silos. Seu objetivo é conservar o valor nutritivo da silagem o mais próximo possível da forrageira que lhe deu origem (Ojeda, 1994) e com o mínimo de perdas (Pereira e Reis, 2001). A boa preservação da silagem depende da produção de ácido láctico para estabilização da fermentação e abaixamento de pH, que é dependente de suficiente quantidade de carboidratos solúveis como substrato para fermentação e baixa capacidade tampão da forrageira (Van Soest, 1994). A matéria seca e o pH são parâmetros importantes para se avaliar a qualidade da silagem. Silagens com alto pH e baixo conteúdo de matéria seca indicam ocorrência de fermentações proteolíticas com produção de aminas e ácido butírico. Aditivos surgem como alternativa no processo da ensilagem para melhorar a qualidade da fermentação no silo, alterando a MS, carboidratos solúveis e/ou diminuindo o pH do material ensilado (Morais, 1999), além de reduzir perdas de nutrientes e aumentar a ingestão e o desempenho animal (Wilkinson, 1998). O uso do inoculante bacteriano promove aumento na taxa de fermentação (maior relação láctico/acético), diminuindo a proteólise e a desaminação da proteína da forragem, com uso mais eficiente dos carboidratos solúveis e em consequência maior retenção de nutrientes na silagem (Henderson, 1993).

Segundo Lavezzo (1994) as culturas bacterianas geralmente apresentam efeito positivo quando o capim é ensilado com mais de 20% de MS. Entretanto, segundo Vilela (1998), em condições tropicais, o estudo do efeito da adição de inoculantes enzimático-bacterianos sobre a qualidade da silagem de gramíneas mostra que eles são ineficientes, independentemente da espécie e da idade das plantas ensiladas. As culturas bacterianas embora de custos e ações variadas, têm sido pouco utilizadas em regiões tropicais, existindo poucos resultados que permitam sua

preconização (Lavezzo, 1994). O emprego de silos de laboratório é uma alternativa viável para o estudo da qualidade das silagens, pois oferece grande facilidade de manipulação e as fermentações são comparáveis às dos silos convencionais. Como o volume de material ensilado é reduzido, os trabalhos podem ser feitos a baixo custo, com maior número de variáveis e repetições.

Com este experimento objetivou-se de estudar o perfil de fermentação das silagens de *Brachiaria brizantha* submetidas a quatro tratamentos (*B. brizantha* cv Marandu sem aditivos, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar). Determinando como se desenvolvem as alterações nos conteúdos de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemiceluloses e lignina, digestibilidade *in vitro* da matéria seca, além das medidas de pH e nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total ao longo do processo fermentativo.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizada uma área de *Brachiaria brizantha* cv Marandu já estabelecida na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa da Escola de Veterinária da UFMG situada em Igarapé MG. Utilizou-se uma área composta por dois canteiros experimentais com medidas: 8m de comprimento, 8m de largura. Para a ensilagem foi utilizada apenas uma de área 6m X 6m no centro do canteiro. O capim foi submetido ao corte aos 56 dias de idade. Para a ensilagem, foram utilizados 56 silos de laboratório confeccionados de tubos de PVC, com 500 mm de comprimento e 100 mm de diâmetro. A forrageira foi picada em picadeira estacionária em partículas de 10 a 30mm, o material então foi submetido aos quatro tratamentos *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), ¹*B. brizantha* cv Marandu

+ inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), ¹*B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4). O inoculante Sil-ALL C4 é um produto a base de *Streptococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, amilase, celulase e hemicelulase; com concentração indicada de $8,0 \times 10^{10}$ UFC/g de forragem. O inoculante Bacto Silo C Tropical é composto por enzimas (hemicelulase, celulase e amilase) e cepas tropicalizadas de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus* spp., garantindo uma viabilidade celular de 10^9 UFC/g do produto. Os produtos depois de diluídos em água não clorada, de acordo com o preconizado pelo fabricante, foram distribuídos através de frascos plásticos com tampa do tipo nebulizadora. O experimento então foi composto por 4 tipos de silagem e duas repetições por tipo de silagem e tempo de abertura. Depois de misturado o material foi prensado nos silos. Após ensilagem, os silos foram vedados com tampas de PVC providas de válvulas tipo Bunsen, lacrados com fita crepe e foram abertos após 1, 3, 5, 7, 14, 28 e 56 dias de fermentação.

2.1. Preparo do material:

Após a abertura do silo o conteúdo foi retirado e homogeneizado. Uma fração do material foi pesada e colocada em estufa de ventilação forçada a 55°C, por 72 horas para a determinação da matéria pré-seca. Após a secagem esta amostra foi moída utilizando-se peneira de 1 mm e guardada em recipiente fechado para análises laboratoriais. A outra

¹Preparo da solução: 5g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C. Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ ton de forragem.

²Preparo da solução: 150g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C. Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ ton de forragem.

fração do material foi prensada para obtenção do “suco da silagem”, onde foram determinados a porcentagem de nitrogênio amoniacal e o pH.

2.2. Análises laboratoriais

Foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995), o pH medido em potenciômetro (Beckman Expandomatic SS-2), nitrogênio amoniacal (com uso do cloreto de cálcio e óxido de magnésio segundo AOAC, 1980), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose, hemiceluloses, lignina pelo método seqüencial de Van Soest (1991) e digestibilidade in vitro da matéria seca pelo método Tilley e Terry (1963).

2.3. Análise Estatística:

Para os teores de MS, PB, FDN, FDA, celulose, hemiceluloses, lignina e DIVMS foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado 4x8x2 (4 tipos de silagem, 8 épocas de abertura e 2 repetições). Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico do software SAS (SAS/STAT..., 1997) sendo usado o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = \mu + G_j + e_{jk}$. Onde, Y_{jk} = observação "k" na idade de corte "j"; μ = média geral; G_j = efeito da idade ao corte "j", (j = 1, 2, 3, 4,); e_{ij} = erro experimental. As médias foram comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As correlações entre as variáveis foram determinadas pelo método de Pearson.

A análise de variância geral apresentou o seguinte esquema:

| FONTES DE VARIAÇÃO | GRAUS DE LIBREDADE |
|---------------------------|---------------------------|
| Total | 63 |
| Tratamento | 7 |
| Aditivo | 3 |
| Tratamento X aditivo | 21 |
| Erro | 32 |

Para pH e nitrogênio amoniacal foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado 4x7x2 (4 tipos de silagem, 7 épocas de abertura e 2 repetições) Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico do software SAS (SAS/STAT..., 1997) sendo usado o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = \mu + G_j$

+ e_{jk} . Onde, Y_{jk} = observação "k" na idade de corte "j"; μ = média geral; G_j = efeito da idade ao corte "j", (j = 1, 2, 3, 4,); e_{ij} = erro experimental. As médias foram comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$). As correlações entre as variáveis foram determinadas pelo método de Pearson.

A análise de variância geral apresentou o seguinte esquema:

| FONTES DE VARIAÇÃO | GRAUS DE LIBREDADE |
|---------------------------|---------------------------|
| Total | 55 |
| Tratamento | 6 |
| Aditivo | 3 |
| Tratamento X aditivo | 18 |
| Erro | 28 |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Matéria seca

Os valores de matéria seca (MS) das silagens de *Brachiaria brizantha* submetidas a diferentes tratamentos são apresentados na Tabela 1. Não houve interação significativa ($p > 0,05$) para tempo de fermentação e tratamento. Pode-se observar que os teores de MS foram semelhantes no dia 56 após ensilagem para todos os tipos de silagem avaliados ($p > 0,05$) com valores de 22,01%; 22,06%; 23,46% e 23,46% para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. A ensilagem não alterou os conteúdos médios de MS das silagens analisadas em relação às forragens frescas entre os dias 1 e 14 de fermentação, com e seus os teores permaneceram semelhantes neste período ($p > 0,05$). Resultados próximos ao deste estudo foram obtidos por Clavero (2001) que encontrou valores de MS de 18,5 e 21,8% em silagens de capim elefante cv

Mott com e sem aditivo enzimo-bacteriano, respectivamente. Bergamaschine et al. (1998), também não observaram alterações nos teores de MS para as silagens de capim-tanzânia colhido aos 60 dias de idade e submetido (21,5%) ou não (21,0%) à adição de inoculante enzimático-bacteriano. Já Coan et al. (2005) verificaram redução no teor de MS das silagens de capim-tanzânia colhido aos 60 dias de idade e adicionada de inoculante enzimático-bacteriano em relação ao controle (24,6% e 26,5%, respectivamente) e Castro et al. (2001) observaram aumento da MS quando se utilizou aditivo enzimo-bacterino em silagem de Tifton 85. Ferreira et al (2007) não observaram diferença significativa em todos os tempos de abertura do silos nos teores de MS entre a silagem testemunha e aquelas submetidas aos diferentes tratamentos ao avaliarem o perfil de fermentação das silagens de cana de açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante

bacteriano/enzimático. Portanto a utilização de inoculantes bacterianos em silagens de gramíneas tropicais apresenta resultados bastante variados quanto ao teor de MS. Segundo Vieira (1999) a manutenção dos teores de MS é justificada, já que nenhum dos aditivos utilizados se caracterizam por alterarem os teores de MS das silagens. Os teores de MS encontrados neste experimento foram inferiores aos indicados por Paiva

(1976) que sugere valores entre 30% e 35% de MS para se obter boas silagens. Já McDonald et al. (1991) indicam que para adequada fermentação no silo é necessário teor de MS acima de 20%. Esta, por sua vez, é uma limitação na utilização das forrageiras tropicais para produção de silagem, já que quando apresentam adequado teor de MS elas possuem baixo valor nutritivo.

Tabela 1. Concentrações de matéria seca (MS) da forragem fresca (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem

| *Tratamento | *Dias de ensilagem | | | | | | | |
|-------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 20,19 | 19,52 | 19,32 | 21,58 | 19,84 | 20,25 | 21,90 | 22,01 |
| T2 | 20,47 | 19,60 | 19,64 | 21,25 | 20,18 | 20,10 | 22,21 | 22,06 |
| T3 | 19,90 | 20,34 | 20,13 | 21,29 | 21,03 | 20,05 | 23,40 | 23,46 |
| T4 | 20,25 | 21,82 | 22,39 | 20,96 | 22,48 | 21,77 | 23,59 | 23,46 |

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=5,46

3.2. pH

Os valores de pH das silagens de *Brachiaria brizantha*, submetidas a diferentes tratamentos e avaliados em diferentes dias após a ensilagem estão apresentados na Tabela 2. As silagens dos tratamentos 1, 2 e 3 não apresentaram diferença entre si nos diferentes tempos de fermentação ($p>0,05$), seus valores variaram de 4,54 a 4,91. A silagem T4 apresentou os menores valores de pH dentre os tratamentos avaliados nas diversas idades de abertura dos silos ($p<0,05$), exceto no dia 1 ($p>0,05$). Os valores de pH de todos os tipos de silagem avaliados não diferiram dentro nas diferentes idades de abertura dos silos ($p>0,05$), mantendo-se estáveis durante toda a fermentação. Ávila et al. (2003) em seu estudo, verificaram redução no pH da silagem de capim-tanzânia colhido aos 60 dias de crescimento, passando 5,85 no dia 1 de fermentação para 4,05 no dia 56. Quando comparadas a outras culturas as silagens de

Brachiaria brizantha apresentaram maiores valores de pH. Nas silagens abertas aos 56 dias de fermentação foram observados valores de 3,76 (Antunes, 2006), 3,77 (Rocha Júnior, 1999) e 3,62 (Guimarães Júnior, 2005) para silagens de milho, sorgo e milheto, respectivamente. Segundo Van Soest (1994), o pH de silagens de baixo teor de MS devem ser inferiores a 4,2 para que sejam consideradas de boa qualidade. Um alto pH em silagens com baixos teores de MS indicam fermentação proteolítica e produção de aminas e ácido butírico. Apenas as silagens adicionadas de cana apresentaram pH dentro da faixa de pH considerada adequada (3,6 a 4,2) para que as silagens sejam tidas como de boa qualidade (McDonald et al., 1991). A não modificação e os altos valores de pH durante o processo fermentativo pode ser devido aos baixos teores de carboidratos solúveis presentes nos tratamentos. Exceção feita ao tratamento adicionado com cana que apresentou os menores valores de pH talvez devido sua

maior concentração de carboidratos solúveis. Os carboidratos solúveis são as fontes de energia prontamente disponíveis para as bactérias ácido-láticas, desde que as condições de anaerobiose sejam rapidamente atingidas no silo (Munck, 1988). No presente experimento a determinação da concentração de carboidratos solúveis não foi possível pela

perda de amostras. Os dados mostram que apenas o tratamento com cana foi eficiente em reduzir o pH das silagens e que a utilização dos inoculantes bacterianos Sil-ALL C4 e Bactosilo C Tropical neste caso não foram eficientes em controlar este parâmetro.

Tabela 2. Valores de pH das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem

| Tratamento | *Dias de ensilagem | | | | | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 4,71 ^A | 4,54 ^A | 4,56 ^A | 4,65 ^A | 4,68 ^A | 5,04 ^A | 4,83 ^A |
| T2 | 4,80 ^A | 4,72 ^A | 4,67 ^A | 4,68 ^A | 4,78 ^A | 4,75 ^A | 4,69 ^A |
| T3 | 4,69 ^A | 4,63 ^A | 4,59 ^A | 4,69 ^A | 4,73 ^A | 4,66 ^A | 4,91 ^A |
| T4 | 4,37 ^A | 3,96 ^B | 3,76 ^B | 3,79 ^B | 3,76 ^B | 3,95 ^B | 3,80 ^B |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$);

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=5,98

Preston et al. (1976) verificaram que a preservação da cana de açúcar na forma de silagem é acompanhada de rápida redução de pH, sendo um dos indicativos da baixa capacidade tampoadora desta forrageira. A síntese e o acúmulo de ácido láctico na silagem, desde que a forragem apresente baixo poder tampão, são os responsáveis pela queda de pH (McDonald et. al., 1991). Modificações também não foram encontradas nos valores de pH em silagens de sorgo submetidas ao uso de inoculantes bacterianos quando comparadas as testemunhas nos estudos de Pereira, 2005 (3,78 e 3,86, respectivamente) e Vieira et al, 2004 (3,87 e 3,79, respectivamente). No entanto, Clavero (2001) encontrou aumento nos valores de pH de 4,91 e 4,11 em silagens de capim elefante cv Mott com e sem aditivo enzimo-bacteriano, respectivamente, evidenciando prejuízo na fermentação com o uso do aditivo. Os resultados encontrados na literatura sobre o uso desses aditivos são contraditórios, sugerindo que o produto ou seu uso inadequado pode influenciar de forma variável características da silagem, que são

importantes indicativos da qualidade de fermentação como o pH.

3.3. Proteína bruta

Os teores de proteína bruta (PB) podem ser vistos na Tabela 3. Como pode ser observado os tratamentos avaliados apresentaram teores de PB próximos das necessidades mínimas para funcionamento ruminal, que segundo Church (1988) são de pelo menos 7% de PB, para o fornecimento de nitrogênio seja suficiente para uma fermentação microbiana efetiva no rúmen. Foram poucas as alterações nas concentrações de PB entre os tratamentos avaliados. Apenas as silagens do T4 apresentaram valores inferiores de PB para os tempos de fermentação de 1 (6,09%), 3 (5,71%), 14 (6,35%) e 28 (5,89) dias ($p<0,05$). Os demais tratamentos foram semelhantes entre si para todos os tempos avaliados ($p>0,05$). Os valores de PB nos tratamentos 1, 2 e 3 variaram de 7,27% a 8,69%; 7,85% a 8,73% e 7,75% a 8,36%. Resultados semelhantes foram verificados por Grise et al. (2001) e Clavero (2001) que não obtiveram diferença nos teores de PB com o

uso de dois aditivos bacterianos, em cultivares de milho e em capim-elefante cv Mott, ao usarem bactérias acidoláticas. (2006), Maia (2001) e Guimarães Júnior (2005) e assim como neste estudo não verificaram alterações nos conteúdos de PB das silagens de milho (7,78%; 7,75%) e milho (10,35%), respectivamente durante o processo fermentativo. Também não foram constatados efeitos sobre os valores de PB de silagens de capim elefante puro ou tratado com inoculante bacteriano Sil-ALL com 9,88% e 9,72%, respectivamente (Andrade e Melotti, 2003). As bactérias homoláticas utilizadas na confecção deste tipo inoculante bacteriano, são principalmente associações de *Pediococcus*, *Streptococcus* (*Enterococcus*) e *Lactobacillus* homofermentativos. Sugere-se que os *Pediococcus* são ativos em uma ampla faixa de pH e que *L. plantarum*, por apresentar maior fase de latência, atua quando o pH fosse inferior a 5,0 (Lissete et al., 1992). Assim o seu efeito seria redução do pH da silagem através da fermentação dos carboidratos solúveis presentes na forragem com produção de ácido lático. Já o emprego das enzimas celulase, hemicelulase e amilase nestes inoculantes, têm a função primária de

quebrar a parede celular (polissacarídeos) e o amido dos grãos, aumentando a disponibilidade de substrato e conseqüentemente a fermentação no silo (Henderson et al., 1987). O objetivo então da utilização dos inoculantes seria rápida redução do pH impedindo fermentações indesejáveis que promovem intensa proteólise. Embora os teores de PB tenham permanecido estáveis durante o processo fermentativo para todos os tratamentos avaliados ($p > 0,05$). Segundo McDonald et al. (1991) os teores de PB permanecem estáveis, porém, a natureza da PB muda devido à intensa proteólise (Munck, 1988). Desta forma, a concentração de PB em silagens deve ser interpretada com cautela, pois não levam em conta as alterações na fração nitrogenada, que ao final da ensilagem podem ser significativas. Este fato resulta em silagens com menor valor nutricional, quando comparadas a forragem original que lhe deu origem. Na forragem fresca, cerca de 75 a 90% da PB é formada por proteína verdadeira (Ohshima e McDonald, 1978) e após a proteólise o nitrogênio não protéico pode representar até 80% da PB (McDonald et al., 1991).

Tabela 3. Concentrações de proteína bruta (PB) da forragem fresca (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| Tratamento | *Dias de eEnsilagem | | | | | | | |
|------------|---------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|-------------------|-------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 7,997 ^A | 8,69 ^A | 8,75 ^A | 7,27 ^A | 8,00 ^A | 7,84 ^{AB} | 7,95 ^A | 8,06 ^A |
| T2 | 7,86 ^A | 8,65 ^A | 8,73 ^A | 8,47 ^A | 8,11 ^A | 7,85 ^{AB} | 8,54 ^A | 8,14 ^A |
| T3 | 8,13 ^A | 7,75 ^A | 8,21 ^A | 7,97 ^A | 7,76 ^A | 8,07 ^A | 8,36 ^A | 7,97 ^A |
| T4 | 7,34 ^A | 6,09 ^B | 5,71 ^B | 6,80 ^A | 6,54 ^A | 6,35 ^B | 5,89 ^B | 7,07 ^A |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$);

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=8,28.

3.4. Nitrogênio amoniacal

Os teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) das silagens de *Brachiaria brizantha* estão apresentados na tabela 4. Nas silagens do T1

os teores de $N-NH_3/NT$ foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) e permaneceram estáveis desde o dia 1 de ensilagem até o dia 56, com valores variando de 11,14% a 17,99%. No T2 o maior valor observado foi para o dia 28 após ensilagem (20,94%), este foi semelhante

aos períodos de 5, 7 e 56 dias de fermentação ($p > 0,05$) e diferente dos demais ($p < 0,05$). Neste tratamento os níveis de $N-NH_3/NT$ começaram a crescer a partir do quinto dia após ensilagem. No tratamento 3 foi observado aumento dos valores de $N-NH_3/NT$ já no terceiro dia após ensilagem, e este se manteve estável até o fim do processo. O menor valor foi para o dia 1 após ensilagem de 9,68%, sendo diferente apenas no valor de 20,12% encontrado com 14 dias de fermentação ($p < 0,05$). Os demais períodos de fermentação foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). Na silagem do T4 os teores de $N-NH_3/NT$ não apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$) durante o processo de fermentação, apesar do aumento do numérico durante o período passando de 6,64% no dia 1 para

11,19% no dia 56. Quando se faz à comparação entre os tratamentos nos diversos dias após ensilagem, observa-se que os menores valores de $N-NH_3/NT$ foram para o T4 nos tempos 3 (6,43%), 5 (8,60%), 7 (8,02%) e 14 (8,63%) após ensilagem, sendo diferentes ($p < 0,05$) e inferiores aos demais tratamentos. O que está de acordo com os valores de pH mostrados na tabela 2, onde no T4 estes ficaram na faixa considerada ótima (3,6-4,2), logo as enzimas proteolíticas foram inativadas. As silagens adicionadas de inoculantes bacterianos (T2 e T3) não apresentaram diferença ($p > 0,05$) para a silagem controle (T1) em nenhum dos períodos avaliados, mostrando que sua utilização não foi eficiente em controlar este parâmetro.

Tabela 4. Concentrações de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem

| Tratamento | Dias de ensilagem | | | | | | |
|------------|---------------------|-----------------------|------------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 11,14 ^{Aa} | 13,99 ^{Aa} | 13,29 ^{Aa} | 17,99 ^{Aa} | 17,64 ^{Aa} | 12,75 ^{Aa} | 16,94 ^{Aa} |
| T2 | 11,50 ^{Ab} | 13,77 ^{Ab} | 15,85 ^{Aab} | 18,39 ^{Aab} | 20,94 ^{Aa} | 12,76 ^{Ab} | 15,76 ^{A ab} |
| T3 | 9,68 ^{Ab} | 14,19 ^{A ab} | 14,41 ^{AB ab} | 16,08 ^{A ab} | 20,12 ^{Aa} | 16,19 ^{A ab} | 14,31 ^{A ab} |
| T4 | 6,64 ^{Aa} | 6,43 ^{Ba} | 8,60 ^{Ba} | 8,02 ^{Ba} | 8,63 ^{Ba} | 10,84 ^{Aa} | 11,19 ^{Aa} |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$);
 Letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($p > 0,05$);
 CV=17,60.

Resultados semelhantes foram observados por Andrade e Melotti (2004) que não verificaram efeito da utilização de inoculante bacteriano em reduzir o nitrogênio amoniacal das silagens de capim-elefante tratadas em relação a controle (15,34% e 12,39%, respectivamente). Também Vieira et al. (2004) não verificaram diferença nos teores de $N-NH_3/NT$ das silagens de sorgo sem e com aditivos (BR601 = 4,62% e 4,94%; AG2002 = 4,94% e 5,12%, respectivamente). Ferreira et al (2007) verificaram que adição de inoculantes bacterianos não causou alteração nos valores de $N-NH_3/NT$ em relação ao tratamento controle ao avaliarem o perfil de fermentação das silagens de cana de

açúcar com teores de 3,94% e 2,89% no dia 1 e 4,35% e 6,09% no dia 56, respectivamente. Maia (2001) encontrou valor médio de $N-NH_3/NT$ de 4,02 ao estudar o padrão de fermentação das silagens de seis cultivares de milho.

Os valores de nitrogênio amoniacal ficaram acima de 10% nos demais tipos de silagem, exceto na silagem com cana. Um baixo teor de nitrogênio amoniacal, inferior a 10% do NT, indica que o processo de armazenamento não resultou em quebra excessiva de proteína em amônia. Já um valor superior a 15% significa que a quebra de proteínas foi considerável, e que estas silagens podem ser menos aceitas pelos animais podendo ocorrer

baixo consumo (AFRC, 1987). Embora não tenham ocorrido alterações significativas ($p > 0,05$) nas silagens dos tratamentos 1 e 4 e apenas pequenas modificações tenham sido observadas no T2 e T3, houve uma variação numérica nos teores de $N-NH_3/NT$ ao longo do processo fermentativo, demonstrando que pode ter ocorrido alteração na composição da PB como citada por McDonald et al. (1991) e Munck (1988), mostrando que embora os teores de PB tenham permanecido estáveis durante a fermentação as concentrações de nitrogênio amoniacal foram diferentes devido à proteólise durante o processo fermentativo. Segundo Henderson (1993), os principais fatores que determinam a extensão da degradação protéica no material ensilado são: o conteúdo de MS, a presença de oxigênio, o pH e a temperatura. Observou-se correlação positiva entre os teores de $N-NH_3/NT$ e os valores de pH ($r=0,46$; $p < 0,0001$) e correlação negativa com os valores de MS ($r=-0,37$; $p < 0,002$). Esse efeito mostra a importância de adequados teores de MS no material a ser ensilado e indica que a acidificação do meio reduziu a ação das enzimas proteolíticas que provocavam a conversão de proteínas em NNP através de sua desnaturação. Já que a maioria dessas

enzimas é ativa somente em pH acima de quatro (McKersie, 1985). Além disso, em pH próximo a quatro ocorre inibição das bactérias do gênero *Clostridium*, que também são responsáveis por proteólise. Segundo McDonald et al. (1991) e Muck (1988) os dois principais fatores responsáveis pela inibição do crescimento dos clostrídios são o teor de MS e o pH, porque esses crescem em pH ótimo de 7,0 a 7,4 e teores de MS inferiores a 30%.

3.5. Qualificação da fermentação

Segundo Vilela (1998) valores de pH entre 3,8 e 4,2 é o desejável para silagens consideradas bem conservadas. No entanto, o pH, isoladamente, não pode ser considerado como critério seguro para avaliação das silagens, pois seu efeito inibidor sobre as bactérias e enzimas das plantas depende da velocidade do declínio da concentração iônica e do grau de umidade do meio. Tomich et al. (2003), propuseram um sistema de avaliação da fermentação de silagens baseado no valor de pH associado ao teor de matéria seca e avaliação do teor de nitrogênio amoniacal (Tabelas 5 e 6).

Tabela 5. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao valor de pH associado ao conteúdo de matéria seca (MS).

| | Conteúdo de MS(%) | | | | Pontuação |
|-------------|-------------------|------------|------------|------------|-----------|
| | < 20 | 20-30 | 30-40 | >40 | |
| Valor de pH | ≤ 4 | $\leq 4,2$ | $\leq 4,4$ | $\leq 4,6$ | 25 |
| | >4,0-4,2 | >4,2-4,4 | >4,4-4,6 | >4,6-4,8 | 20 |
| | >4,2-4,4 | >4,4-4,6 | >4,6-4,8 | >4,8-5,0 | 15 |
| | >4,4-4,6 | >4,6-4,8 | >4,8-5,0 | >5,0-5,2 | 10 |
| | >4,6-4,8 | >4,8-5,0 | >5,0-5,2 | >5,2-5,4 | 5 |
| | >4,8 | >5,0 | >5,2 | >5,4 | 0 |

Fonte: Tomich et al. (2003).

Tabela 6. Qualificação da fermentação da silagem em relação ao conteúdo de nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH₃/NT).

| N-NNH ₃ /NT(%) | Pontuação |
|---------------------------|-----------|
| <10 | 25 |
| 10,0-13,0 | 20 |
| >13,0-17,0 | 15 |
| >17,0-21,0 | 10 |
| >21,0-25,0 | 5 |
| >25,0 | 0 |

Fonte: Tomich et al. (2003).

Quando se analisa o processo fermentativo das silagens através do modelo proposto por Tomich et al. (2003) para os valores de pH e nitrogênio amoniacal, observa-se que a silagem do T4 foi a que apresentou a maior pontuação (45 pontos) como pode ser visto na Tabela 7. Este tratamento apresentou menor valor de pH (3,8) sendo foi diferente dos demais (p<0,05) com valores de 4,83; 4,69; e 4,91 para T1, T2 e T3, respectivamente. Quando se avaliou os teores de MS e nitrogênio amoniacal o T4 foi semelhantes aos demais (p>0,05) com conteúdos de 22,01%; 22,06%; 23,46% e 23,46% de MS e 16,94%; 15,76%; 14,31% e 11,19% de N-

NNH₃/NT(%) para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Pode-se observar que apenas a silagem do T4 apresentou pH menor que 4,2 sendo classificada como uma silagem de boa qualidade quanto à avaliação deste parâmetro segundo o sistema proposto por Paiva (1976). As silagens dos tratamentos 1, 2 e 3 foram semelhantes entre si (p>0,05), indicando a ineficiência da utilização dos inoculantes bacterianos em controlar esses parâmetros para este tipo de forrageira. As concentrações de ácidos graxos voláteis foram determinadas, porém devido ao seu reduzido valor e alto CV, as mesmas não foram consideradas.

Tabela 7. Qualificação da fermentação das silagens em relação ao conteúdo de matéria seca, pH e nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH₃/NT) das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4)

| Tratamentos | MS | pH | N-NNH ₃ /NT(%) | Pontuação |
|-------------|--------------------|-------------------|---------------------------|-----------|
| T1 | 22,01 ^A | 4,83 ^A | 16,94 ^A | 20 |
| T2 | 22,06 ^A | 4,69 ^A | 15,76 ^A | 25 |
| T3 | 23,46 ^A | 4,91 ^A | 14,31 ^A | 20 |
| T4 | 23,46 ^A | 3,80 ^B | 11,19 ^A | 45 |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si (p>0,05).

3.6. Fibra insolúvel em detergente neutro

Como pode ser visto na Tabela 8 na comparação entre os tratamentos nos diferentes tempos de fermentação apenas a silagem do T4 apresentou diferença no teor de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) aos 28 dias de fermentação com 58,31%, sendo semelhante à silagem do T3 de 62,02% (p>0,05) e diferente das demais

(p<0,05). Para os demais tempos de fermentação todos os tratamentos foram semelhantes entre si (p>0,05). As silagens dos tratamentos 1, 2 e 3 não apresentaram modificação nos seus teores de FDN ao longo do processo de fermentação (p>0,05), mostrando que a utilização de inoculantes bacterianos não promoveu alterações no conteúdo desta fração da parede celular. A adição da cana de açúcar também não alterou os teores de FDN da forrageira utilizada para

confeção das silagens. A silagem adicionada de cana de açúcar apresentou variação durante o processo fermentativo, sendo maior valor 67,86% no dia 56 e menor valor de 58,31 no dia 28. Segundo Munck (1988), a redução nos teores de hemiceluloses é o principal responsável pela redução nos teores de FDN. Neste estudo os teores de FDN apresentaram correlação positiva com os teores de hemiceluloses ($r=0,85$; $p<0,00001$) confirmando esta hipótese. O aumento ocorrido no valor de FDN do dia 56 em relação ao dia 28 é explicado, pois segundo McDonald et al. (1991), a concentração de constituintes de parede celular geralmente

aumenta com o processo de ensilagem, devido a perdas de nutrientes solúveis na forma gasosa ou de efluentes ou ainda segundo Van Soest (1994) pela perda de compostos voláteis durante a secagem do material na estufa. Valores inferiores aos deste estudo foram obtidos por Clavero (2001) que encontrou teores de 65,3% para a FDN, em silagens de capim-elefante cv Mott sem aditivo e 61,8% em silagens inoculadas com bactérias acidoláticas. Cheng et al. (2001), em silagem de capim-elefante var. Napier com 63 dias de crescimento registraram valor de 74,0% de FDN no controle e 69,6% com inoculante bacteriano.

Tabela 8. Concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) das forragens frescas (dia 0 e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| Tratamento | Dias de ensilagem | | | | | | | |
|------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 68,89 ^{Aa} | 69,36 ^{Aa} | 65,83 ^{Aa} | 65,14 ^{Aa} | 67,23 ^{Aa} | 65,51 ^{Aa} | 65,14 ^{Aa} | 69,25 ^{Aa} |
| T2 | 70,11 ^{Aa} | 67,59 ^{Aa} | 65,19 ^{Aa} | 66,39 ^{Aa} | 67,00 ^{Aa} | 65,50 ^{Aa} | 66,38 ^{Aa} | 70,43 ^{Aa} |
| T3 | 69,28 ^{Aa} | 67,23 ^{Aa} | 65,70 ^{Aa} | 65,98 ^{Aa} | 68,18 ^{Aa} | 65,92 ^{Aa} | 62,02 ^{ABa} | 65,23 ^{Aa} |
| T4 | 68,33 ^{Aa} | 66,18 ^{Aa} | 63,69 ^{Aab} | 63,99 ^{Aab} | 64,31 ^{Aab} | 63,34 ^{Aab} | 58,31 ^{Bb} | 67,86 ^{Aa} |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$);

Letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$); CV=3,96

As reduções da FDN podem indicar a ação de enzimas sobre os carboidratos da parede celular, podendo aumentar a disponibilidade de substrato para as bactérias. Andrade e Melotti (2003) não verificaram efeitos significativos sobre os valores de FDN de silagens de capim elefante puro ou tratado com inoculante bacteriano Sil-ALL 71,80% e 72,3%, respectivamente. Menores valores foram observados por Evangelista et al. (2004) que encontraram 67,65% de FDN em silagem de *Brachiaria brizantha* colhida com 90 após rebrota. As diferenças entre este estudo com os demais citados podem ser justificadas pelas diferentes idades de colheita das forrageiras, diferenças climática e de solo, além de características próprias de cada forrageira como diferentes proporções

de caule e folha e diferentes composições das diferentes partes da planta.

3.7. Fibra insolúvel em detergente ácido

Os teores de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) das silagens de *Brachiaria brizantha* estão apresentados na Tabela 9. Não foram observadas diferenças entre os tratamentos avaliados ($p>0,05$). Foram observados teores de FDA de 35,40% a 38,09%; 34,40% a 37,30%; 35,73% a 37,97% e 33,38% a 37,58% para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente dentro dos diferentes tempos de fermentação. Estes valores foram semelhantes ($p>0,05$) em todos os tratamentos avaliados, permanecendo estáveis durante todo o processo de fermentação. Os valores de FDA nas forragens frescas foram

de 35,09% a 37,30%, sendo semelhantes entre os tratamentos avaliados ($p>0,05$). Não foram observadas diferenças entre as forragens frescas e as silagens para todos os tratamentos em todos os tempos de fermentação ($p>0,05$). A utilização de inoculantes bacterianos nas silagens não causou alterações nos teores de FDA quando comparadas com a silagem testemunha (T1). Este resultado está de acordo com Meeske et al. (1993) e Higginbotham et al. (1998) que trabalharam com diferentes inoculantes bacterianos em silagens de sorgo e milho, respectivamente. O mesmo foi verificado no estudo de Coan et al. (2005) que observaram semelhança no teor de FDA das silagens de capim-tanzânia colhido aos 60 dias de idade e adicionada de inoculante enzimático-bacteriano em relação ao controle (46,1% e 48,2%, respectivamente). Cheng et al. (2001), em silagem de capim-elefante var. Napier

com 63 dias de crescimento, tratadas com inoculante bacteriano os registraram valores de FDA de 45,4%. Já Clavero (2001) encontrou teor de 40,2% de FDA, em silagens de capim-elefante cv Mott sem aditivo e 37,8% em silagens com bactérias acidoláticas. Valores superiores aos deste estudo. Ferreira et al. (2007) encontraram alterações nos teores de FDA das silagens de cana pura ou tratada com inoculante bacteriano, registrando valores de 31,84% a 39,59% nas silagens sem aditivo e 31,18% a 41,72% nas silagens com aditivo nos dias 1 e 56 após ensilagem, respectivamente. No entanto Maia (2001) ao estudar o padrão de fermentação de 6 cultivares de milho, verificou estabilidade nos valores de FDA de todos os cultivares durante o processo fermentativo, determinando teores médios de 29,37% e 29,84% nos dias 1 e 56 de fermentação, respectivamente.

Tabela 9. Concentrações de fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) das forragens frescas (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de Açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| *Tratamento | *Dias de Ensilagem | | | | | | | |
|-------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 35,09 | 38,09 | 35,62 | 35,98 | 36,90 | 35,40 | 35,43 | 35,65 |
| T2 | 37,30 | 36,79 | 34,49 | 36,40 | 36,62 | 35,38 | 37,05 | 37,07 |
| T3 | 35,20 | 36,91 | 35,73 | 35,83 | 37,97 | 35,83 | 37,46 | 37,30 |
| T4 | 35,89 | 36,47 | 33,38 | 33,78 | 35,14 | 33,95 | 34,66 | 37,58 |

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=4,02.

3.8. Celulose

As concentrações de celulose das silagens de *Brachiaria brizantha*, submetidas a diferentes tratamentos estão mostradas na Tabela 10. Os teores de celulose foram semelhantes entre si nas forragens frescas de todos os tratamentos ($p>0,05$) e apresentaram valores de 29,15%; 31,02%; 28,88% e 28,87% nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Durante todo o período de fermentação os valores de celulose das silagens permaneceram estáveis, não sendo observadas diferenças ($p>0,05$), seus valores variaram de 29,01% a 32,10%;

27,91% a 30,44%; 29,01% a 31,41% e 26,21% a 29,40% para T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Os diferentes tratamentos apresentaram semelhantes teores de celulose ($p>0,05$), dentro dos diferentes tempos de fermentação. Embora sem diferença o maior valor numérico observado foi para o T1 (32,10%) no dia 1 e o menor valor para T4 (26,21%) no dia 3 após ensilagem. Para Van Soest (1994) a celulose tende a não se modificar durante a ensilagem a não ser quando há extenso desenvolvimento de fungos, o que ocorre principalmente em forragens com alto teor de MS, situação não

verificada neste estudo. A adição de cana de açúcar ou inoculantes bacterianos não resultaram em alterações nos conteúdos de celulose das silagens avaliadas. A resposta à inoculação parece indicar que as bactérias presentes nos inoculantes apresentaram pouca afinidade por substratos da parede celular. A celulose das silagens apresentou correlação positiva com os teores de FDA ($r = 0,96$; $p < 0,00001$), mostrando que esta foi a fração que mais influenciou na sua composição, justificando assim a ausência de modificações nos teores de FDA durante o processo de conservação da forragem. Já que segundo Van Soest et al. (1991) a FDA é composta principalmente por celulose e lignina. Coan et al. (2005) não verificaram alteração nos teores de celulose das silagens de capim-tanzânia colhido aos 60 dias de idade adicionada de inoculante enzimático-bacteriano em relação ao controle (35,6% e

35,5%, respectivamente). Fato lógico tendo em vista que a celulose é estável frente ao processo fermentativo do silo (Henderson, 1993; Van Soest, 1994). No entanto Ferreira et al. (2007) encontraram alterações nos teores de celulose durante o processo de fermentação das silagens de cana pura ou tratada com inoculante bacteriano, registrando valores de 26,83% a 35,87% nas silagens sem aditivo e 26,99% a 36,57%, atribuindo tal alteração à redução do conteúdo de carboidratos solúveis e conseqüente aumento relativo da fração fibrosa. Antunes (2006) verificaram valores médios de celulose variando de 25,35% a 28,70% e notaram pequenas alterações nos conteúdos de celulose ao longo do processo fermentativo ao avaliarem o padrão de fermentação das silagens de seis genótipos de milho.

Tabela 10. Concentrações de celulose das forragens frescas (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| *Tratamento | *Dias de Ensilagem | | | | | | | |
|-------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 29,15 | 32,10 | 29,19 | 29,01 | 30,76 | 29,29 | 29,25 | 29,65 |
| T2 | 31,02 | 30,44 | 27,91 | 29,70 | 30,41 | 28,52 | 30,36 | 30,25 |
| T3 | 28,88 | 30,37 | 29,24 | 29,01 | 31,42 | 29,78 | 31,06 | 30,77 |
| T4 | 28,87 | 29,40 | 26,21 | 26,76 | 28,16 | 26,87 | 27,60 | 30,43 |

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=4,95.

3.9. Hemiceluloses

Os teores de hemiceluloses estão representados na Tabela 11. Observou-se variação nas concentrações de hemiceluloses durante o processo fermentativo em relação à forragem fresca apenas nas silagens T3 e T4. No T3 o teor de hemiceluloses da forragem fresca foi de 34,07%, sendo maior que o verificado no dia 28 de 24,56% ($p < 0,05$) e semelhante aos demais observados nos diferentes tempos de abertura dos silos ($p > 0,05$). Na silagem T4 o menor valor de hemiceluloses foi observado no dia 28

(23,65%) após ensilagem, onde este foi inferior ($p < 0,05$) ao verificado na forragem fresca (32,44%) e não apresentou diferença dos demais encontrados nos diferentes períodos de fermentação. Os valores de hemiceluloses nas forragens frescas foram semelhantes entre todos os tratamentos avaliados e apresentaram valores de 33,796%; 32,80%; 34,07% e 32,44% no T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Os teores de hemiceluloses permaneceram estáveis durante todo o período de fermentação nas silagens T1 e T2 não sendo verificadas diferenças ($p > 0,05$) e seus valores variaram

de 29,16% a 33,60% e 29,32% a 33,65%, respectivamente. Os teores de hemiceluloses foram semelhantes entre todos os tratamentos avaliados dentro de todos os períodos de fermentação ($p>0,05$). Valores inferiores de hemiceluloses foram observados por Coan et al. (2005) em silagens de capim-tânzania colhido aos 60 dias adicionado ou não de inoculante bacteriano, sendo 29,6% e 27,4%, respectivamente. Pereira (2005) também verificou alterações nos teores de hemiceluloses em silagens de sorgo adicionada ou não com inoculantes bacterianos, registrando valores de 31,65% e 25,55% na silagem sem aditivo e 30,90% e

28,40% na silagem inoculada nos dias 1 e 56 após ensilagem, respectivamente. A redução dos teores de hemiceluloses observada nos tratamentos 3 e 4 podem ser explicadas pelo consumo desta fração como fonte secundária pelos microorganismos fermentadores dentro do silo, sendo utilizada como substrato adicional para fermentação (Munck, 1988; McDonald et al., 1991; Henderson, 1993). Reduções nos teores de hemiceluloses com o processo de fermentação também foram verificadas por Guimarães Júnior (2005b) e Maia (2001) estudando silagens de milho e milho, respectivamente.

Tabela 11. Concentrações de hemiceluloses das forragens frescas (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| *Tratamento | Dias de Ensilagem | | | | | | | |
|-------------|-------------------|---------|----------|----------|----------|----------|---------|----------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 33,79a | 31,26 a | 30,25 a | 29,16 a | 30,32 a | 30,11 a | 29,71 a | 33,60 a |
| T2 | 32,80 a | 30,79 a | 30,69 a | 29,98 a | 30,38 a | 30,12 a | 29,32 a | 33,65 a |
| T3 | 34,07a | 30,31ab | 29,97 ab | 30,15 ab | 30,21 ab | 30,08 ab | 24,56b | 30,28 ab |
| T4 | 32,44a | 29,71ab | 30,30 ab | 30,20 ab | 29,17 ab | 29,39 ab | 23,65b | 27,92 ab |

Letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ($p>0,05$);

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=7,74.

3.10. Lignina

Os valores de lignina na forragem fresca e nas silagens podem ser verificados na tabela 12. Não foram verificadas diferenças entre os teores de lignina das forragens frescas entre os diferentes tratamentos ($p>0,05$), os valores variaram de 5,94% a 7,01%. As concentrações de lignina foram semelhantes entre as forragens frescas de todos os tratamentos e permaneceram estáveis durante todo o processo fermentativo ($p>0,05$), estando de acordo com Van Soest (1994), o qual afirma que os teores de lignina permanecem inalterados com o avanço da fermentação. No 14º dia após ensilagem foi observado maior conteúdo de lignina nas silagens dos tratamentos 2 (6,85%) e 4 (7,07%), sendo estes valores semelhantes

entre si ($p<0,05$) e diferentes dos demais. Após 56 dias de ensilagem o menor teor observado foi de 6,00% no T1, este foi semelhante aos valores de 6,81% e 6,53% obtidos nos tratamentos 2 e 3 ($p>0,05$), respectivamente e diferente de 7,15% observado no T4 ($<0,05$). A adição de inoculantes bacterianos não resultou em diferenças nos teores de lignina nas silagens inoculadas em relação a silagem controle, já que a lignina não é utilizada por bactéria como substrato para fermentação. No entanto a adição de cana de açúcar resultou em aumento da concentração de lignina neste tratamento, devido a sua maior participação nesta forrageira. Antunes (2006) também não verificou alterações nos teores de lignina nas silagens de milho durante o processo fermentativo e determinou valores médios

variando de 2,68% a 3,54% ao avaliar seis genótipos. Ferreira et al. (2007) observaram valores de 5,15% e 5,07% em silagens de cana de açúcar com ou sem adição de inoculantes bacteriano após 56 dias de

fermentação. Vieira et al. (2004) encontram valores médios de lignina de 5,12% e 4,94% em silagens de sorgo, tratadas ou não com inoculante bacteriano, respectivamente.

Tabela 12. Concentrações de lignina das forragens frescas (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| Tratamento | *Dias de Ensilagem | | | | | | | |
|------------|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------|--------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 5,94 ^A | 5,99 ^A | 6,43 ^A | 6,97 ^A | 6,13 ^A | 6,10 ^B | 6,17 ^A | 6,00 ^B |
| T2 | 6,28 ^A | 6,35 ^A | 6,57 ^A | 6,70 ^A | 6,20 ^A | 6,85 ^A | 6,69 ^A | 6,81 ^{AB} |
| T3 | 6,32 ^A | 6,54 ^A | 6,49 ^A | 6,82 ^A | 6,55 ^A | 6,05 ^B | 6,40 ^A | 6,53 ^{AB} |
| T4 | 7,01 ^A | 7,07 ^A | 7,17 ^A | 7,02 ^A | 6,98 ^A | 7,07 ^A | 7,05 ^A | 7,15 ^A |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si (p>0,05);

*Dados não apresentaram diferença estatística. CV=5,60.

3.11. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca

Na tabela 13 observam-se os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens de *Brachiaria brizantha*, submetidas a diferentes tratamentos. O menor valor de DIVMS nas forragens frescas foi observado no T1 57,95%, sendo diferente dos tratamentos 2 e 3 que apresentaram valores idênticos de 65,84% (p<0,05) e semelhante ao valor observado no T4 de 62,20% (p>0,05). Este fato pode ter ocorrido devido a dificuldades de amostragem e/ou análises laboratoriais, uma vez que a adição de inoculante bacteriano em forragem fresca imediatamente congelada não acarretaria este tipo de alteração. Não foram verificadas diferenças nos teores de DIVMS entre os tratamentos nos diferentes tempos de abertura dos silos (p>0,05), com valores variando de 58,58% a 68,79%; 60,14% a 69,01%; 61,01% a 66,41% e 58,83% a 67,17% nos tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente. Estes dados mostram que a utilização de inoculantes bacterianos e cana de açúcar não trazem benefícios quanto à avaliação deste parâmetro quando adicionados nas mesmas condições deste

estudo. Ausência de resposta a adição de inoculantes bacterianos em relação as silagens controle foram observadas por Ferreira et al. (2007), Meeske et al. (2002) avaliando silagens de cana de açúcar e milho, respectivamente. Valores próximos ao deste estudo foram observados por Amaral et al. (2007) que encontraram valores de DIVMS da silagem de *Brachiaria brizantha* colhida aos 60 dias entre 55,7% a 62,45%. Maia (2001) e Ferreira et al. (2007) também não observaram variação na DIVMS ao longo do processo fermentativo das silagens de milho e cana de açúcar. A DIVMS apresentou correlação negativa com FDN (r=-0,40; p<0,001), FDA (r=-0,44; p<0,0003) e celulose (r=-0,41; p<0,0007), indicando que a digestibilidade é comprometida com o aumento das frações fibrosas das forragens. Segundo Ojeda (1988) processos de fermentação, oxidação, deterioração aeróbica e produção de efluentes provocam perdas de nutrientes digestíveis, resultando em menores digestibilidades do material ensilado, no entanto valor próximo de DIVMS entre a forragem fresca e a silagem indica que o processo de conservação ocorreu de forma adequada.

Tabela 13. Valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das forragens frescas (dia 0) e das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4) e avaliados em diferentes dias após a ensilagem, expressos em porcentagem da MS

| Tratamento | Dias de Ensilagem | | | | | | | |
|------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|
| | 0 | 1 | 3 | 5 | 7 | 14 | 28 | 56 |
| T1 | 57,95 ^{Bb} | 64,90 ^{Aab} | 62,46 ^{Aab} | 66,21 ^{Aab} | 60,41 ^{Aab} | 68,79 ^{Aa} | 65,71 ^{Aab} | 58,58 ^{Ab} |
| T2 | 65,84 ^{Aa} | 65,48 ^{Aa} | 69,01 ^{Aa} | 65,13 ^{Aa} | 61,24 ^{Aa} | 64,37 ^{Aa} | 62,11 ^{Aa} | 60,14 ^{Aa} |
| T3 | 65,84 ^{Aa} | 65,96 ^{Aa} | 66,41 ^{Aa} | 64,52 ^{Aa} | 61,84 ^{Aa} | 66,38 ^{Aa} | 64,16 ^{Aa} | 61,01 ^{Aa} |
| T4 | 62,20 ^{ABa} | 67,17 ^{Aa} | 65,22 ^{Aa} | 64,00 ^{Aa} | 61,89 ^{Aa} | 67,01 ^{Aa} | 66,84 ^{Aa} | 58,83 ^{Aa} |

Letras maiúsculas iguais, na mesma coluna, não diferem estatisticamente entre si (p>0,05);

Letras minúsculas iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si (p>0,05); CV=4,59.

4. CONCLUSÕES

A forragem de *Brachiaria brizantha* colhida aos 56 dias de idade mostrou-se baixo teor de MS para ensilagem.

O tratamento com 30% de cana apresentou silagens com melhor qualidade quando se avaliou nitrogênio amoniacal.

Os resultados deste experimento indicam que o uso do inoculante enzimático-bacteriano não melhorou as características qualitativas, fermentativas e nutricionais das silagens avaliadas, não recomendando, assim, indicação de sua utilização nos sistemas de produção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AFRC technical committee on responses to nutrients. Report n.2, Characterization of feedstuffs: *Nutr. Abstr. Rev.*, v. 57, n. 12, p. 713-736, 1987.

AMARAL, R. C; BERNARDES, T. F; SIQUEIRA, G. R. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. *R. Bras. Zootec.*, v. 36, n. 3, p. 532-539, 2007

ANDRADE, S. J. T; MELOTTI, L. Inoculantes bacterianos na ensilagem do capimelefante (*Pennisetum purpurem*, Schum). *Braz. J. of Vet. Res. and Anim. Sci.* v. 40, supl. 3, p. 219-223, 2003.

ANDRADE, S. J. T; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). *Braz. J. of Vet. Res. and Anim. Sci.* v. 41, n. 6, p. 409-415, 2004.

ANTUNES, R. C. REIS, R. B; GONÇALVES, L. C; et al. Modificações da composição química e padrão de fermentação em silagens de seis híbridos de milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo.*, v. 5, n. 3, p. 422-430, 2006.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 13. ed. Washington D.C.:AOAC, 1980.1015p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

ÁVILA, C. L. S; PINTO, J. C; EVANGELISTA, A. R; et al. Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia

com aditivos – Teores de nitrogênio amoniacal e pH. *Ciênc. Agrotec.* v. 27, n.5, p.1144-1151, 2003.

BERGAMASCHINE, A.F; ISEPON, O.J; GUATURA, A.S; et al. Efeitos da adição de resíduo de milho e da cultura enzimbacteriana sobre a qualidade da silagem do capim-tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35, 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p.456.

CASTRO, F. G. F; NUSSIO, L.G. Parâmetros físicoquímicos da silagem de tifton 85 (*cynodon* sp.) sob efeito do pré-emurchecimento e de inoculante bacterianoenzimático. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: SBZ, 2001. 4p. (CD)

CHENG, Y. K; CHEN, C. S; PENG, P. W. Effects of different additives on silage quality of napiergrass. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: BSAH, 2001. p. 771-772.

CHURCH, D. C. *The ruminant animal digestive physiology and nutrition*. Prentice Hall: New Jersey, 1988. 564p.

CLAVERO, T. Quality and nutritive value of Mott dwarf elephantgrass silage with biological additives. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Paulo. *Proceedings...* São Paulo: BSAH, 2001. p.770-771. VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. *Anais...* Botucatu: SBZ, 1998. p. 73-108.

COAN, R. M; VIEIRA, P. F; SILVEIRA, R. N; et al. Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. *R. Bras. Zootec.*, v. 34, n. 2, p. 416-424, 2005

HIGGINBOTHAM, G. E; MUELLER, S. C; BOLSEN, K. K; et al. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. *J. Dairy Sci.*,v. 81, n. 8, p. 2185-2192, 1998.

EVANGELISTA, A. R; ABREU, J. G; AMARAL, P. N. C; et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* stapf cv. marandu) com e sem emurchecimento. *Ciênc. agrotec.*, v. 28, n. 2, p. 443-449, 2004

FERREIRA. D. A. *Gonçalves*, L. C; *Molina*, L. R; et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 59, n. 2, p. 423-433, 2007

GRISE, M. M; JOBIM, C. C; CECATO, U; MIRA, R; GONÇALVES, G. D. Efeito do uso de inoculantes na composição química e pH da silagem de milho (*P. americanum* (L.) Leake). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, Piracicaba, SP, 2001. *Anais ...* Piracicaba: SBZ, 2001, p. 1132-1133.

GUIMARÃES JÚNIOR, R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES; et al. Matéria Seca, Proteína Bruta, Nitrogênio Amoniacal e pH das silagens de Três Genótipos de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.], em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 251-258, 2005a.

GUIMARÃES JÚNIOR, R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES; et al. Frações Fibrosas dos Materiais Originais e das Silagens de Três Genótipos de Milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. BR.], em diferentes períodos de fermentação. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, v. 4, n. 2, p. 243-250, 2005.

HENDERSON, N. Silage additives. *Anim. Feed Sci. Tech.*, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

HENDERSON, A. R.; MCGINN, R.; KERR, W. D. The effect of a cellulase preparation

applied with or without an inoculum of lactic acid bacteria on the chemical composition of leucerne ensiled in laboratory silos. In: SILAGE CONFERENCE, INSTITUTE FOR GRASSLAND AND ANIMAL PRODUCTION, 8., 1987, [s.l.]. *Proceedings...* 1987.

HENRIQUE, W; BOSE, M. L. Efeito de aditivos enzimo-bacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). *R. Soc. Bras. Zootec.*, v.21, n.3, p.429-438, maio/ago. 1992.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1992, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, 1992. p. 169-275.

LISSETE, L. et al. Fermentacion de ensilajes tropicales com la utilizacion de bacterias acido laticas aisladas en Cuba. *Pastos y Forrajes*, v. 15, p. 63-69, 1992.

MAIA, F. S. Qualidade e padrão de fermentação das silagens de seis cultivares de milho (BR 106, BR 205, HD 9486, AG 1051, C 701, F0-01). 2001. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.

McDONALD, P; HENDERSON, A.R; HERON, S.J.E. *The biochemistry of the silage*. 2º ed. Marlow: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

McKERSIE, B. D. Effect of pH on proteolysis in ensiled legume forage. *Agronomy Journal*. v. 77, n. 1, p. 81-86, 1985.

MEESKE, R; ASHBELL, G; WEINBERG, Z. G; et al. Ensilage forage sorghum at two stages of maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. *Anim. Feed. Sci. Tech.*, v. 43, n. 3, p. 165-175, 1993.

MEESKE, R; Van Der MERWE, G. D; GREYLING, J. F; et al. The effects of

addition of a lactic bacterial inoculant to maize at ensiling on silage composition, silage intake, milk production and milk composition. *J. Anim. Sci.*, v. 32, n. 4, p. 263-270, 2002.

MORAIS, J. P. G. Silagem de gramíneas tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7, 1999. Piracicaba. *Anais...*Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 89-96.

MUNCK, R. E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.* v. 71, n. 11, p. 2992-3002, 1988.

OHSHIMA, M; McDONALD, P. A review of the changes in nitrogenous compounds of herbage during ensiling. *J. Sci. Food. Agric.* v. 29, p. 497-505, 1978.

OJEDA, F. Valor nutritivo de forrajes tropicales conservadas como ensilages. *Pastos y Forrajes*, v. 11, n. 3, p. 199-205, 1988.

OJEDA, F. Evaluacion de la inetraccion conservante-miel final sobre la calidad fermentativa de los ensilages de la Guinea cc. Likoni. *Pastos y Forrajes*, v. 17, p. 267-276, 1994.

PAIVA, J. A. J. *Qualidade das silagens da região metalúrgica de Minas Gerais*. 1976. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.

PEREIRA, J. R. A; REIS, R. A. Produção e utilização de forragem pré-secada. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2, 2001. Lavras. *Anais...* Lavras: UFLA, 2001. P. 311-338.

PEREIRA, A. C. Perfil de fermentação de silagens do híbrido de sorgo (*Sorghum bicolor* (L) Moench) BR 601 com aditivos. 2005. 53p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.

ROCHA JÚNIOR, V. R. *Qualidade das silagens de sete genótipos de sorgo (Sorghum bicolor L. Moench) e seus padrões de fermentação*. 1999. 132p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Escola de Veterinária da UFMG. Belo Horizonte.

SAS/STAT Software:Syntax, Version 6, Cary, NC:SAS Institute Inc., 1997. 151p.

TILLEY, J. M; R. A. TERRY. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. *J. Br. Grassl. Soc.*, v.18, p.104-111, 1963.

TOMICH, T. R; PEREIRA, L. G. R; GONÇALVES, L. C; et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. *Documentos*, Corumbá: EMBRAPA – CPAP, n. 57, 18p. 2003.

VAN SOEST, P. J. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca: Comstock Publishing, 1994. 476p.

VIEIRA, F. A. P; BORGES, I; GONÇALVES, L. C; et al. Efeitos de aditivos em algumas características qualitativas de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L). moench). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre, RS. *Anais...* Porto Alegre : SBZ, 1999.

VIEIRA, F. A. P; BORGES, I; STEHLING, C. A.V; et al. Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 56, n. 6, p. 764-772, 2004.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1, Botucatu. *Anais...* Botucatu: 35º Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 73-108.

WILKINSON, J. M. Additives for ensiled temperate forage crops. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu, SP. *Anais...* Botucatu : SBZ, 1998. p.53-72.

Anexo. Correlações

| | MS | PB | FDN | FDA | CEL | HEM | LIG | DIVMS | NH ₃ | pH |
|-----------------|-------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-----------------|-------|
| MS | 1 | -0,39 | NS | NS | NS | NS | 0,35 | -0,22 | -0,37 | NS |
| PB | -0,39 | 1 | 0,44 | 0,37 | 0,48 | 0,29 | -0,58 | NS | 0,53 | 0,65 |
| FDN | NS | 0,44 | 1 | 0,52 | 0,55 | 0,85 | -0,27 | -0,40 | NS | 0,51 |
| FDA | NS | 0,37 | 0,52 | 1 | 0,96 | NS | -0,22 | -0,44 | NS | 0,43 |
| CEL | NS | 0,48 | 0,55 | 0,96 | 1 | NS | -0,46 | -0,41 | -0,13 | 0,53 |
| HEM | NS | 0,29 | 0,85 | NS | NS | 1 | NS | NS | NS | 0,34 |
| LIG | 0,35 | -0,58 | -0,27 | -0,22 | -0,46 | NS | 1 | NS | -0,42 | -0,53 |
| DIVMS | -0,22 | NS | -0,40 | -0,44 | -0,41 | NS | NS | 1 | NS | NS |
| NH ₃ | -0,37 | 0,65 | NS | NS | 0,53 | NS | -0,53 | NS | 1 | 0,46 |
| pH | NS | 0,65 | 0,51 | 0,43 | 0,53 | 0,34 | -0,53 | NS | 0,46 | 1 |

NS = não significativo

Legenda: matéria seca (MS); proteína bruta (PB); fibra em detergente neutro (FDN); fibra em detergente ácido (FDA); celulose (CEL); hemiceluloses (HEM); lignina (LIG); digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS); nitrogênio amoniacal (NH₃); pH.

CAPITULO III

AVALIAÇÃO DAS SILAGENS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS PELA TÉCNICA *IN VITRO* SEMI-AUTOMÁTICA DE PRODUÇÃO DE GASES (RPT)

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho avaliar a degradabilidade e a cinética de fermentação ruminal das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) determinadas utilizando-se técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. As comparações entre as silagens nos diferentes períodos de fermentação indicaram semelhança na produção cumulativa de gases, exceto com 24 horas onde a silagem do T4 (93,43 mL/g de MS) apresentou valor superior aos demais ($p < 0,05$). Os valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) foram superiores ($p < 0,05$) para o T4 em relação aos demais tratamentos nos tempos de 6, 12, 24 e 48 horas com valores de 22,67%; 27,69%; 43,54% e 61,04%, respectivamente. Após 96 horas de fermentação os valores de DMS foram de 62,75 % para a silagem do T1, 62,91 % para a silagem do T2, 62,08% para a silagem do T3 e 64,64 % para o T4, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$). O maior potencial máximo de produção de gases foi de 188,98 mL/g de MS para o T1 e o menor de 180,09 mL/g de MS para a silagem do T2. O menor tempo de colonização foi para o T4 (2,92 h), sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). O T4 apresentou as menores degradabilidades efetivas (DE) para todas as taxas de passagem avaliadas (46,29%; 27,47% e 18,40% para taxas de 2%/h; 5%/h e 8%/h, respectivamente). Os inoculantes bacterianos utilizados não proporcionaram benefício às silagens de *Brachiaria brizantha* nos parâmetros de cinética de degradação obtidos pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. A silagem adicionada de cana de açúcar apresentou maior taxa de produção de gases e degradabilidade da MS e menor tempo de colonização.

Palavras chave: ruminantes, silagem, técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, valor nutricional.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the dry matter digestibility and fermentation kinetics of silages of *Brachiaria brizantha* cv Marandu without additives (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Bactosilo C Tropical (T3) and *B. brizantha* cv Marandu + 30% of Sugar cane (T4) estimated by semi-automated *in vitro* gas production technique. The comparison among silages in the different periods of fermentation indicated similarity cumulative gas production, except with 24 hours where silage of the T4 (93,43 mL/g de MS) presented highest value ($p < 0.05$). The dry matter degradability (DMD) was highest to T4 in relation to the others treatments in the times of 6, 12, 24 and 48 hours with values of 22.67%; 27.69%; 43.54% e 61.04%, respectively. After 96 hours incubation were: 62.75 % to T1 silage, 62.91 % to T2 silage, 62.08 % to T3 silage and 64.64 % to T4 silage, being similar between itself ($p > 0.05$). The highest maximum gas production potentials was 188.98 mL/g of dry matter to T1 silage and the lowest to 188.98 mL/g of DM to T2. The lowest time of colonization was for T4 (2.92 h), being different of the others ($p < 0.05$). The T4 presented lowest effective degradabilities (ED) for all the taxes evaluated (46.29%; 27.47% and 18.40% for taxes of 2%/h; 5%/h and 8%/h, respectively). The bacterial inoculants not provided benefit to the silages of *Brachiaria brizantha* in the parameters of kinetic degradation by semi-automated *in vitro* gas production technique. The added ensilage of sugarcane presented greatest tax of production gases and degradability of DM and lowest colonization time.

Keywords: nutritional value, ruminant, semi-automated *in vitro* gas production technique, silage.

1. INTRODUÇÃO

A produção de ruminantes no Brasil baseia-se na utilização das gramíneas tropicais como principal fonte de nutrientes (Cabral et al., 2003). Assim como nas regiões tropicais existe grande número de espécies forrageiras com potencial para serem usadas na alimentação de ruminantes e a determinação do seu valor nutritivo é de grande importância (Maurício et al., 2003a).

O conhecimento da digestibilidade dos alimentos é a base para estabelecer seu valor nutritivo e utilizá-lo na formulação de rações (Bochi-Brum et al., 1999). As determinações mais confiáveis do valor nutritivo, tais como digestibilidade, consumo e desempenho animal obtidas a partir de experimentos *in vivo*, demandam muito tempo, trabalho e um grande volume de alimento, o que inviabiliza o seu uso na avaliação rotineira de alimentos devido ao alto custo (Senger et al., 2007). Portanto, vários métodos *in vitro* tem sido propostos para estimar seus parâmetros.

As técnicas *in vitro* que utilizam microrganismos e/ou enzimas que reproduzam as condições do trato digestivo dos ruminantes, pela simplicidade de execução, baixo custo, acurácia e alta relação com dados obtidos *in vivo* têm-se tornado cada vez mais populares (Williams, 2000).

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999), que utiliza um transdutor de pressão para medição da produção de gases, pode ser uma metodologia adequada para este propósito, pois possibilita a avaliação de um grande número de substratos, tem baixo custo, alta repetibilidade e oferece a possibilidade de descrição da cinética da fermentação no rúmen, estimando a taxa e a extensão da degradação. Dessa forma é capaz de simular o ambiente ruminal e a digestão enzimática (Theodorou et al., 1994). Assim sendo, elas têm se tornado uma opção para os estudos de forrageiras (Getachew et al., 1998). A mensuração da produção de gases para avaliar forragens tem adquirido notoriedade,

especialmente a partir do momento em que Menke et al. (1979) reportaram altas correlações entre os valores de produção de gás *in vitro* e a digestibilidade aparente *in vivo*.

Objetivou-se com este experimento elaborar as curvas de fermentação, calcular os parâmetros de fermentação pelo modelo de France et al. (1993) e estimar os valores de DIVMS das silagens de *Brachiaria brizantha* submetida a quatro tratamentos (*B. brizantha* cv Marandu sem aditivos, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4, *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar) empregando-se a metodologia de avaliação da produção de gases proposta por Maurício et al. (1999)

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Local do experimento

O cultivo e as ensilagens dos materiais foram realizados nas dependências da Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa em Igarapé-MG, enquanto o ensaio de digestibilidade pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases, procedeu-se no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais.

2.2. Produção da silagem

A *Brachiaria brizantha* cv Marandu foi submetida ao corte após 56 dias de crescimento a 20 cm do nível do solo utilizando-se roçadeira costal. A forrageira foi picada em picadeira estacionária em partículas de 10 a 30mm, o material então foi submetido aos quatro tratamentos *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), ²*B.*

¹Preparo da solução: 5g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C. Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ t de forragem.

brizantha cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), ²*B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4). O inoculante Sil-ALL C4 é um produto a base de *Streptococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, amilase, celulase e hemicelulase; com concentração de $8,0 \times 10^{10}$ UFC/g de forragem. O inoculante Bacto Silo C Tropical é composto por enzimas (hemicelulase, celulase e amilase) e cepas tropicalizadas de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus* spp., garantindo uma viabilidade celular de 10^9 UFC/g do produto. Os produtos depois de diluídos em água não clorada, de acordo com o preconizado pelo fabricante, foram distribuídos através de frascos plásticos com tampa do tipo nebulizadora. O material foi ensilado em 20 tambores de 200 litros revestidos internamente com saco plástico, sendo cinco tambores por tratamento.

Depois de lacrados os tambores foram transportados para Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG), onde foram mantidos em temperatura ambiente até a abertura após 56 dias de fermentação. Foram coletadas amostras das silagens dos tambores que foram congeladas em câmara fria à -17°C . Posteriormente foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C , por 72 horas dentro de bandejas aluminizadas. Após determinação da matéria pré-seca as amostras foram moídas em moinho estacionário 'Thomas-Willey' modelo 4, com peneira de 1 mm e, guardadas em frascos plásticos vedados.

² Preparo da solução: 150g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C . Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ t de forragem.

2.3. Procedimento Experimental

A fermentação das amostras das silagens foi realizada em frascos (160 ml) previamente lavados com água destilada e posteriormente secos em estufa. Visando a manutenção de fermentações anaeróbicas, todos os frascos foram injetados com CO_2 anteriormente à adição do substrato. Foram adicionados a cada frasco 1 g de substrato. Foram utilizados três frascos por tratamento (três frascos para cada um dos quatro tipos de silagem) em cada um dos cinco horários de filtragem (totalizando 12 frascos por horário de filtragem). Foram também utilizados frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura, como controle, ou seja a produção de gases oriunda do conteúdo ruminal foi descontada da produção total (foram três frascos controle para 12 frascos que continham substrato). Para cada frasco foram adicionados manualmente 90 ml de meio de cultura segundo Theodorou et al. (1994). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm) visando garantir a completa manutenção de gases em seu interior. Essas atividades foram feitas no dia anterior à inoculação. Para evitar qualquer tipo de fermentação os frascos foram mantidos a 4°C durante a noite. Cinco horas antes da inoculação (7:00 h) os frascos foram removidos da geladeira para uma estufa a 39°C . A inoculação foi feita usando líquido ruminal colhido de três bovinos mantidos em regime de alimentação semelhante ao substrato testado, dos quais foi retirado manualmente de várias partes do rúmen e armazenado em garrafas térmicas previamente aquecidas. No laboratório, o líquido ruminal foi filtrado, passando por duas camadas de panos de algodão sob injeção contínua de CO_2 e mantido em banho-maria a 39°C . Foram adicionados em cada frasco 90 ml de meio de cultura (Theodorou et al., 1994) composto por solução macromineral (9.5 g/l de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$, 6.2 g/l de KH_2PO_4 e 0.6 g/l $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$), solução micromineral (132 g/l de $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 100 g/l de $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, 10 g/l de $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ e 80 g/l de $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) solução buffer (4 g/l de NH_4CO_3 e 35 g/l de

NaHCO₃), indicador (0.01 g/l de Rezarsurin) e agente redutor (625 mg de HCl Cysteine, 95 ml água destilada, 4 ml de 1 M NaOH e 625 mg de Na₂S.9H₂O). Estas soluções foram misturadas na seguinte ordem e proporção: 500 ml de água destilada, 200 ml de solução buffer, 200 ml solução macromineral, 0.1 ml de solução micromineral e 1 ml de solução indicadora. Em cada frasco 10 ml do inóculo preparado foi injetado usando uma seringa graduada e agulha. Logo após a injeção do inóculo a agulha foi mantida fixa na tampa por alguns segundos para o escape de eventuais gases injetados ou mesmo formados dentro dos frascos. Em seguida os frascos foram manualmente agitados e colocados em estufa a 39 °C (tempo zero). A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foi medida através de um transdutor de pressão conectado a um leitor digital. Os dados foram digitados em planilha do Excel. As leituras foram tomadas em maior frequência durante o período inicial de fermentação (“lag time”) e reduzidas posteriormente (ex: 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 h). A agulha acoplada a um transdutor de pressão foi inserida através da tampa de borracha e a pressão medida e armazenada no computador. O transdutor foi removido e a agulha mantida inserida a tampa por alguns segundos para completa estabilização entre pressão interna e externa. Este processo foi repetido em todos os frascos de cada bandeja e após as leituras, essas foram agitadas manualmente e recolocadas na estufa.

2.4. Degradabilidade da matéria seca (DMS)

Nos tempos de 6, 12, 24, 48 e 96 horas, os conteúdos dos 15 frascos correspondentes a cada horário foram filtrados em cadinhos de porosidade 1 usando bomba de vácuo e posteriormente secos em estufa a 100°C por 12 horas. A DMS foi obtida pela relação entre a porcentagem do material inicialmente incubado e os resíduos quantificados nos tempos de fermentação.

2.5. Procedimentos estatísticos

O delineamento experimental para DMS foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde os três diferentes inóculos foram equivalentes aos blocos (3), as silagens (T1, T2, T3 e T4) às parcelas e os tempos de incubação de 6, 12, 24, 48 e 96 horas às subparcelas. As médias dentro de cada período de incubação e entre as médias dos tempos de incubação foram comparadas pelo teste de Student Newman Keuls (P<0,05), com software SAS (SAS/STAT..., 1997). O seguinte modelo estatístico foi utilizado: $Y_{ijkz} = \mu + T_z + D_i + G_j + D * G_{ij} + e_{ijk}$. Em que, Y_{ijk} = observação "k" na curva de nível "z" da idade ao corte "i" submetido ao tempo de incubação "j"; μ = média geral; T_z = efeito da curva em nível "z", (j = 1, 2, 3, 4), D_i = efeito do tempo de incubação "j", (j = 6, 12, 24, 48 e 96) G_j = efeito da idade ao corte "i", (j = 42, 63, 84, 107 e 126); $D * G_{ij}$ = efeito da interação do tempo de incubação "i" com a idade ao corte "j"; e_{ij} = erro experimental.

Esquema de análise de variância.

| Fontes de Variação | Graus de liberdade |
|--------------------|--------------------|
| Total (parcelas) | 11 |
| Tipo de silagem | 3 |
| Blocos | 2 |
| Erro (a) | 6 |
| Total (subparcela) | 59 |
| Subparcela (Tempo) | 4 |
| Interação (I x T) | 12 |
| Sub-Bloco | 11 |
| Erro (b) | 32 |

Para a comparação das médias de cada tratamento nos diferentes períodos de incubação e das médias dos diferentes períodos de incubação dentro de cada tratamento, utilizou-se o teste de SNK a 5 % de probabilidade.

O modelo de France et al. (1993) foi utilizado para descrever a curva de produção de gás em termos de taxa de produção de gás (μ), "lag time" (L) e potencial de produção de gases (A). Os dados de produção cumulativa de gases oriundos da fermentação de cada tratamento foram ajustados através do software *Maximun Likelihood Program* (Ross, 1980) ao modelo de France et al. (1993):

$$Y = A \left\{ 1 - \exp \left[-b(t-L) - cx(\sqrt{t} - \sqrt{L}) \right] \right\} \quad (1)$$

onde,

Y = produção cumulativa de gases (mL);
 A = Assíntota ou potencial máximo de produção de gases;
 L = Tempo de colonização (*lag time*);
 b (h^{-1}) e c ($h^{-0,5}$) = taxas fracionais constantes

Uma taxa fracional (h^{-1}) combinada a produção de gases (μ) foi calculada como:

$$\mu = b + c/2 \sqrt{t} \quad (2)$$

onde,

μ = taxa de produção de gases (h^{-1});
 b e c = parâmetros semelhantes ao da equação (1);
 t = tempo de incubação em horas.

As degradabilidades efetivas (DEMS) empregando as taxas de passagem de 2% e 5%/h para baixo e médio consumo,

respectivamente, conforme recomendações do Report.. (1984), foram calculadas pela equação (3) proposta por France et al. (1993), utilizando o software MLP (Ross, 1980).

$$DEMS = S_0 e^{-kt} (1 - kI) / (S_0 + U_0) \quad (3)$$

onde,

k = taxa de passagem;
 S_0 e U_0 = frações inicialmente fermentáveis e frações não fermentáveis, respectivamente.

Foi feito ainda, um estudo de regressão e correlação entre os parâmetros de degradabilidade da matéria seca (DMS) e produção cumulativa de gases (PCG) para a silagem de cada tratamento avaliado.

O delineamento experimental para PCG foi o de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, onde os três diferentes inóculos foram equivalentes aos blocos (3), as silagens (T1, T2, T3 e T4) às parcelas e os tempos de incubação de 2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 horas às sub-parcelas. As médias dentro de cada período de incubação e entre as médias dos tempos de incubação foram comparadas pelo teste de Student Newman Keuls ($P < 0,05$), com software SAS (SAS/STAT..., 1997). O seguinte modelo estatístico foi utilizado: $Y_{ijkz} = \mu + T_z + D_i + G_j + D * G_{ij} + e_{ijk}$. Em que, Y_{ijk} = observação "k" na curva de nível "z" da idade ao corte "i" submetido ao tempo de incubação "j"; μ = média geral; T_z = efeito da curva em nível "z", ($j = 1, 2, 3, 4$), D_i = efeito do tempo de incubação "j", ($j = 6, 12, 24, 48$ e 96) G_j = efeito da idade ao corte "i", ($j = 42, 63, 84, 107$ e 126); $D * G_{ij}$ = efeito da interação do tempo de incubação "i" com a idade ao corte "j"; e_{ij} = erro experimental.

Esquema de análise de variância.

| Fontes de Variação | Graus de liberdade |
|--------------------|--------------------|
| Total (parcelas) | 11 |
| Tipo de silagem | 3 |
| Blocos | 2 |
| Erro (a) | 6 |
| Total (subparcela) | 59 |
| Subparcela (Tempo) | 4 |
| Interação (I x T) | 12 |
| Sub-Bloco | 11 |
| Erro (b) | 32 |

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As composições bromatológicas das silagens avaliadas podem ser verificadas na Tabela 1.

Tabela 1. Composição química, pH, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e energia bruta das silagens de *Brachiaria brizantha* fornecidas e teor de matéria seca da *Brachiaria brizantha* antes da ensilagem (MS MO).

| | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MS MO (%) | 21,35 | 21,69 | 20,61 | 22,44 |
| MS (%) | 19,35 | 19,23 | 18,90 | 19,77 |
| PB (%MS) | 7,02 | 8,23 | 7,52 | 6,59 |
| DIVMS (%MS) | 58,59 | 60,14 | 61,01 | 58,83 |
| EB (kcal/Kg) | 3927,43 | 3918,42 | 3846,18 | 3882,63 |
| pH | 4,83 | 4,96 | 4,92 | 3,80 |
| NH ₃ /NT (%MS) | 16,94 | 15,76 | 14,32 | 11,19 |
| FDN (%MS) | 70,60 | 72,35 | 74,86 | 67,94 |
| FDA (%MS) | 38,58 | 38,16 | 41,39 | 37,00 |
| Celulose (%MS) | 32,49 | 31,71 | 34,50 | 29,92 |
| Hemiceluloses (%MS) | 32,02 | 34,19 | 33,47 | 30,94 |
| Lignina (%MS) | 6,09 | 6,45 | 6,89 | 7,08 |

Na Tabela 2 encontram-se as produções acumulativas de gases (PCG) e as degradabilidades da matéria seca (DMS) das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu submetidas a 4 tratamentos, após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação. Não foram observadas diferenças na produção acumulativa de gases (PCG) entre os tratamentos para os tempos de 6, 12, 48 e 96 horas de incubação. Apenas com 24 horas de incubação o tratamento T4 apresentou maior PCG de 93,43 ml/g de MS, sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). Os demais tratamentos foram semelhantes entre si. Esta diferença observada pode estar relacionada aos

diferentes teores de carboidratos das frações fibrosas das silagens. Para a produção de gases ao longo do processo fermentativo, pôde ser observado um aumento significativo ($p < 0,05$) para as silagens de todos os tratamentos até o período de 96 horas. Entretanto não foi observada diferença significativa nos volumes totais de gases produzidos nos quatro tratamentos avaliados. Assim como verificado nas PCG, quando os diferentes períodos de fermentação foram avaliados para o mesmo tratamento, observa-se um aumento significativo na DMS ($p < 0,05$) à medida que avança o tempo de incubação. Para o tempo de 6 horas a maior

DMS foi observada para o T4 com 22,67% ($p < 0,05$), já os demais tratamentos foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). Após 24 horas de incubação o T4 apresentou a maior DMS de 27,69% ($p < 0,05$) e os T2 e T3 apresentaram as menores DMS de 20,34% e 18,27%, respectivamente, sendo semelhantes entre si ($p < 0,05$). O T1 apresentou valor intermediário de 24,78%. O T4 apresentou a maior DMS para o tempo de 24 horas de incubação com valor de 43,54% ($p < 0,05$), já o menor valor foi observado para o T3 com 34,67% ($p < 0,05$). Valores intermediários

foram observados para os T1 e T2 com valores de 37,95% e 37,41%, respectivamente, que foram semelhantes entre si ($p > 0,05$). As menores DMS observadas após 48 horas de incubação foram para os tratamentos T1 e T3 com 56,46% e 53,68%, respectivamente, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes dos demais ($p < 0,05$). A maior DMS foi 61,04% para o T4 e o T2 apresentou valor intermediário de 58,06%. Para o tempo de incubação de 96 horas não foram observadas diferenças entre os tratamentos para a DMS.

Tabela 2. Produções acumulativas de gases (ml/g de MS) corrigidas para um grama de matéria seca (PCG) e degradabilidade da matéria seca em percentagem (DMS) após 6, 12, 24, 48 e 96 horas de fermentação das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4)

| Silagens | Períodos de Fermentação | | | | |
|------------|-------------------------|---------------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| | 6 | 12 | 24 | 48 | 96 |
| PCG | | | | | |
| T1 | 6,12 ^{aA} | 15,77 ^{bA} | 63,19 ^{cB} | 131,11 ^{dA} | 181,36 ^{eA} |
| T2 | 5,45 ^{aA} | 15,22 ^{bA} | 60,73 ^{cB} | 127,94 ^{dA} | 173,19 ^{eA} |
| T3 | 5,70 ^{aA} | 15,92 ^{bA} | 64,54 ^{cB} | 130,94 ^{dA} | 178,48 ^{eA} |
| T4 | 12,80 ^{aA} | 33,21 ^{bA} | 93,43 ^{cA} | 147,24 ^{dA} | 185,46 ^{eA} |
| DMS | | | | | |
| T1 | 17,54 ^{aB} | 24,78 ^{bB} | 37,95 ^{cB} | 56,46 ^{dC} | 62,75 ^{eA} |
| T2 | 17,95 ^{aB} | 20,34 ^{bC} | 37,41 ^{cB} | 58,06 ^{dB} | 62,91 ^{eA} |
| T3 | 15,92 ^{aB} | 18,27 ^{bC} | 34,67 ^{cC} | 53,68 ^{dC} | 62,08 ^{eA} |
| T4 | 22,67 ^{aA} | 27,69 ^{bA} | 43,54 ^{cA} | 61,04 ^{dA} | 64,64 ^{eA} |

Letras maiúsculas idênticas significam semelhança estatística ($p > 0,05$) em uma mesma coluna; letras minúsculas idênticas representam semelhança estatística em uma mesma linha (DMS: CV=9,70%; PCG: CV=8,74%).

A diferença na ordem de superioridade dos tratamentos para a DMS mostra que esta possivelmente foi influenciada pela disponibilidade da sacarose. Porque, como observado, não foram verificadas diferenças nas PCG entre os tratamentos nos diferentes tempos de fermentação, ao passo que a DMS foi maior no T4, o qual possui maior teor de carboidratos solúveis. Segundo Sarwar et al. (1992) substratos com elevada quantidade de carboidratos rapidamente degradáveis tendem a produzir mais propionato e menos gases diretos, sendo a produção de propionato a única reação que não gera dióxido de carbono. Apesar de não ter sido encontrada

diferença entre as produções acumulativas de gases entre os tratamentos pode-se observar que os maiores valores numéricos foram verificados no T4, isso porque a maior disponibilidade de carboidratos solúveis pode ter favorecido o crescimento bacteriano e, conseqüentemente, provocado maior produção de gases. Fato observado por Hall e Weimer (2007) que verificaram aumento da produção de proteína microbiana e produção de ácidos graxos voláteis avaliando os efeitos do aumento da concentração de sacarose sobre a cinética de fermentação de forrageiras *in vitro*.

Na figura 1 estão representadas as produções acumulativas de gases em função do tempo de incubação das quatro silagens de *Brachiaria brizantha*. Neste gráfico nota-se a superioridade da curva obtida para a silagem

do T4 durante estágio intermediário de fermentação, quando comparado às do T1, T2 e T3, que ao final do processo mostraram valores aproximados.

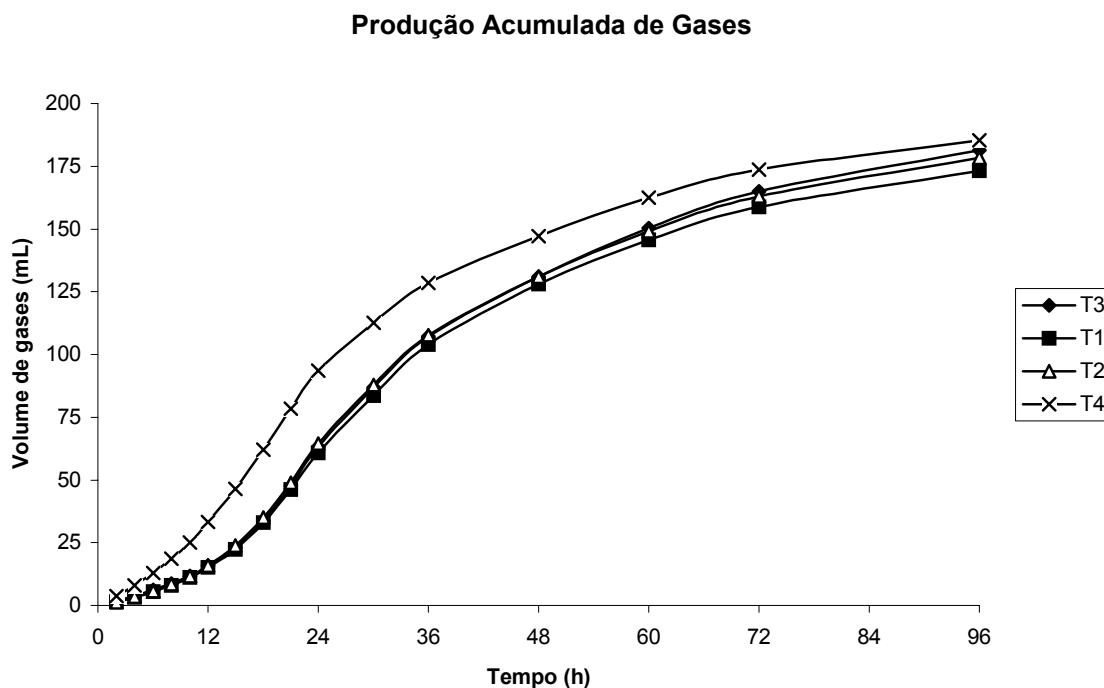


Figura 1. Produção de gases das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4).

Na Figura 2, encontram-se as curvas das taxas de produção de gases por hora das silagens de *Brachiaria brizantha*. Observa-se que as maiores taxas de produção de gases por hora foram obtidas aproximadamente no período entre 24 e 60 horas de fermentação. Verificou-se que nas primeiras 24 horas de fermentação as maiores produções de gases são para o T4, fato provavelmente ligado aos altos teores de carboidratos prontamente disponíveis. Segundo Van Soest (1994) os carboidratos solúveis são mais rapidamente digeridos que os carboidratos de reserva e componentes da parede celular e recebem este nome devido sua solubilidade em água ou no conteúdo gastrintestinal. Após 24 horas

observa-se uma ligeira superioridade nas taxas de produção de gases por hora para os tratamentos T1, T2 e T3 em relação ao T4. Fato que pode estar relacionado à fermentação dos carboidratos fibrosos. Desta forma, pode-se sugerir que a silagem do T4 é a que provavelmente possui maior concentração de carboidratos solúveis, pois apresentou superioridade na curva do gráfico nas primeiras 24 horas de fermentação. No entanto esta apresenta menor degradabilidade da fração fibrosa quando comparada às demais, que apresentaram maiores elevações na curva do gráfico após 24 horas de fermentação. A menor digestibilidade da

fração fibrosa do T4 pode ser observada no capítulo VI, confirmando esta hipótese.

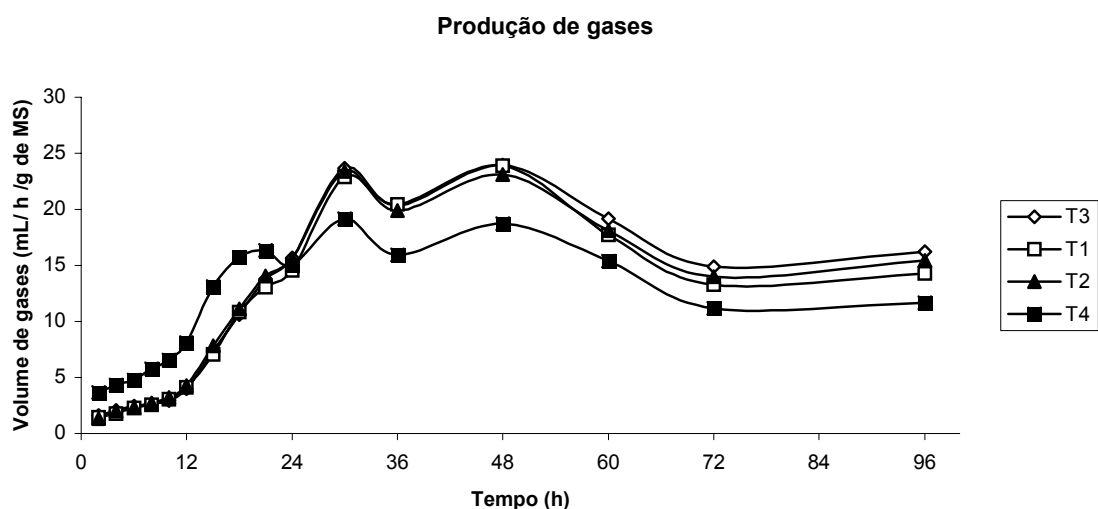


Figura 2. Taxas de produção de gases por hora, das silagens de *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30 % de cana de açúcar (T4)

As equações de regressão para a estimativa dos valores de PCG a partir dos dados de DMS encontram-se na tabela 2. As equações de regressão foram significativas para todos os tratamentos avaliados e os coeficientes de determinação (R^2) foram elevados, demonstrando que o volume de gases

produzido refletiu o processo de degradação da matéria seca destes materiais. Estas elevadas correlações também já haviam sido descritas por Mould et al. (1999) ao trabalhar com silagens de milho e Maurício et al. (2003b) avaliando silagens de sorgo.

Tabela 2. Equações de regressão para determinação dos valores de PCG em função dos valores de degradabilidade da matéria seca (DMS) com respectivos coeficientes de determinação (R^2)

| Silagens | Equações | R^2 |
|----------|---------------------------|-------|
| T1 | PCG = 3,6679 DMS - 69,83 | 0,97 |
| T2 | PCG = 3,5362 DMS - 59,974 | 0,97 |
| T3 | PCG = 3,627 DMS - 54,415 | 0,98 |
| T4 | PCG = 3,8391 DMS - 74,171 | 0,98 |

Os parâmetros da cinética de produção de gases e degradabilidade efetiva, determinados pelo modelo de France et al. (1993), referentes à matéria seca das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, encontram-se na Tabela 3. O potencial máximo de produção de gases, representado

pela letra maiúscula "A" no modelo de France et al. (1993) representa a máxima produção de gases quando a curva atinge o seu platô, podendo assim como a degradabilidade potencial, obtida pela técnica dos sacos de náilon, ser considerada como a expressão máxima da degradação ruminal de um

alimento, sem considerar a limitação do tempo de permanência da digesta neste compartimento (rúmen) (Pereira, 2002). O potencial máximo de produção de gases para o T1 foi de 188,98 ml/g de MS sendo semelhante aos tratamentos T3 e T4 ($p>0,05$) e superior ao T2 de 180,09 mL/g de MS ($p<0,05$). O T3 foi semelhante aos demais tratamentos.

O tempo de colonização (TC) representa o tempo compreendido entre o início da incubação até a ação microbiana sobre a amostra testada. As reduções no tempo de colonização são favorecidas pela presença de substratos prontamente fermentáveis, ausência de fatores antinutricionais e por características físicas e químicas (como maior ou menor teor de lignina) da parede celular da amostra. No presente trabalho o menor tempo de colonização ($p<0,05$) foi verificado para a silagem do T4 (2,92 horas), sendo diferente dos demais tratamentos ($p<0,05$). Os tratamentos T1, T2 e T3 apresentaram

maiores tempos de colonização dentre os materiais estudados (4,69; 4,75 e 4,55 horas, respectivamente) e foram semelhantes entre si ($p>0,05$). Este TC do T4 ajuda a explicar as maiores taxas de produção de gases por hora ocorridas neste tratamento nas primeiras 24 horas.

A degradabilidade efetiva da matéria seca (DE) foi calculada para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h. Segundo o Report (1984) trabalha-se com taxas de passagem de 2,0%/h para bovinos e ovinos alimentados em nível de manutenção, de 5,0%/h para vacas até 15 kg de leite/dia e para bovinos de corte e ovinos alimentados com dietas mistas. A silagem do tratamento T4 foi superior as demais quanto a DE para todas as taxas de passagem avaliadas ($p<0,05$), o que pode estar relacionado ao seu menor TC e a sua maior taxa de degradação (μ). A silagem do T1 foi semelhante aos tratamentos T2 e T3 na taxa de passagem de 2% ($p>0,05$) e superior as mesmas quando se avaliou a taxa de passagem de 5% ($p<0,05$).

Tabela 3. Potencial máximo de produção de gases (A) em ml/g de MS, tempo de colonização (TC) em horas e minutos, taxa de produção de gases (μ) em ml/g de MS/h e degradabilidade efetiva da matéria seca (% de MS) para as taxas de passagem 2,0%, 5,0% e 8% das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu

| Parâmetros | T1 | T2 | T3 | T4 |
|--------------------|----------|----------|-----------|-----------|
| A (ml/g de MS) | 188,98 a | 180,09 b | 184,25 ab | 185,12 ab |
| TC (horas) | 4,69 a | 4,75 a | 4,55 a | 2,92 b |
| μ (mL/g de MS) | 0,013 b | 0,013 b | 0,014 b | 0,019 a |
| DE 2,0%/h (%) | 41,66 b | 41,57 b | 41,83 b | 46,29 a |
| DE 5,0%/h (%) | 21,61 b | 17,45 c | 18,5 c | 27,47 a |

Letras minúsculas idênticas significam semelhança estatística ($p>0,05$) em uma mesma linha.

As silagens dos tratamentos T2 e T3 foram semelhantes entre si ($p>0,05$) e apresentaram as menores DE na taxa de passagem de 5% ($p<0,05$). Partindo-se do princípio que os gases produzidos refletem a degradação da amostra testada, a taxa e o potencial máximo de produção de gases são, provavelmente, os principais parâmetros para se avaliar a qualidade de forrageiras testadas pela técnica de produção de gases. Sendo assim, forrageiras mais fermentáveis ou digestíveis seriam aquelas que apresentassem maiores valores de potencial máximo associado à alta

taxa de produção de gases, resultando numa maior fermentação do material em menor tempo de incubação (Tomich et al., 2003).

4. CONCLUSÃO

As utilizações de inoculantes bacterianos não indicaram modificações nos parâmetros de cinética de degradação das silagens de *Brachiaria brizantha* obtidos pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases.

A silagem adicionada de cana de açúcar apresentou maior taxa de produção de gases e maior degradabilidade da MS, indicando o maior potencial deste tratamento.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL - ARC. *The nutrient requirements of ruminant livestock*. Sppl. 1. Slough: Commonwealth Agricultural Bureaux. 1984. 45p.

BOCHI-BRUM, O; M. D. CARRO, C; VALDÉS, J.S; et al. Digestibilidad *in vitro* de forrajes y concentrados: efecto de la ración de los animales donantes de líquido ruminal. *Arch. Zootec.* v. 48, n. 181. p. 51-61. 1999.

CABRAL, L. S; VALADARES FILHO, S. C; DETMANN, E; et al. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade *in vitro* da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 32, n.5, p.1250-1258, 2003.

FRANCE, J; DHANOA, M.S; THEODOROU, M.K; et al. A model to interpret gas accumulation profiles associated with *in vitro* degradation of ruminant feeds. *Journal of Theoretical Biology*, v. 163, p. 99-111, 1993.

GETACHEW, G., BLÜMMEL, M., MAKKAR, H.P.S., et al. *In vitro* gas measuring techniques for assesment of nutritional quality of feeds: a review. *Animal Feed Science and Technology*. v.72, p.261-281, 1998.

HALL, M. B; WEIMER, P. J. Sucrose concentration alters fermentation kinetics, products, and carbon fates during *in vitro* fermentation with mixed ruminal microbes. *J. Anim Sci.*, v. 85, p. 1467-1478, 2007.

MAURÍCIO, R. M; PEREIRA, L. G. R; GONÇALVES, L. C; et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de

gases na avaliação de forrageiras tropicais. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.* v. 55 n. 2, 2003a.

MAURÍCIO, R. M., PEREIRA, L. G. R., GONÇALVES, L. C., et al. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) . *R. Bras. Zootec.*, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003b.

MAURICIO, R. M; MOULD, F. L; DHANOA, M. S. et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. *Animal Feed Science Technology*, v.79, p.321-330, 1999.

MENKE, K.H. et al. The estimation of the digestibility and metabolizable energy content of ruminant feeding stuffs from the gas production when they are incubated with rumen liquor *in vitro*. *J. Agric. Sci.*, v.93, p.217- 222, 1979.

MOULD, F.L.; SMITH, T.; OWEN, E. et al. The relationship between DOMD and gas release estimated *in vitro* using the reading pressure technique system for four maize silages of different maturity. *Proceedings of the British Society of Animal Science*, 1999. p.150.

PEREIRA, L. G. R. Avaliação do potencial forrageiro da cultura do girassol (*Helianthus annuus* L.) para produção de silagem. Belo Horizonte: Escola de Veterinária da UFMG, 2002. 175p. Tese (Doutorado em Ciência Animal).

ROSS, G. J. S. *Maximun Likelihood Program (A Manual)*. Tothmsted Experimental Station, Hampendon. 1980. 85p.

SARWAR, M., FIRKINS, J.L. EASTRIDGE, M.L. Effects of varying forage and concentrate carbohydrates on nutrient digestibilities and milk production by dairy cows. *Journal of Dairy Science*. v.75, p.1533-1542, 1992.

SENGER, C. C. D; MÜHLBACH, P. R. F; SANCHEZ, L. M. B; et al.. Comparação entre os métodos químico, *in situ* e *in vitro* para estimativa do valor nutritivo de silagens de milho. *Ciência Rural*, v. 37, n. 3, p. 835-840, 2007.

THEODOROU, M.K., WILLIAMS, B.A., DHANOA,M.S., McALLAN, A.B., e FRANCE, J. A new gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminal feeds. *Animal Feed Science and Technology*, v. 48, p. 185-197, 1994.

TOMICH, T. R; GONÇALVES, L. C; MAURÍCIO, R. M; et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-

sudão. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, n.6, p.747-755, 2003.

WILLIAMS, B. A. Cumulative gas-production techniques for forage evaluation. In: Givens, D. I; Owen, E; Omed, H. M., et al (eds.). *Forage Evaluation in Ruminant Nutrition*. Wallingford (UK). CAB International. 475 p. 2000.

CAPITULO IV

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE APARENTE DAS SILAGENS DE *BRACHIARIA BRIZANTHA* CV MARANDU SEM ADITIVO, ADICIONADA DE CANA DE AÇÚCAR E ADITIVOS BACTERIANOS

RESUMO

Este experimento foi conduzido para avaliar o consumo e a digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia, balanço de nitrogênio e das frações fibrosas das silagens *Brachiaria brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4) em ovinos. Não foram observadas diferenças entre os consumos de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), energia bruta (EB), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) entre os tratamentos ($p>0,05$). Os maiores valores de digestibilidade aparente da MS, PB e EB foram para o T2, sendo 60,88%, 44,27% e 57,54%, respectivamente e os menores valores para o T4 com 52,98%, 29,99% e 49,45%, respectivamente ($p<0,05$). Todas os tratamentos apresentaram o balanço de nitrogênio positivo e não diferiram entre si. Não foram observadas diferenças entre os consumos de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA) e hemiceluloses entre os tratamentos ($p>0,05$). O menor consumo e digestibilidade aparente da FDN e FDA foram para o T4 ($p<0,05$). O maior consumo, digestibilidade aparente e consumo de celulose digestível foram para T1 e T3 e menores para T2 e T4 ($p<0,05$). A utilização de inoculantes bacterianos ou cana de açúcar, não indicam aumento de consumo da matéria seca, energia e frações fibrosas das silagens. O inoculante SiL ALL C4 mostrou-se eficiente em aumentar o consumo e a digestibilidade da PB.

Palavras-chave: consumo voluntário, digestibilidade, inoculante bacteriano, ovino, silagem,

ABSTRACT

This experiment was carried out to estimate the voluntary intake, apparent digestibility, nitrogen balance and fibrous fractions of silages of *Brachiaria brizantha* cv Marandu without additives (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculant Bactosilo C Tropical (T3) and *B. brizantha* cv Marandu + 30% of Sugar cane (T4) in sheep. There were no differences among silages regarding voluntary intake of dry matter (VIDM), crude protein (VICP), crude energy (VICE), digestible energy (VIDE) and metabolizable energy (VIME) ($p>0,05$). The largest apparent digestibility of dry matter, crude protein and crude energy was observed for T2, being 60.8%, 44.2% and 57.5%, respectively and the smallest for T4 with 52.9%, 29.9% and 49.5%, respectively ($p<0,05$). There were no differences in voluntary intake among silages for NDF, ADF and hemicellulose.. The lowest digestibility and intake of digestible NDF and ADF was observed in T4($P<0.05$). The highest intake, digestibility and intake of digestible cellulose was observed in T1 e T3 and the lowest for T2 and T4 silages ($p<0,05$). All treatments showed positive nitrogen balance and did not differ among them. The use of inoculant or sugar cane, did not result in voluntary intake increase of dry matter, fibrous fractions and energy of silages. The inoculant Sil ALL C4 was efficient in increasing the intake and digestibility of CP and nitrogen balance.

Key words: bacterium inoculant, digestibility, dry matter consumption, silage, fibrous fraction, sheep.

1. INTRODUÇÃO

A demanda de maiores produtividades e competitividade no setor agropecuário, leva a utilização de práticas de conservação de forragens que favoreçam a maximização da utilização da terra e da produção de volumosos de alto valor nutritivo. Como alternativa os sistemas produtivos observaram a possibilidade de ensilar pastagens excedentes, ou ainda destinar campos exclusivos para produção de silagem, visto o seu custo reduzido por tonelada de matéria seca em relação às plantas tradicionais como milho e sorgo (Igarasi et al. 2002). Porém, um dos problemas de sua utilização é o baixo teor de matéria seca (MS) do volumoso no momento da ensilagem. Teores de MS inferiores a 25% impedem uma fermentação láctica adequada, produzindo uma silagem de má qualidade, com produção de efluentes, de coloração escura e odor ácido, tendendo à putrefação, que ocasionam acentuadas perdas no material ensilado e redução no consumo voluntário dos animais. O conhecimento da ingestão voluntária de alimentos por ruminantes tem grande importância no estudo dos alimentos (Hovell et al., 1986), pois este é um fator que restringe a utilização de alguns, em especial aqueles ricos em frações fibrosas (Ørskov e Ryle, 1990). Mertens (1994) propõe que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o fisiológico, onde a regulação é dada pelo balanço nutricional, o físico, relacionado à capacidade de distensão do rúmen e ainda o psicogênico, que envolve o comportamento responsivo do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente. Os fatores físicos têm mais importância em dietas com baixas digestibilidades e os fatores fisiológicos em dietas mais digestíveis (Conrad et al., 1964). A eficiência na produção animal seja utilizando material fresco ou conservado, depende não só do conteúdo de nutrientes digestíveis como também do consumo total de MS. Um parâmetro importante na determinação do consumo é a digestibilidade do volumoso. Sendo o coeficiente de digestibilidade um dos

principais parâmetros para se avaliar, pois este fornece uma noção do aproveitamento das diversas frações do alimento, indicando a proporção do alimento apta a ser utilizada pelo animal (Minson, 1990); visto que, a digestibilidade da fibra depende de características intrínsecas da dieta, da taxa de passagem e da atividade microbiana (Valdés et al., 2000).

Com este trabalho objetivou-se determinar os consumos voluntários e os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose, hemiceluloses, energia e balanço de nitrogênio das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu pura, adicionada de cana de açúcar ou aditivos bacterianos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Parte do trabalho foi conduzido na Fazenda Experimental Prof. Hélio Barbosa da Escola de Veterinária da UFMG, situada no município de Igarapé-MG. Igarapé esta situada a 20°04'31 de latitude sul e 44°18'06 de longitude oeste de Greenwich, com altitude média de 786 metros. Foi utilizada uma área de *Brachiaria brizantha* cv Marandu já estabelecida em latossolo vermelho escuro. Com base na análise química do solo, no início do período chuvoso foi feita correção da acidez, aplicando 1500 Kg/ha de calcário dolomítico (PRNT: 63%). Trinta dias depois, a pastagem passou por um corte de uniformização com roçadeira a 20 cm do nível do solo e recebeu adubação com 200 Kg de uréia, 100Kg de cloreto de potássio e 300 Kg de superfosfato simples.

2.1. Produção da silagem

A *Brachiaria brizantha* cv Marandu foi submetida ao corte após 56 dias de crescimento a 20 cm do nível do solo utilizando-se roçadeira costal. A forrageira foi picada em picadeira estacionária em partículas de 10 a 30mm, o material então foi

submetido aos quatro tratamentos *B. brizantha* cv Marandu sem aditivos (T1), ³*B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), ²*B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4). O inoculante Sil-ALL C4 é um produto a base de *Streptococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici*, *Lactobacillus plantarum*, amilase, celulase e hemicelulase; com concentração de $8,0 \times 10^{10}$ UFC/g de forragem. O inoculante Bacto Silo C Tropical é composto por enzimas (hemicelulase, celulase e amilase) e cepas tropicalizadas de *Lactobacillus plantarum*, *Enterococcus faecium* e *Pediococcus* spp., garantindo uma viabilidade celular de 10^9 UFC/g do produto. Os produtos depois de diluídos em água não clorada, de acordo com o preconizado pelo fabricante, foram distribuídos através de frascos plásticos com tampa do tipo nebulizadora. O material foi ensilado em 20 tambores de 200 litros revestidos internamente com saco plástico, totalizando cinco tambores por tratamento. Depois de lacrados os tambores foram transportados para Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (EV-UFMG), onde foram mantidos em temperatura ambiente até a abertura após 56 dias de fermentação. Foram coletadas amostras das silagens dos tambores que foram congeladas em câmara fria à -17°C . Posteriormente foram descongeladas, homogeneizadas, pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55°C , por 72 horas dentro de bandejas de alumínio. Após determinação da matéria pré-seca a amostras

¹Preparo da solução: 5g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C . Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ t de forragem.

²Preparo da solução: 150g em 1L de água limpa sem cloro ou qualquer outro poluente, em temperatura entre 20°C e 30°C . Deixar em descanso após diluição por no mínimo 4 horas. Utilizar 1L da solução/ t de forragem.

foram moídas em moinho estacionário ‘Thomas-Willey’ modelo 4, com peneira de 1 mm e, guardadas em frascos plásticos vedados.

2.2. Procedimento experimental:

O ensaio de digestibilidade aparente foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da EV-UFMG, em Belo Horizonte/MG. Para determinação do consumo voluntário e da digestibilidade aparente das silagens, foram utilizados 20 carneiros machos adultos, castrados, com raça e idade indefinidas, alojados em 20 gaiolas individuais de metabolismo e distribuídos de maneira uniforme quanto ao peso vivo e localização na sala, com 5 repetições para cada tratamento. Os animais foram submetidos a dois exames parasitológicos (OPG) e combate a endo e ectoparasitos no período pré-experimental. As pesagens dos animais foram feitas no início e no final dos períodos pré-experimental e experimental.

As gaiolas metabólicas individuais confeccionadas em aço e piso com ripado de madeira, nas dimensões de 1,50 X 0,80 m; dispunham de bebedouro em aço inoxidável para água, cocho para volumoso e outro em polietileno para sal mineral. Água e mistura mineral foram fornecidos à vontade.

O ensaio teve a duração de 26 dias, sendo 21 dias para adaptação e 5 dias para colheita de amostras, quando se realizaram colheitas de amostras do alimento oferecido, das sobras no cocho, das fezes e da urina, e dados de consumo das dietas e da produção fecal e urinária.

A quantidade de silagem fornecida foi registrada e realizada diariamente as 7:00 horas e as 17:00 horas. Amostras das silagens fornecidas foram retiradas diariamente pela manhã, acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas. O arraçamento ocorreu de forma a se obterem 20% de sobras. Foram retiradas alíquotas da silagem fornecida, das sobras de silagem e das fezes, correspondentes a 20% do total diário, congelando-as para análises posteriores. Para a coleta de fezes foram utilizadas um fundo

em funil nas gaiolas com uma caixa coletora. As fezes foram recolhidas duas vezes por dia, imediatamente após o fornecimento das dietas.

Para a colheita de urina utilizaram-se funis de aço inoxidável acoplados ao fundo das gaiolas e baldes contendo 100 mL de ácido clorídrico 2N como forma de se evitar a fermentação, a degradação e perdas de nitrogênio. A coleta total de urina ocorreu uma vez por dia com mensuração do volume total obtido por animal e retirada de alíquotas de 10%, que foram armazenadas em garrafas plásticas e congeladas.

2.3. Procedimento laboratorial:

Amostras das silagens foram prensadas em prensa hidráulica “Carver” modelo C, visando a obtenção dos sucos das silagens imediatamente após a abertura dos silos. Os sucos foram filtrados e, imediatamente após, foram feitas as leituras dos valores de pH (potenciômetro de “Beckman Expandomatic SS-2” com escala expandida) e nitrogênio amoniacal (com uso do cloreto de cálcio e óxido de magnésio segundo o AOAC, 1980).

As amostras diárias de fezes, alimento fornecido e sobras foram descongeladas e o teor de matéria pré-seca foi determinado em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas. As amostras foram moídas em moinho estacionário tipo “Thomas-Wiley”, modelo 4, utilizando-se peneira de 1 mm. Após a moagem das amostras diárias procedeu-se a homogeneização das mesmas para confecção das amostras compostas e que foram estocadas a temperatura ambiente em frascos de vidro com tampa.

As amostras compostas de fezes, silagens e sobras foram analisadas em duplicatas no laboratório de nutrição da Escola de Veterinária da UFMG. Foram determinados os teores de matéria seca (MS) em estufa a 105°C (AOAC, 1980), proteína bruta (PB) e conteúdo de nitrogênio (N) pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995), energia bruta (EB) por combustão em bomba calorimétrica

adiabática modelo PARR 2081 (AOAC, 1995), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), celulose, hemiceluloses e lignina pelo método seqüencial de Van Soest (1991). Na urina determinaram-se os teores de energia bruta, nitrogênio e proteína bruta, seguindo as metodologias mencionadas.

As digestibilidades da MS, PB, FDN, FDA, celulose, hemiceluloses e EB foram determinadas método de coleta total de fezes descrito por Silva e Leão (1979), obtidos através da fórmula:

$$DA = \frac{(\text{Kg cons} \times \% \text{ cons}) - (\text{kg sb} \times \% \text{ sb}) - (\text{kg fz} \times \% \text{ fz})}{(\text{Kg cons} \times \% \text{ cons}) - (\text{kg sb} \times \% \text{ sb})} \times 100,$$

kg cons = quantidade de alimento consumido
% cons = teor do nutriente no alimento fornecido

kg sb = quantidade de sobras retiradas
% sb = teor do nutriente nas sobras

kg fz = quantidade de fezes coletadas
% fz = teor do nutriente nas fezes

O consumo voluntário de MS, PB, FDN, FDA, celulose, hemiceluloses e lignina foram e expressos em g/UTM/dia, o consumo de energia bruta, energia digestível e energia metabolizável foram expressos em Kcal/UTM/dia e todos foram determinados pela diferença entre o alimento consumido e as sobras.

O consumo de MS digestível, PB digestível, FDN digestível, FDA digestível, celulose digestível, hemiceluloses digestíveis foram expressos em g/UTM/dia, o consumo de energia digestível e energia metabolizável foram expressos em Kcal/UTM/dia e todos foram determinados pela multiplicação entre consumo voluntário e digestibilidade de cada nutriente.

Os valores de energia digestível (ED) foram obtidos pela diferença entre a EB dos alimentos e das fezes. Os valores de energia metabolizável (EM) foram obtidos pela diferença entre energia digestível e perda de energia sob a forma de metano e urinária.

Para cálculo das perdas de metano (cm) foi utilizada a fórmula sugerida por Blaxter e Clapperton (1965) para animais sob o regime de manutenção.

Onde: $cm = 3,67 + 0,062D$, e D representa a digestibilidade aparente da energia bruta do alimento.

2.4. Procedimento estatístico:

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos e 5 repetições.

| Fontes de variação | Graus de liberdade |
|--------------------|--------------------|
| Total | 19 |
| Tratamentos | 3 |
| Erro | 16 |

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando-se o pacote estatístico do software SAS (SAS/STAT..., 1997) sendo usado o seguinte modelo estatístico: $Y_{jk} = \mu + G_j + e_{jk}$. Onde, Y_{jk} = observação "k" na idade de corte "j"; μ = média geral; G_j = efeito da idade ao corte "j", (j = 1, 2, 3, 4,); e_{ij} = erro experimental. As médias foram comparadas pelo teste SNK ao nível de 5% de probabilidade (p<0,05).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Composição química, pH, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e energia bruta (EB) das silagens

A composição do material original que foi ensilado encontra-se na Tabela 1. Os teores de MS das forragens frescas variaram de 20,61% a 22,44% nos tratamentos T3 e T4 e 18,90% a 19,77% nas silagens, respectivamente. Os teores de MS encontrados neste experimento foram inferiores aos indicados por Paiva (1976) que sugere valores entre 30% e 35% de MS para se obter boas silagens e próximos aos

sugeridos por McDonald et al. (1991) indicam que para adequada fermentação no silo é necessário teor de MS acima de 20%. Gerdes et al. (2000) ao avaliarem *Brachiaria brizantha* com 35 dias de crescimento obtiveram valores de 22,90% de MS. Já Braga et al. (2001), encontraram valores de 14,11%; 17,23% e 20,89% para as silagens de capim elefante colhido aos 56, 84 e 112 dias respectivamente, no entanto Ferrari Jr. e Lavezzo (2001), determinaram valores de 18,65% e 23,49% para o capim elefante colhido com 70 dias *in natura* e na forma de silagem respectivamente. Todos os tratamentos apresentaram teores de PB próximos de 7%, considerado o limite mínimo para o desenvolvimento adequado das bactérias ruminais (Van Soest, 1994). Os teores de PB foram inferiores ao observado por Silva (2003) que encontrou 9,00% de PB para silagem de *Brachiaria brizantha* colhida aos 110 dias após o plantio e Mari (2004), de 12,5%; 9,6% e 6,7% da *Brachiaria brizantha* colhida aos 30, 60 e 90 dias. Entretanto foram maiores que os valores encontrados por Braga et al. (2001), de 5,02%; 3,59% e 3,16% para as silagens de capim elefante colhido aos 56, 84 e 112 dias respectivamente.

Tabela 1. Composição química, pH, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e energia bruta das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu fornecidas e teor de matéria seca da *Brachiaria brizantha* antes da ensilagem (MS MO).

| | T1 | T2 | T3 | T4 |
|---------------------------|---------|---------|---------|---------|
| MS MO (%) | 21,35 | 21,69 | 20,61 | 22,44 |
| MS (%) | 19,35 | 19,23 | 18,90 | 19,77 |
| PB (%MS) | 7,02 | 8,23 | 7,52 | 6,59 |
| DIVMS (%MS) | 58,59 | 60,14 | 61,01 | 58,83 |
| EB (kcal/Kg) | 3927,43 | 3918,42 | 3846,18 | 3882,63 |
| pH | 4,83 | 4,96 | 4,92 | 3,80 |
| NH ₃ /NT (%MS) | 16,94 | 15,76 | 14,32 | 11,19 |
| FDN (%MS) | 70,60 | 72,35 | 74,86 | 67,94 |
| FDA (%MS) | 38,58 | 38,16 | 41,39 | 37,00 |
| Celulose (%MS) | 32,49 | 31,71 | 34,50 | 29,92 |
| Hemiceluloses (%MS) | 32,02 | 34,19 | 33,47 | 30,94 |
| Lignina (%MS) | 6,09 | 6,45 | 6,89 | 7,08 |

B. brizantha cv Marandu sem aditivos (T1), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Sil-ALL C4 (T2), *B. brizantha* cv Marandu + inoculante bacteriano Bactosilo C Tropical (T3) e *B. brizantha* cv Marandu + 30% de cana de açúcar (T4).

Os teores de DIVMS foram próximos entres os tratamentos variando de 58,59% a 61,01% para T1 e T3, respectivamente. Avaliando silagens de *Brachiaria brizantha*, Ribeiro et al. (2004), obtiveram valores de PB (7,7% e 4,4%), FDN (66,5% e 73,6%), FDA (39,3% e 48,38%) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (55,7% e 40,4%) nos períodos de verão e inverno respectivamente. Observa-se que a adição do inoculante bacteriano não causou alterações na MS e DIVMS das silagens de *Brachiaria brizantha*. Assim como observado por Restle et al. (2003) que avaliaram o efeito de inoculantes bacterianos na silagem de *Brachiaria plantaginea* e não verificaram alteração na composição bromatológica das mesmas. Rodrigues et al. (2001) e Grise et al. (2001) demonstraram que silagens de espécies tropicais não graníferas inoculadas com bactérias não proporcionaram melhorias às características qualitativas, fermentativas e nutricionais das silagens, como não alteraram a qualidade de conservação e o consumo de matéria seca. O menor valor de pH observado foi para o T4 de 3,8 e os demais tratamentos apresentaram valor de pH superior a 4,8. Ávila et al. (2003), avaliando silagens de Tanzânia colhido aos 65 dias encontraram valores pH de 4,33. Braga et al. (2001), avaliando silagens de capim elefante colhido com 70 dias encontraram valores de pH de

4,2. Ferrari Júnior e Lavezzo (2001) ao avaliarem o efeito da pré-secagem do capim elefante sobre a composição da silagem, encontraram valores de pH de 4,32. Os teores de N-NH₃/NT foram superiores a 10% em todos os tratamentos avaliados. Segundo Tomich et al. (2003) a graduação dos teores de nitrogênio amoniacal das silagens pode ser utilizada como indicativo da qualidade do processo de fermentação e em geral, valores acima de 10% indicam redução de eficiência deste processo. Matéria seca e pH são importantes parâmetros para se avaliar a qualidade da silagem. Silagens com alto pH e baixo conteúdo de matéria seca indicam ocorrência de fermentações proteolíticas com produção de aminas e ácido butírico, como verificado neste estudo onde as silagens apresentaram baixos teores de MS e elevados valores de pH. Braga et al. (2001) que obtiveram valores de N-NH₃/NT de 12,65%; 14,46% em silagens com 14,11% e 17,23% de MS respectivamente, verificando sua redução com o aumento dos teores de MS. Houve pequenas variações entre os tratamentos quanto aos nutrientes, com superioridade numérica do T3 quanto aos teores de FDN, FDA e celulose (74,86%; 41,39% e 34,50%, respectivamente) e do T4 para os teores de lignina (7,08%). Mari (2003) observou valores próximos ao deste

estudo de FDN, FDA e celulose e teores inferiores de lignina de 70,1%; 39,7%; 35,6% e 4,0%, respectivamente para silagens de *Brachiaria brizantha* colhida aos 60 dias de crescimento. Já Braga et al. (2001) encontraram valores inferiores de FDN e hemiceluloses e valores superiores de celulose de 65,60%; 22,76% e 39,09% para as silagens de capim elefante colhido aos 56 dias. Evangelista et al. (2004), encontraram valor de FDA de 43,84% na silagem de *Brachiaria brizantha* colhida com 90 dias.

Os teores de energia bruta variaram de 3846,18 kcal/Kg a 3927,43 kcal/Kg para os tratamentos T3 e T1, respectivamente, sendo superiores aos encontrados por Guimarães Júnior (2006) avaliando silagens de milho que encontrou valores de 3792,83 kcal/Kg e 3825,04 kcal/Kg para os genótipos BRS-1501 e NPM-1, respectivamente.

3.2. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca

Os valores de consumo voluntário de matéria seca (CMS), digestibilidade aparente da matéria seca (DA MS) e consumo de matéria seca digestível (CMSD) estão apresentadas na Tabela 2. Não foram observadas diferenças entre os consumos de MS entre os tratamentos ($p>0,05$). Os consumos de MS variaram de 44,07 g/UTM/dia no T4 a 50,37 g/UTM/dia no T2, não sendo observada diferença entre os tratamentos avaliados ($p<0,05$). O maior valor de DA MS foi para o T2 com 60,88%, sendo semelhante aos tratamentos 1 de 57,11% e 3 de 58,12% ($p>0,05$) e superior ao T4 de 52,98% ($p<0,05$). Os valores de DA MS dos tratamentos T1 e T3 foram semelhantes entre si e entre os demais ($p>0,05$). Os consumos de MS apresentaram correlação positiva com as DA MS ($r = 0,52$; $p<0,01$). Os CMSD não apresentaram diferença entre si ($p>0,05$) e seus valores variaram de 23,64 g/UTM/dia a 30,66 g/UTM/dia no T4 e T2, respectivamente. O resultado deste estudo confirma os relatos de Henrique & Bose (1992), em estudos com capim-elefante, e Stokes (1992), em silagem de gramíneas e

leguminosas. Esses autores não detectaram efeito do aditivo enzimático-bacteriano sobre o consumo de MS. De modo geral, avalia-se que o uso de aditivo bacteriano na ensilagem não proporciona efeito consistente sobre o consumo de MS. Esta afirmativa é reforçada por Harrison et al. (1994), que, em revisão de literatura, demonstraram que os inoculantes bacterianos e suas associações com enzimas produzem efeitos variáveis sobre o consumo de MS. Os valores de CMS deste estudo foram inferiores aos encontrados por Freitas et al. (2003), avaliando silagens de milho, onde os CMS variaram de 54,86 g/UTM/dia a 67,00 g/UTM/dia e superiores aos observados por Guimarães Junior (2006) que encontrou valor médio de consumo de MS das silagens de três genótipos de milho de 43,42 g/UTM/dia. Os resultados deste experimento estão dentro dos valores observados por McDonald et al. (1991) que encontraram variação de CMS de silagens entre 20 a 75 g/UTM/dia em ovinos. Considerando a necessidade de CMS de 51,02 g/UTM/dia recomendada para a manutenção de ovinos (AFRC, 1993), observa-se que as silagens avaliadas não atingiram essa exigência, o que pode limitar o desempenho de animais consumindo exclusivamente este tipo de silagem. Quando comparado à silagem de sorgo, foram obtidos valores intermediários aos verificados por Pires (2003), que avaliou o consumo de silagens de sorgo com e sem tanino no grão e obteve resultados variando de 28,16 a 51,24 g/UTM/dia. Guim et al. (1995) não observaram resultados positivos sobre a digestibilidade, quando inocularam silagem de capim elefante. Bergamaschine et al. (2006) não encontraram diferença no consumo de matéria seca (88,85 g/UTM/dia; 87,69 g/UTM/dia) e DA MS (66,35%; 65,74%) de silagens de *Brachiaria brizantha* colhida aos 60 dias de crescimento quando tratados ou não com inoculante bacteriano, respectivamente. Almeida et al. (1995) avaliando o consumo voluntário de silagens de sorgo e milho, em ovinos, encontraram 61,0g/UTM/dia para as silagens de milho, e 56,7g/UTM/dia para as de sorgo.

Tabela 2. Consumo voluntário de matéria seca (CMS) em g/UTM/dia, digestibilidade aparente da matéria seca (DA MS) em % e consumo de matéria seca digestível (CMSD) g/UTM/dia das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|-------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| CMS | 47,70 | 50,37 | 47,33 | 44,07 | 14,61 |
| DA MS | 57,11 ^{AB} | 60,88 ^A | 58,12 ^{AB} | 52,98 ^B | 6,15 |
| CMSD | 27,27 | 30,66 | 27,52 | 23,64 | 17,46 |

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

3.3. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da energia das silagens

Na Tabela 3 são apresentados os valores de consumo de energia bruta (CEB), (DA EB), consumos de energia digestível (CED) e energia metabolizável (CEM). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto ao consumo de energia bruta ($p > 0,05$). Os consumos de EB das silagens variaram de 168,00 Kcal/UTM/dia a 194,40 Kcal/UTM/dia nos tratamentos T4 e T2, respectivamente. O CEB apresentou correlação positiva com o CMS ($r = 0,99$; $p < 0,0001$) e DA MS ($r = 0,53$; $p < 0,01$), conforme assinalado por Sanson e Clanton (1989) e Crampton (1957), o qual consideram que o consumo de um alimento está altamente correlacionado com a densidade calórica e o consumo de energia. O maior valor de DA EB foi do T2 de 57,54% e o menor valor foi de 49,45% para o T4, sendo diferentes entre si ($p < 0,05$). Nos tratamentos T1 e T3 foram observados valores intermediários de 53,66% e 53,69%, respectivamente, sendo semelhantes entre si e aos demais ($p > 0,05$). Não foram observadas diferenças entre os tratamentos quanto ao consumo de energia digestível e de energia metabolizável ($p > 0,05$), com valores variando

de 128,50 Kcal/UTM/dia a 146,18 Kcal/UTM/dia e 108,64 Kcal/UTM/dia a 121,77 Kcal/UTM/dia, respectivamente. Quanto ao consumo de energia digestível por grama de MS consumida/UTM (CED/CMS) e consumo de energia metabolizável por grama de MS consumida/UTM (CEM/CMS) também não foram observadas diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$), fato devido à semelhança encontrada entre os CMS, CED e CEM nos tratamentos avaliados, uma vez que estas relações são dependentes destas variáveis. Os consumos oscilaram entre 2,85 Mcal ED/KgMS a 3,03 Mcal ED/KgMS e 2,39 Mcal EM/KgMS a 2,56 Mcal EM/KgMS, respectivamente. A avaliação destas relações é importante na avaliação nutritiva dos alimentos, pois são parâmetros da eficiência de utilização da energia bruta. Entretanto elevadas relações de eficiência somente são interessantes se acompanhadas por alto consumo de matéria seca. O requerimento médio de ED para manutenção de ovinos de 146,47 Kcal/UTM/dia (NAS, 1984) foi suprido pelas silagens dos tratamentos 2 e 3. Porém as silagens dos tratamentos 1 e 4 apesar de não atingirem o requerimento, não apresentaram diferença das silagens dos tratamentos 2 e 3 ($p < 0,05$).

Tabela 3. Consumo voluntário de energia bruta (CEB) em Kcal/UTM/dia, digestibilidade aparente da energia bruta (DA EB) em %, consumo de energia digestível (CED), consumo de energia metabolizável (CEM) Kcal/UTM/dia, consumo de energia digestível por grama de MS consumida/UTM (CED/CMS) em Mcal ED/KgMS e consumo de energia metabolizável por grama de MS consumida/UTM (CEM/CMS) em Mcal EM/KgMS das silagens de *Brachiaria brizantha* cv Marandu

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|---------|---------------------|--------------------|---------------------|--------------------|-------|
| CEB | 184,30 | 194,40 | 179,00 | 168,00 | 14,64 |
| DA EB | 53,66 ^{AB} | 57,54 ^A | 53,69 ^{AB} | 49,45 ^B | 6,97 |
| CED | 140,14 | 146,18 | 143,59 | 128,50 | 21,29 |
| CEM | 119,44 | 121,77 | 121,60 | 108,64 | 23,25 |
| CED/CMS | 2,93 | 2,89 | 3,03 | 2,85 | 8,41 |
| CEM/CMS | 2,49 | 2,40 | 2,56 | 2,39 | 10,40 |

Médias na linha seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

Guimarães Júnior (2006) encontrou valores médios de CEB, DA EB, CED e CEM de 246,16 Kcal/UTM/dia, 44,24%; 109,64 Kcal/UTM/dia e 86,37 Kcal/UTM/dia, respectivamente avaliando quatro genótipos de milheto. Almeida et al. (1995) relataram CEB e CED superior para as silagens de milho (297,9 Kcal/UTM/dia e 198,9 Kcal/UTM/dia) e de sorgo (279,3 Kcal/UTM/dia e 178,3 Kcal/UTM/dia) em relação às silagens deste estudo. Pinto et al. (1999), verificaram consumos de EB e ED de 250,09 Kcal/UTM/dia e 159,99 Kcal/UTM/dia; 98,69 Kcal/UTM/dia e 61,65 Kcal/UTM/dia e 277,99 Kcal/UTM/dia e 196,77 Kcal/UTM/dia, respectivamente para as silagens de capim-sudão, milheto e milho. Esses mesmo autores encontraram valores superiores de DA EB para as silagens de capim-sudão, milheto e milho de 64,20%; 69,25% e 77,00%, respectivamente quando comparadas a este estudo.

3.4. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da proteína bruta

Os valores de consumo voluntário de proteína bruta (CPB), digestibilidade aparente da proteína bruta (DA PB) e consumo de proteína digestível (CPD) são apresentados na Tabela 4. O maior valor de CPB foi do T2 de 4,47 g/UTM/dia; sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). O maior consumo de PB do T2 provavelmente foi devido ao seu maior valor neste tratamento como pode ser visto na tabela 1. Os tratamentos 1, 3 e 4 não

apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$) com consumos de 3,53 g/UTM/dia, 3,72 g/UTM/dia e 3,11 g/UTM/dia, respectivamente. O maior valor de DA PB foi de 68,76% para o T2 sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). Os demais tratamentos não apresentaram diferença entre si ($p > 0,05$) e apresentaram consumos variando de 48,97 g/UTM/dia a 54,82 g/UTM/dia. O consumo de PB apresentou correlação positiva com consumo de MS ($r = 0,86$; $p < 0,0001$). Isso se deve ao fato de, em dietas com maiores teores de PB, há melhor desenvolvimento microbiano e, conseqüentemente, maior taxa de passagem e digestão da fração fibrosa (Van Soest, 1994). A DA PB apresentou correlação positiva com a DA MS ($r = 0,80$; $p < 0,0001$). De acordo com Van Soest (1994), baixos teores de PB no alimento (inferiores a 6-8%), limitam a fermentação ruminal reduzindo a digestibilidade da MS. Os valores de CPD dos tratamentos T1 de 1,87 g/UTM/dia, T3 de 2,04 g/UTM/dia e T4 de 1,55 g/UTM/dia foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) e inferiores ao T2 de 3,08 g/UTM/dia ($p < 0,05$). Mesmo não sendo observadas diferenças estatísticas entre os CMSD, no presente experimento, este parâmetro apresentou correlação positiva com o CPD ($r = 0,80$; $p < 0,0001$), mostrando a influência positiva dos maiores teores de PB sobre o consumo, como proposto por Van Soest (1994). Considerando o requerimento médio de proteína digestível para manutenção de ovinos (2,58 g/UTM/dia, segundo NAS, 1984), pode-se observar que apenas a silagem

do T2 foi eficiente em suprir os requisitos. Este estudo apresentou menores CPB e CPD queo estudo de Almeida et al. (1995) quando compararam os CPB e CPD e encontraram valores de 5,1 g/UTM/dia e 2,7 g/UTM/dia para silagem de milho e 4,8 g/UTM/dia e 2,8 g/UTM/dia para silagem sorgo, respectivamente e Guimarães Júnior (2006) ao avaliar quatro genótipos de milheto com

valores médios de CPB e CPD de 4,91 g/UTM/dia e 2,86 g/UTM/dia. Já Reis et al. (2000) obtiveram consumos de PB e PB digestível de 3,88 g/UTM/dia e 2,91 g/UTM/dia, respectivamente quando avaliaram silagens de capim-elefante. Souza et al. (2003) observaram DA PB variando de 37,5% a 53,4% ao avaliarem o valor nutritivo das silagens de cinco híbridos de sorgo.

Tabela 4. Consumo voluntário de proteína bruta (CPB) em g/UTM/dia, digestibilidade aparente da proteína bruta (DA PB) em % e consumo de proteína digestível (CPD) g/UTM/dia

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|-------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| CPB | 3,53 ^B | 4,47 ^A | 3,72 ^B | 3,11 ^B | 13,90 |
| DA PB | 53,07 ^B | 68,76 ^A | 54,82 ^B | 48,97 ^B | 10,96 |
| CPD | 1,87 ^B | 3,08 ^A | 2,04 ^B | 1,55 ^B | 19,03 |

Médias na linha seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

3.5. Balanço de nitrogênio

O balanço de nitrogênio dos diferentes tratamentos utilizados pode ser visto na Tabela 5. O menor valor de N ingerido foi para a silagem do T4 com 7,44g/dia, sendo semelhante apenas ao T1 com 9,16g/dia ($p > 0,05$) e diferente dos demais ($p < 0,05$). Os tratamentos T2 com 12,17g/dia e T3 com 11,14g/dia foram semelhantes entre si e ao T1 ($p > 0,05$). Estas diferenças são devido aos diferentes teores de PB das silagens utilizadas, pois o N ingerido apresentou correlação positiva com o CPB ($r = 0,74$; $p < 0,002$). Os teores de N fecal e N urinário não apresentaram diferença entre os tratamentos avaliados com teores variando de 3,75g/dia a 5,09g/dia e 0,157g/dia a 0,220g/dia, respectivamente ($p > 0,05$). O teor de N fecal apresentou correlação negativa com a DA PB ($r = -0,45$; $p < 0,04$). O maior valor de N retido foi para o T2 de 8,15g/dia, sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). Este fato pode ser explicado pela maior DA PB desta silagem, pois o N retido apresentou correlação positiva com a DA PB ($r = 0,85$; $p < 0,0001$), além da maior digestibilidade aparente da energia bruta observada, já que o N retido apresentou correlação positiva com DA EB ($r = 0,74$; $p < 0,0002$), aumentando, com isso, a eficiência no aproveitamento da proteína (Silva e Leão, 1979). O menor valor

de N retido foi do tratamento 4 de 3,53 g/dia, sendo semelhante ao tratamento 1 (4,66g/dia) ($p > 0,05$) e diferente dos demais ($p < 0,05$). Os valores de N retido/N ingerido de 50,97g/dia; 53,12g/dia e 46,86g/dia dos tratamentos T1, T3 e T4, respectivamente foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) e inferiores a 66,95g/dia do T2 ($p < 0,05$). Estes resultados refletem a importância não apenas do teor de PB do alimento, mas também de sua digestibilidade e da relação proteína energia, já que os resultados de N retido/N ingerido apresentaram correlação positiva com a DA PB ($r = 0,99$; $p < 0,001$) e com a DA EB ($r = 0,77$; $p < 0,0001$), apresentando tendência semelhante à observada para a digestibilidade da proteína bruta. A relação energia proteína da dieta esta intimamente relacionada com o crescimento microbiano e consumo de alimento (Hennessy, 1980). Segundo Andrigueto et al. (1990), o balanço de nitrogênio pode ser indicativo do metabolismo protéico animal, sendo mais eficiente que a digestibilidade e o consumo de proteína para evidenciar se há perda ou não de proteínas pelo organismo. Martins et al. (2003a) encontraram valores de N ingerido e N retido de 10,84 g/dia e 4,80 g/dia, respectivamente e relação N retido/N ingerido de 44,28% ao avaliarem silagem de sorgo. Já Freitas et al. (2003) verificaram relação N retido/N ingerido de 51,22% e

teores de N ingerido e N retido de 11,15 g/dia

e 5,69 g/dia em silagem de milho.

Tabela 5. Balanço de Nitrogênio em g/dia

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|-----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| N ingerido | 9,16 ^{AB} | 12,17 ^A | 11,14 ^A | 7,44 ^B | 13,85 |
| N fecal | 4,31 | 3,79 | 5,09 | 3,75 | 21,64 |
| N urinário | 0,186 | 0,220 | 0,192 | 0,157 | 26,97 |
| N retido | 4,66 ^{BC} | 8,15 ^A | 5,85 ^B | 3,53 ^C | 16,59 |
| % N retido/N ingerido | 50,97 ^B | 66,95 ^A | 53,12 ^B | 46,86 ^B | 11,42 |

Médias na linha seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

3.6. Consumo e digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA)

A Tabela 6 apresenta os resultados de consumo de FDN e FDA (CFDN e CFDA, respectivamente), digestibilidade de FDN e FDA (DFDN e DFDA, respectivamente), e consumo de FDN e FDA digestíveis (CFDND e CFDAD, respectivamente). Os consumos de FDN não apresentaram diferenças entre os tratamentos estudados ($p > 0,05$) com valores de 32,58 g/UTM/dia, 35,42 g/UTM/dia, 34,85 g/UTM/dia e 28,70 g/UTM/dia para os tratamentos 1, 2, 3 e 4, respectivamente, mostrando que adição de inoculantes bacterianos e cana de açúcar não afetou o consumo desta fração. O menor valor de DFDN foi para o T4 de 43,61%, sendo semelhante ao T1 ($p < 0,05$) e diferente dos demais ($p > 0,05$). O maior valor de DFDN foi de 55,21% para o T2, sendo semelhante aos tratamentos 1 (48,50%) e 3 (55,05%) ($p > 0,05$). Os consumos de FDN apresentaram o mesmo comportamento de digestibilidade, o maior valor de 19,54 g/UTM/dia para o T2 sendo semelhante aos tratamentos 1 e 3, e o menor de 12,81 g/UTM/dia para o T4 sendo semelhante ao tratamento 1. O consumo de FDN apresentou correlação positiva com o consumo de MS ($r = 0,95$; $p < 0,0001$), mostrando sua influência sobre o mesmo. O excesso de FDN na dieta, frequentemente, limita o consumo voluntário devido aos efeitos físicos dos alimentos exercidos sobre o rúmen (Oba e Allen, 1999). Esses autores afirmaram que a rápida hidrólise e o desaparecimento da FDN do rúmen reduzem o efeito físico de enchimento permitindo maior consumo voluntário. Neste

estudo foi observada correlação positiva entre CMS e DFDN ($r = 0,46$; $p < 0,03$) e entre CFDND e CEB ($r = 0,80$; $p < 0,0001$) indicando que forragens contendo elevada FDN digestível aumentam o consumo MS e de energia. A maior digestibilidade da FDN observada no T2 e menor no T4 podem ser atribuídas às características de suas frações fibrosas. Provavelmente, o maior teor de lignina aliado aos menores teores de celulose e hemiceluloses, frações que influem consideravelmente sobre a taxa de degradação da FDN, contribuíram para estas diferenças de digestibilidade. A DFDN apresentou correlação positiva com CPB ($r = 0,53$; $p < 0,01$). Isso se deve ao fato de, em dietas com maiores teores de PB, há melhor desenvolvimento microbiano e, conseqüentemente, maior taxa de passagem e digestão da fração fibrosa (Van Soest, 1994). Sendo a digestibilidade da FDN um importante parâmetro da qualidade da forragem devido à grande variação no seu teor e sua degradabilidade ruminal. Reis et al. (2000) encontraram menor CFDN (27,45 g/UTM/dia) e maior DFDN (64,34%) avaliando silagens de capim-elefante quando comparados a este estudo. Já Souza et al. (2003) encontraram maiores digestibilidades da FDN (variação de 60,01% a 65,00%) ao compararem 5 híbridos de sorgo. Rocha et al (2006) também não encontraram diferença na DFDN quando utilizaram ou não inoculante bacteriano nas silagens de milho com resultados de 37,21% e 35,17%, respectivamente. Os consumos de FDA foram semelhantes entre os tratamentos ($p > 0,05$), os valores variaram de 14,99 g/UTM/dia a 19,25 g/UTM/dia nos tratamentos 4 e 3, respectivamente. A menor DFDA foi

observada no T4 com valor de 46,51%, sendo diferente dos demais ($p < 0,05$). Os tratamentos 1, 2 e 3 foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) sendo 57,67%; 59,86% e 61,70%, respectivamente. A menor digestibilidade da FDA obtida no T4 (46,51%) pode ser atribuída parcialmente aos seus baixos teores de celulose e hemiceluloses devido à inclusão de cana de açúcar. Também os menores CFDAD observados foram para o T4 de 7,07

g/UTM/dia ($p < 0,05$). Avalia-se que estes resultados sejam adequados, uma vez que os valores de CFDAD apresentaram correlação positiva com a DFDA ($r = 0,89$; $p < 0,0001$). Os demais tratamentos apresentaram semelhantes CFDAD ($p > 0,05$) com 10,23 g/UTM/dia, 11,02 g/UTM/dia e 11,88 g/UTM/dia para T1, T2 e T3, respectivamente.

Tabela 6. Consumo voluntário de FDN (CFDN) em g/UTM/dia, digestibilidade da FDN (DFDN) em %, consumo de FDN digestível (CFDND) g/UTM/dia, consumo voluntário de FDA (CFDA) em g/UTM/dia, digestibilidade da FDA (DFDA) em % e consumo de FDA digestível (CFDAD) g/UTM/dia

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|-------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| CFDN | 32,58 | 35,42 | 34,85 | 28,70 | 14,13 |
| DFDN | 48,50 ^{AB} | 55,21 ^A | 55,05 ^A | 43,61 ^B | 9,72 |
| CFDND | 15,83 ^{AB} | 19,54 ^A | 19,19 ^A | 12,81 ^B | 18,95 |
| CFDA | 17,74 | 18,40 | 19,25 | 14,99 | 16,11 |
| DFDA | 57,67 ^A | 59,86 ^A | 61,70 ^A | 46,51 ^B | 6,66 |
| CFDAD | 10,23 ^A | 11,02 ^A | 11,88 ^A | 7,07 ^B | 13,76 |

Médias na linha seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

Assim como neste estudo Bergamaschine et al. (2006) não encontraram diferença na DFDA (63,12% e 63,07%) de silagens de *Brachiaria brizantha* colhida aos 60 dias de crescimento quando tratados ou não com inoculante bacteriano, respectivamente. Martins et al. (2003b) observaram CFDA, DFDA e CFDAD de 26,62 g/UTM/dia, 51,81% e 13,87 g/UTM/dia, respectivamente para silagem de sorgo. Maiores digestibilidades de FDA de 64,57%; 56,27% e 69,50% foram verificados por Pinto et al. (1999) em silagens de capim-sudão, milheto e milho, respectivamente.

3.7. Consumo de celulose, hemiceluloses e lignina e digestibilidade da celulose e hemiceluloses

A Tabela 7 apresenta o consumo de celulose (Ccel), hemiceluloses (CHcel) e lignina (Clig) e digestibilidade da celulose (DCel) e hemiceluloses (DHcel). Os maiores consumos de celulose observados foram 14,88 g/UTM/dia e 15,94 g/UTM/dia para os tratamentos 1 e 3, respectivamente. Estes valores foram semelhantes entre si ($p > 0,05$) e

superiores a 10,42 g/UTM/dia e 11,89 g/UTM/dia dos tratamentos 2 e 4, respectivamente ($p < 0,05$). O maior consumo de celulose nos tratamentos 1 e 3 pode ser atribuídos a sua maior concentração na silagem oferecida. As maiores DCel também foram para as silagens dos tratamentos 1 (61,24%) e 3 (64,09%), sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes das demais. As menores digestibilidades observadas foram das silagens dos tratamentos 2 (45,25%) e 4 (48,63%) sendo iguais entre si ($p > 0,05$). Os CcelD apresentaram correlação positiva com Ccel ($r = 0,96$; $p < 0,0001$), apontando que o consumo foi influenciado pela digestibilidade. Os maiores valores de CcelD foram 9,11 g/UTM/dia e 10,22 g/UTM/dia para T1 e T3, respectivamente, sendo semelhantes entre si ($p > 0,05$) e diferentes dos demais ($p < 0,05$). Os consumos de hemiceluloses não apresentaram diferenças entre si ($p > 0,05$), e variaram de 13,71 g/UTM/dia a 17,01 g/UTM/dia para T4 e T2, respectivamente. O mesmo comportamento foi observado para a DHcel e CHcelD, sendo semelhantes em todos os tratamentos avaliados. Os consumos de

hemiceluloses apresentaram correlação positiva com CFDN ($r = 0,00,97$; $p < 0,0001$), que por sua vez apresentou correlação positiva com CHcelD ($r = 0,79$; $p < 0,0001$) e CCelD ($r = 0,44$; $p < 0,05$). Isto indica a maior influência da fração hemiceluloses sobre o CFDN e também sobre CMS, uma vez que foi verificada correlação positiva deste com CHcelD ($r = 0,73$; $p < 0,0002$) e não com o CCelD ($r = 0,34$; $p > 0,14$). Os cálculos de digestibilidade da lignina não foram realizados em função da natureza indigestível dessa fração. Os consumos de lignina não apresentaram diferenças entre os tratamentos ($p > 0,05$) e seus valores variaram de 2,85

g/UTM/dia a 3,31 g/UTM/dia. Quando comparados a este estudo Martins et al. (2003b) verificaram maiores consumos de celulose (23,30 g/UTM/dia) e lignina (4,47 g/UTM/dia) e menores consumos de hemiceluloses (12,91 g/UTM/dia) para silagem de sorgo. O mesmo autor verificou ainda valores de D Cel e DHcel de 56,42% e 57,10%, respectivamente. Já Guimarães Júnior (2006) menores consumos de celulose (9,91 g/UTM/dia) e valores próximos de consumo de hemiceluloses (15,88 g/UTM/dia) quando comparam três genótipos de milho.

Tabela 7. Consumo voluntário de celulose (CCel) em g/UTM/dia, digestibilidade da celulose (DCel) em %, consumo de celulose digestível (CCelD) g/UTM/dia, consumo voluntário de hemiceluloses (CHcel) em g/UTM/dia, digestibilidade da hemiceluloses (DA Hcel) em %, consumo de hemiceluloses digestível (CHcelD) g/UTM/dia e consumo voluntário de lignina (CLig)

| | T1 | T2 | T3 | T4 | CV(%) |
|--------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|-------|
| CCel | 14,88 ^A | 10,42 ^B | 15,94 ^A | 11,89 ^B | 14,31 |
| DCel | 61,24 ^A | 45,25 ^B | 64,09 ^A | 48,63 ^B | 9,04 |
| CCelD | 9,11 ^A | 4,74 ^B | 10,22 ^A | 5,85 ^B | 17,52 |
| CHcel | 14,84 | 17,01 | 15,59 | 13,71 | 14,61 |
| DHcel | 37,53 | 50,19 | 46,85 | 40,44 | 16,44 |
| CHcelD | 5,59 | 8,52 | 7,30 | 5,73 | 24,85 |
| CLig | 2,85 | 3,24 | 3,31 | 3,10 | 15,20 |

Médias na linha seguidas de mesmas letras não diferem entre si pelo teste SNK, $p < 0,05$.

4. CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a utilização de inoculantes bacterianos ou cana de açúcar, não resulta em aumento de consumo e digestibilidade da matéria seca, energia e frações fibrosas das silagens para ovinos.

O consumo e a digestibilidade da proteína bruta e balanço de nitrogênio foram aumentados com a utilização do inoculante bacteriano SiL ALL C4.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL: *Energy and protein*

requirements of ruminants. Wallingford: CAB International, 1993. 159p.

ALMEIDA, M. F; VON TIESENHAUSEN, I. M. E. V; AQUINO, L. H; et al. Composição química e consumo voluntário das silagens de sorgo, em dois estádios de corte, girassol e milho para ruminantes. *Ciênc. Prát.*, v. 19, n. 3, p. 315-321. 1995.

ANDRIGUETO, J. M; PERLY, L; MINARDI, I. et al. *Nutrição animal: bases e fundamentos da nutrição animal*. v. 1. Rio de Janeiro: Nobel, 1990. v. 1, 389p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 13. ed. Washington D.C.:AOAC, 1980.1015p.

ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. *Official methods of analysis*. 16.ed. Washington, D.C.: AOAC, 1995. 2000p.

ÁVILA, C. L. S.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; et al. Perfil de fermentação das silagens de capim Tanzânia com aditivos – teores de nitrogênio amoniacal e pH. *Ciênc. Agrotec.* v. 27, p. 1144-1151, 2003.

BLAXTER, K.L.; CLAPPERTON, J.L. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. *Br. J. Nutr.*, v.19, p.511-522. 1965.

BRAGA, A. P.; RIBEIRO, H. U.; BARRA, P. B.; et al. Composição química-bromatológica das silagens de capim elefante cv. Cameron em cinco idades de corte. *Caatinga*, v.14, p. 17-23, 2001.

CONRAD, H. R.; PRATT, A. D.; HIBBS, J. D. W. Regulation of feed intake in dairy cows. I. Change in importance of physiological factors with increasing in digestibility. *J. Dairy Sci.*, v.48, n.1, p.47-54, 1964.

CRAMPTON, E. W. Interrelations between digestible nutrient and energy content, voluntary dry matter intake, and the overall. *J. Anim. Sci.*, Champaign, v.16, n.3, p.546-552, Aug. 1957.

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G.; AMARAL, P. N. C.; et al. Produção de silagem de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. *Ciênc. Agrotec.* v. 28, p. 446-452, 2004.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecida ou acrescida de farelo de mandioca. *Rev. Bras. Zootec.* v. 29, n. 4, p. 1424-1431, 2001.

FREITAS, G. A. R.; COELHO, S. G.; GONÇALVES, L. C.; et al. Consumo e

digestibilidade aparente da matéria seca, proteína e energia bruta, e balanço de nitrogênio das silagens de cinco genótipos de milho. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 55, p. 443-449, 2003.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T.; et al. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. *Rev. Bras. Zootec.* v. 29, n. 4, p. 947-954, 2000.

GRISE, M. M. et al. Efeito do uso de inoculantes na composição química e pH da silagem de milheto (*P. americanum* (L.) Leeke). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 38, 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba : SBZ, 2001. p.132-133.

GUIM, A.; RUGGIERI, A. C.; ANDRADE, P. et al. Efeito de inoculante microbiano sobre consumo, degradação *in situ* e digestibilidade aparente das silagens de capim-elefante cv. Napier (*Pennisetum purpureum* Schum). *R. Soc. Bras. Zootec.*, 24 (6):1051-1061, 1995.

GUIMARÃES JÚNIOR, R. Avaliação nutricional de silagens de milheto [*Pennisetum glaucum* (L). R. Br.]. 2006. 78p. Tese (Doutorado) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R. Fermentation and utilization of grass silage. *J. Dairy Sci.* v.77, p.3209- 3235, 1994.

HENNESSY, D. W. Protein nutrition of ruminants in tropical areas of Australia. *Tropical Grasslands.* v. 14, n. 13, p. 260-265, 1980.

HENRIQUE, W.; BOSE, M. L. V. Efeito de aditivos enzimbacterianos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). *R. Soc. Bras. Zootec.*, v. 21, n. 3, p. 429-438, 1992.

- HOVELL, F. D. D. E. B; NGAMBI, J.W.W; BARBER, W. P; et al. The voluntary intake of hay by sheep in relation to its degradability in the rumen as measured in nylon bags. *Anim. Prod.* 1986, v.42, p.111–118.
- MARI, L. J. *Intervalo entre cortes em capim Marandu (Brachiaria brizantha (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): Produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem.* 2003. 138f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz da USP. Piracicaba.
- MARI, L. J.; NÚSSIO, L. G.; SCHIMDT, P.; et al. Magnitude das alterações na composição morfológica e valor nutritivo do capim Marandu (*Brachiaria brizantha* stapf. cv. Marandu) mantido a intervalos fixos entre corte. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. *Anais ...* Campo Grande: SBZ, 2004.
- MARTINS, R. G. R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES, J. A. S; et al. Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca, da proteína bruta e da energia de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 55, n. 3, p. 341-345, 2003a.
- MARTINS, R. G. R; GONÇALVES, L. C; RODRIGUES, J. A. S; et al. Consumo e digestibilidade aparente das frações fibrosas de silagens de quatro genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) por ovinos. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.55, n.3, p.346-349, 2003b.
- MERTENS, D. R. Predicting intake and digestibility using mathematical models of ruminal function. *J. Anim. Sci.* 64: 1548-1552,1987.
- MINSON, D. J. *Forage in ruminant nutrition.* San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- IGARASI, M. S; NUSSIO, L. G; BRUNO, E. J. M. Levantamento de índices técnicos associados à produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39, 2002. Recife, *Anais...* Recife: SBZ, 2002.
- MCDONALD, P; HENDERSON, A. R; HERON, S. J. E. *The biochemistry of the silage.* Edinburg: J. Wiley and Sons, 1991. 226p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCE. *Nutrient requeriment of domestic annimals: nutrient requeriments of sheep.* 16.ed. Washington, 1984. 90p.
- OBA, M; ALLEN, M. S. Evaluation of the importance of the digestibility of neutral detergent fiber from forage: effects on dry matter intake and milk yield of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, v. 82, n. 3, p. 589-596. 1999.
- ØRSKOV, E.R; RYLE, M., 1990. *Energy Nutrition in Ruminants.* Elsevier, London, 149 p.
- PAIVA, J. A. J. *Qualidade da silagem da região metalúrgica de Minas Gerais.* Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 1976. 85p.
- PINTO, J. C; CHAVES, C. ° S; PÉREZ, J. R. O; et al. Valor nutritivo das silagens de capim-sudão, milheto, teosinto e milho. 1 – consumo e digestibilidade aparente. *Ciênc. E Agrotec.*, v. 23, n.4, p.980-986, 1999.
- PIRES, D. ° ° Consumo e digestibilidade aparente em ovinos, de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.)) com e sem tanino nos grãos. 2003. 78p. Dissertação (Mestrado) Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- REIS, J; PAIVA, P. C. A; VON TIESENHAUSEN, I. M.E.V; et al. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa) e de capim-elefante (*Pennisetum*

purpureum Schum) cv. Cameroon e suas combinações. *Ciênc. Agrotec.*, v. 24, n.1, p.213-224, 2000.

RESTLE, J; NEUMANN, M; BRONDANI, I. L; et al. Avaliação da silagem de capim Papuã (*Brachiaria plantaginea*) por meio do desempenho de bezerros de corte confinados. *Ciência Rural*, v. 33, n.4, 2003.

RIBEIRO, J.L.; NÚSSIO, L. G.; MARI, L. J.; et al. Avaliação do valor nutritivo das silagens de capim Marandu submetido aos efeitos do teor de matéria seca, da estação do ano e da presença de inoculante bacteriano. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004. Campo Grande. *Anais ...* Campo Grande: SBZ, 2004.

ROCHA, K. D; PEREIRA, ° G; VALADARES FILHO, S. C; ET AL. Valor nutritivo de silagens de milho (*Zea mays* L.) produzidas com inoculantes enzimo-bacterianos. *R. bras. Zootec.*, v. 35, n. 2, p. 389-395, 2006

RODRIGUES, P. H. M; ANDRADE, S. J. T; FERNADES, T; et al. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido-lácticas. 4. Inoculação da silagem de capim elefante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba : SBZ, 2001. p. 911-913.

SANSON, D.W; CLANTON, D. C. Intake and digestibility of low quality meadow hay by cattle receiving various levels of whole shelled corn. *J. Anim. Sci.*, v.67, p.2854-2862, 1989.

SAS/STAT Software:Syntax, Version 6, Cary, NC:SAS Institute Inc., 1993. 151p.

SILVA, B. C. Silagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e concentrado em diferentes proporções na dieta de bovinos de corte. 2003. 65f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

SILVA, J. F. C; LEÃO, M. I. *Fundamentos de nutrição de ruminantes*. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SOUZA, V. G; PEREIRA, O. G; MORAES, S. A; et al. Valor Nutritivo de Silagens de Sorgo. *R. Bras. Zootec.*, v. 32, n. 3, p. 753-759, 2003

STOKES, M. R. Effects of an enzyme mixture, an inoculante, and their interaction on silage fermentation and dairy production. *J. Dairy Sci.*, v. 75, p. 764-773, 1992.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C.; et al. Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação. *Documentos*, Corumbá: EMBRAPA – CPAP, n. 57, 18p. 2003.

VALDÉS, C; Carro, M. D; RANILLA, M. J; et al. Effect of forage to concentrate ratio in complete diets offered to sheep on voluntary food intake and some digestive parameters. *Anim. Sci.*, v.70, p.119-126. 2000.

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

VAN SOEST, P. J; ROBERTSON, J.B; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

CONCLUSÕES GERAIS

Os resultados deste trabalho indicam que os aditivos utilizados na ensilagem não promoveram melhora nos parâmetros qualitativos da fermentação das silagens avaliadas e nos parâmetros de cinética de degradação obtidos pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. A silagem adicionada de cana de açúcar apresentou maior taxa de produção de gases e degradabilidade da MS e menor tempo de colonização.

A utilização de inoculantes bacterianos ou cana de açúcar, não resultaram em aumento de consumo da matéria seca, energia e frações fibrosas das silagens.