

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CAMPUS DE JABOTICABAL**

**AVALIAÇÃO DA POLPA CÍTRICA PELETIZADA COMO
ADITIVO NO PROCESSO DE ENSILAGEM DOS CAPINS
TANZÂNIA E MARANDU**

ROGÉRIO MARCHIORI COAN

Orientador: **Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis**

Tese apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Doutor em Zootecnia (Produção Animal).

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

2005

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ROGÉRIO MARCHIORI COAN – Filho de Osvaldo Coan e Leonice Marchiori Coan, nasceu aos 29 de outubro de 1975, na cidade de Jaboticabal/SP. Ingressou no curso de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Câmpus de Jaboticabal, em março de 1994, onde foi bolsista de IC-CNPq no período de 1995 a 1998, obtendo o título de Zootecnista em julho de 1998. Trabalhou como pesquisador no CPPAR (Centro de Pesquisas Parasitológicas – Unesp/Jaboticabal) até fevereiro de 1999. Em março de 1999, ingressou no curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração em Produção Animal, onde obteve o Título de Mestre em fevereiro de 2001. Em março de 2001, ingressou no curso de Doutorado, Área de Concentração em Produção Animal, e em março de 2005, obteve o título de Doutor em Zootecnia.

*“Vaidade de vaidades, tudo é vaidade
Que proveito tira o homem de todo o trabalho
com que se afadiga debaixo do sol?
Todas as coisas tem seu tempo e todas
elas passam debaixo do céu segundo o
termo que a cada uma foi prescrito.
Há tempo de perder e tempo de adquirir.
Há tempo de guerra e tempo de paz.
Reconheci que nada havia melhor do que
alegrar-se o homem nas suas obras e que
esta era a parte que lhe cabia.”*

Livro de Eclesiástes

Se hoje eu estou aqui é porque muitos estiveram comigo.

DEDICO

Aos meus pais **Oswaldo e Leonice**,

pelo amor,

pelos exemplos de trabalho e força de vontade,

e por ensinar a amar a vida, em todas as suas expressões.

OFEREÇO

À minha irmã **Ruchele** e à minha namorada **Gisela Rojas Garcia**, por todo carinho, paciência, dedicação, amor e incentivo durante toda a fase de execução desse trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal) e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do trabalho.

À FAPESP (Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo) pelo auxílio financeiro, que proporcionou condições ótimas para a execução de todas as etapas da pesquisa.

À APTA (Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios) de Colina/SP por disponibilizar toda sua estrutura física para a condução do confinamento.

Ao Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis, pela amizade, paciência, competência, ensinamentos e dedicação na orientação desse trabalho.

Ao Prof. Dr. Ruben Pablo Schocken-Iturrino pela amizade, confiança e pelos ensinamentos em microbiologia.

Ao Diretor e Pesquisador da APTA de Colina – SP, Dr. Flávio Dutra de Resende, por todo apoio, companheirismo, dedicação, ensinamentos e acima de tudo por ter acreditado no meu trabalho.

Ao Prof. Dr. Clóves Cabreira Jobim pela amizade, dedicação e apoio.

Ao Pro. Dr. Alexandre Amstalden Moraes Sampaio pelo companheirismo, dedicação e ensinamentos.

Ao Prof. Dr. Kleber Tomas de Resende pelo apoio e ensinamentos em metabolismo animal.

Ao Prof. Dr. Jorge de Lucas pelo apoio e auxílio prestado durante a execução do trabalho.

Ao Prof. Dr. Luis Roberto Andrade Rodrigues (*in memoriam*) por sua contribuição direta ou indireta no início do estudo.

Aos amigos e alunos de graduação Eduardo Dollo Contato (Paulado) e Daniel S. Ferreira (Sassá) por todo apoio, dedicação e companheirismo pelo auxílio na condução da pesquisa.

Ao amigo Ricardo Linhares Sampaio por toda dedicação, competência e exemplo de trabalho.

Ao companheiro de Pós-Graduação e amigo Djalma de Freitas pelos conselhos, experiência e troca de informações em todas as etapas da pesquisa.

À amiga e companheira de Pós-Graduação Roselene Nunes da Silveira por todo auxílio, experiência e dedicação na condução das fases da pesquisa.

Aos companheiros de Pós-Graduação e amigos Gisela Rojas Garcia, Maria Luiza Poiatti, Gustavo R. Siqueira, Thiago F. Bernardes, Fabio L. Fregadolli, Márcio dos Santos Pedreira, Izabelle Molina e Liandra Bertipaglia pelo companheirismo e contribuição oferecida por cada um de vocês.

Aos funcionários do Setor de Forragicultura da FCAVJ, Sr. Delvechio e Seu Zé por todo auxílio e dedicação em todos esses anos de trabalho.

À Química do Laboratório de Nutrição Animal (LANA), Ana Paula Sader pelo convívio, amizade, experiência e auxílio nas análises laboratoriais.

À funcionária do Laboratório de Microbiologia, Silvina Berchielli pela paciência, ensinamentos e apoio durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários da FEP (Fazenda de Ensino e Pesquisa), Helinho, Jair, Fernando e Marcelo por toda dedicação e auxílio prestados durante toda fase experimental.

Aos secretários Fieno e Nina pelo apoio e ajuda.

À todos os professores da Pós-Graduação pela amizade e ensinamentos transmitidos.

À todos os funcionários da APTA de Colina – SP, e em especial ao Toinsinho, Lori, Sr. Ivan, Sr. Luizão, Subiu, Miltinho, Sebastião e Sr. Carlinhos por todo auxílio e ajuda no período de ensilagem, no confinamento e demais atividades.

Às funcionárias da APTA de Colina – SP, Tonha, Sueli, Flora, Vitória por todo apoio e dedicação.

Ao CNPq. pela concessão da bolsa durante toda a fase de estudo.

Ao frigorífico Minerva, por permitir a realização do trabalho nas suas dependências, e principalmente, aos funcionários, pela boa vontade e auxílio nos abates.

À BellMan – Nutrição Animal Ltda. pelo suplemento mineral, amizade e apoio técnico.

À Casale – Máquinas e Equipamentos Ltda. pela valiosa parceria nesses quatro anos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE ABREVIATURAS	xii
RESUMO.....	xiii
SUMMARY.....	xiv
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
Introdução.....	01
Revisão de Literatura.....	03
Características da espécie <i>Brachiaria brizantha</i>	03
Características da espécie <i>Panicum maximum</i>	04
Processo de ensilagem.....	05
Potencial e limitações dos capins tropicais para ensilagem.....	07
Polpa cítrica peletizada como aditivo.....	10
Estabilidade em aerobiose.....	12
Microbiologia da silagem.....	13
Fermentação por bactérias ácido-láticas.....	16
Enterobactérias.....	18
Clostrídeos.....	20
<i>Bacillus</i>	22
Fungos.....	23
Fungos filamentosos.....	24
Leveduras.....	26
Listéria.....	28
Degradabilidade ruminal.....	29
Consumo e desempenho animal.....	30
Objetivos gerais.....	33
Referências.....	34
CAPÍTULO 2 – DINÂMICA FERMENTATIVA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA	
Resumo.....	46
Introdução.....	47
Material e Métodos.....	49
Localização e clima.....	49
Condição do solo da área experimental.....	50
Corte e colheita da forragem.....	50
Preparo das silagens.....	51
Parâmetros avaliados.....	52
Análises microbiológicas.....	53
Delineamento experimental e análise estatística.....	54

Resultados e Discussão.....	55
Composição química das forragens e da polpa cítrica peletizada.....	55
Perfil microbiológico.....	56
Perfil fermentativo.....	64
Composição química das silagens.....	73
Conclusões.....	84
Referências.....	85
CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE EM SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA	
Resumo.....	91
Introdução.....	92
Material e Métodos.....	95
Localização e clima.....	95
Condição do solo da área experimental.....	95
Corte e colheita da Forragem.....	96
Preparo das silagens, coleta e composição do efluente.....	97
Delineamento experimental e análise estatística.....	98
Resultados e Discussão.....	99
Composição química das forragens e da polpa cítrica peletizada.....	99
Produção de efluentes.....	100
Estimativa da produção de efluentes.....	104
Composição do efluente.....	106
Conclusões.....	109
Referências.....	110
CAPÍTULO 4 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ESTABILIDADE EM AEROBIOSE E DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMOS NAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA.	
Resumo.....	114
Introdução.....	115
Material e Métodos.....	117
Localização e clima.....	117
Condição do solo da área experimental.....	118
Corte e colheita da Forragem.....	118
Preparo das silagens.....	119
Parâmetros avaliados.....	120
Análises químicas.....	121
Análises microbiológicas.....	122
Isolamento de <i>Listeria</i> spp.....	124
Delineamento experimental e análise estatística.....	126

Resultados e Discussão.....	127
Composição química e digestibilidade <i>in vitro</i> da forragem e da polpa cítrica peletizada.....	127
Desenvolvimento de microrganismos.....	128
Alterações químicas com a abertura dos silos.....	137
Estabilidade em aerobiose por meio da alteração da temperatura.....	143
Desenvolvimento de <i>Listéria</i>	133
Conclusões.....	147
Referências	148
CAPÍTULO 5 – DEGRADABILIDADE IN SITU DA MATÉRIA SECA E DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA	
Resumo.....	153
Introdução.....	154
Material e Métodos.....	155
Localização e clima.....	155
Áreas experimentais.....	155
Corte e colheita da Forragem.....	156
Preparo das silagens.....	156
Parâmetros avaliados.....	157
Animais experimentais e ensaio de degradabilidade <i>in situ</i>	158
Delineamento experimental e análise estatística.....	159
Resultados e Discussão.....	160
Conclusões.....	164
Referências	165
CAPÍTULO 6 – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA DE GARROTES CONFINADOS RECEBENDO DIETAS COM SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU OU SILAGEM DE MILHO	
Resumo.....	168
Introdução.....	169
Material e Métodos.....	171
Local de execução e clima.....	171
Corte e colheita da Forragem.....	171
Análises químicas e digestibilidade <i>in vitro</i> das silagens e dos alimentos.....	172
Análises microbiológicas.....	173
Animais, baias experimentais e tratamentos.....	175
Parâmetros avaliados.....	178
Avaliação econômica.....	180
Delineamento experimental.....	180
Resultados e Discussão.....	181
Perfil microbiológico e fermentativo das silagens.....	181

Desempenho animal e características de carcaça.....	189
Avaliação econômica do confinamento.....	193
Conclusões.....	198
Referências	199
 CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES.....	 204

LISTA DE ABREVIATURAS

a	Fração imediatamente solúvel
AGV (s)	Ácidos graxos voláteis
AOL	Área de olho de lombo
b	Fração insolúvel potencialmente degradável
BAL	Bactérias ácido-láticas
c	Taxa constante de degradação da fração b
CA	Conversão alimentar
CEL	Celulose
CMS	Consumo de matéria seca
CS	Carboidratos solúveis
DBO	Demanda bioquímica de oxigênio
DE	Degradabilidade efetiva
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
DP	Degradabilidade potencial
DQO	Demanda química de oxigênio
EE	Extrato etéreo
EGC	Espessura de gordura de cobertura
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
GPV	Ganho de peso vivo
HEM	Hemicelulose
<i>K_d</i>	Taxa de degradação
<i>K_p 2%/h</i>	Taxa de passagem de 2%/hora
<i>K_p 5%/h</i>	Taxa de passagem de 5%/hora
LIG	Lignina
MS	Matéria seca
NDT	Nutrientes digestíveis totais
N-FDA	Nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido
N-FDN	Nitrogênio ligado à fibra em detergente neutro
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
PB	Proteína bruta
PCP	Polpa cítrica peletizada
PDR	Proteína degradável no rúmen
PT	Poder tampão
RC	Rendimento de carcaça
SMA1	Silagem do capim Marandu para ganho de peso de 1,0 kg/dia
SMA2	Silagem do capim Marandu para ganho de peso de 1,2 kg/dia
SMAP1	Silagem do capim Marandu com 10% de PCP para ganho de peso de 1,0 kg/dia
SMAP2	Silagem do capim Marandu com 10% de PCP para ganho de peso de 1,2 kg/dia
SMI1	Silagem do milho para ganho de 1,0 kg/dia
SMI2	Silagem do milho para ganho de 1,2 kg/dia
STZ	Silagem do capim Tanzânia para ganho de 1,0 kg/dia
STZP	Silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP para ganho de 1,0 kg/dia
TIR	Taxa interna de retorno
V%	% de saturação de bases

AVALIAÇÃO DA POLPA CÍTRICA PELETIZADA COMO ADITIVO NO PROCESSO DE ENSILAGEM DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU

RESUMO - O estudo foi desenvolvido na UNESP, Campus de Jaboticabal e na APTA, de Colina - SP, utilizando-se da ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu sob os tratamentos controle, adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP). Foram realizados cinco experimentos com o objetivo de avaliar: 1) a dinâmica fermentativa, a composição química e o perfil microbiológico; 2) a produção e a composição do efluente; 3) a degradabilidade ruminal da MS e da FDN das silagens; 4) a estabilidade em aerobiose e o desenvolvimento de microrganismos e 5) o desempenho de bovinos em confinamento. No experimento 1, o padrão fermentativo e microbiológico foi melhorado pela adição de polpa cítrica peletizada. No experimento 2, observou-se produção de efluentes nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu sem adição de PCP. As concentrações médias de DQO e DBO no efluente das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram de 36.161 mg/L e 20.914 e 40.080 mg/L e 23.250 mg/L, respectivamente. No experimento 3, não foram observadas variações nos teores de MS, N-FDA, FDN, FDA, LIG, HEM, CEL e valores de pH, nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Detectou-se a presença de *Listeria monocytogenes* em 2,53% e 2,33%, das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, respectivamente. No experimento 4, as silagens do capim Tanzânia apresentaram maiores valores de DP e DE da MS e da FDN. No experimento 5, não foram observadas diferenças no consumo de MS, desempenho, rendimento de carcaça, espessura de gordura de cobertura e na área de olho de lombo dos animais. O uso da polpa cítrica peletizada promoveu melhora da composição química, do perfil fermentativo e microbiológico das silagens.

Palavras-chave: aditivos, capins, microrganismos, silagem, temperatura

EVALUATION OF CITRIC PULP AS ADDITIVE DURING ENSILAGE PROCESS OF TANZÂNIA AND MARANDU GRASSES

SUMMARY - This study was carried out at FCAV/UNESP - Jaboticabal (SP) and at APTA - Colina (SP) to evaluate the addition of 5% and 10% (wet basis) of citrus pulp (CP) or without treatment (control) to Tanzânia and Marandu silages. Five trials were developed aiming to measure the effect of inclusion of citrus pulp at: 1) fermentative dynamic, chemical composition, and microbiological profile; 2) effluents production and composition; 3) rumen degradabilities of silage DM and NFD; 4) aerobic stability and microorganism growth in silages; 5) performance of beef cattle in feed lot. In trial 1, the citrus pulp utilization improved the fermentative profile. Enterobacterium population was detected at the first day of Tanzânia ensilage and until 28th day of Marandu ensilage. In trial 2, effluent production was found only in no-PCP-Tanzânia silage until thirty-third and fifty day. Mean concentrations of OBD and OQD in Tanzânia and Marandu silages were 36.161 mg/L e 20.914 e 40.080 mg/L e 23.250 mg/L. In trial 3, no ranges were observed in pH and in contents of DM, N-ADF, NDF, ADF, LIG, HEM, CEL of Tanzânia and Marandu silages. The *Listeria* spp. was found in 33.4% and in 26.41% of samples from Tanzânia and Marandu silages, respectively. Among them, 2.53% and 2.33%, respectively, were classified as *Listeria monocytogenes*. In trial 4, the PCP increased potential and effective degradability of dry matter. The Tanzânia grass silage presented higher values of potential and effective degradability of dry matter and NDF. In trial 5, there were no differences among treatments in terms of animal performances, carcass yields, backfat thickness and ribeye area. The citrus pulp utilization improved the chemical composition, fermentative and microbial profile of silages.

Key-words: additives, grass, microorganisms, silage, temperature

CONSIDERAÇÕES GERAIS

INTRODUÇÃO

O Brasil, por causa da sua localização entre o Equador e o trópico de Capricórnio, apresenta características climáticas tropicais que favorecem sobremaneira a exploração racional de forragens com elevado potencial de produção de biomassa. As áreas de pastagem no país ocupam, segundo dados da FAO (2003), uma área territorial de 180 milhões de hectares, ou seja, cerca de 20% do território nacional é ocupado por plantas forrageiras. Além da importância territorial, aproximadamente 90% dos bovinos têm sua exploração produtiva baseada no uso das pastagens.

Ocorre, ainda, especificamente nas regiões do Brasil Central, uma marcante estacionalidade da produção forrageira, sendo esse o principal fator de restrição na exploração da produção pecuária nacional. Observam-se, durante o ano, períodos cíclicos de alta e de baixa produção de forragem, característica das gramíneas de clima tropical, que conflitam com o benefício do alto potencial de produção de matéria seca por área.

Durante o período das chuvas (outubro a março), devido à elevada disponibilidade quantitativa e qualitativa de forragem, observa-se desempenho animal satisfatório. No entanto, na época de estiagem (abril a setembro), ocorre acentuada redução na produção das pastagens, determinando perda de peso e/ou redução na produção de leite dos animais.

Para alterar esse cenário, tem-se buscado o manejo integrado da pastagem, que visa, basicamente, conservar o excedente de forragem da estação de produção (águas), a fim de ser utilizado, estrategicamente, no período de escassez (secas). Os processos de fenação e/ou ensilagem são práticas convencionalmente utilizadas na conservação de forragem, sendo a produtividade e o valor nutritivo da forragem aspectos importantes a serem considerados quando são utilizadas essas práticas de conservação, em virtude dos elevados custos operacionais dos processos supracitados.

Desde meados da década de 70, têm-se verificado um enorme potencial na produção de silagem de gramíneas tropicais. Entretanto, devido principalmente à

deficiência de equipamentos compatíveis e eficientes na colheita e picagem das forragens perenes de alto potencial produtivo, não houve implementação dessa tecnologia nos empreendimentos pecuários da época. Nos últimos anos, a modernização da indústria nacional, por meio de convênios com empresas de capital externo, tem possibilitado o desenvolvimento de unidades colhedoras de forragem com maior capacidade de colheita e redução do tamanho de partícula, com a possibilidade de utilização em grande escala.

Os sistemas de produção pecuários vislumbraram a possibilidade de ensilar o excesso de produção das pastagens ou, ainda, destinar áreas exclusivas para produção de silagem, em virtude de seu menor custo por tonelada de matéria seca, quando comparado com as tradicionais silagens de milho e sorgo. Os sistemas de produção que utilizam a ensilagem de forrageiras apresentam uma amplitude de alternativas de manejo, que podem garantir o suprimento de volumosos para o rebanho no período crítico, desde que haja um planejamento prévio e um equilíbrio entre a previsão e a provisão dos recursos e insumos para a implementação da tecnologia.

Dentre as gramíneas forrageiras tropicais, aquelas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, especificamente os capins Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf. cv. Marandu) e Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) vêm sendo utilizados em sistemas intensivos de produção e, mais recentemente, tem sido despertado o interesse no uso para o processo de conservação através da ensilagem.

No entanto, em virtude das características peculiares às plantas forrageiras no estágio fisiológico ideal para o corte (30 a 45 dias), como o alto teor de umidade, associado ao elevado poder tampão (PT) e baixos teores de carboidratos solúveis (CS), tem havido o questionamento sobre as perdas no valor nutritivo e de matéria seca no processo de conservação.

Diante do exposto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inclusão da polpa cítrica peletizada sobre a composição química, o padrão de fermentação, o perfil microbiológico, a produção de efluentes, a degradabilidade ruminal e o desempenho animal das silagens dos capins Tanzânia e Marandu.

REVISÃO DE LITERATURA

Características da espécie *Brachiaria brizantha*

A espécie é originária do Zimbábue, África, uma região vulcânica onde os solos apresentam bons níveis de fertilidade (BOGDAN, 1977), sendo que o cultivar Marandu, lançado comercialmente, em 1984, pela EMBRAPA-CNPGC, teve sua origem em germoplasmas introduzidos na região de Ibirarema - SP (NUNES et al. 1985).

Apresenta boa produtividade, boas respostas à aplicação de fertilizantes, tolerância à seca, boa capacidade de se desenvolver em condições de sombreamento, produz uma forragem de valor nutritivo satisfatório e apresenta boa tolerância ao frio, permanecendo verde no inverno. Como atributos negativos podem ser mencionados: intolerância a solos com drenagem deficiente e a necessidade de moderada fertilidade do solo para seu desenvolvimento satisfatório (BOGDAN, 1977).

De acordo com NUNES et al. (1985), é uma gramínea perene, cespitosa, apresentando lâminas foliares linear-lanceoladas, rizomas muito curtos e encurvados, robusta, de 1,5 m a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, mas que produz perfilhos predominantemente eretos. Os colmos são floríferos e eretos, freqüentemente com perfilhamento nos nós superiores, presença de pêlos na porção apical dos entrenós, bainhas pilosas e lâminas largas e longas, com pubescência apenas na face inferior.

BALSALOBRE et al. (2001) relataram que a maior parte das gramíneas tropicais tem potencial para ensilagem; entretanto, plantas com maior proporção de folhas devem ser preferidas. Essas plantas, além de melhor qualidade, apresentam maiores teores de matéria seca, em especial o gênero *Brachiaria*, que se constituem em opção favorável à elevada relação folha/caule.

Áreas de pastagens formadas principalmente por *Brachiaria brizantha* vem sendo, alternativamente, utilizadas para a produção de silagens, com produção semelhante ao gênero *Panicum* e valor nutritivo ligeiramente superior (NUSSIO et al. 2000).

No que se refere à exigência em fertilidade de solo, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu é uma gramínea pertencente ao Grupo II, que, de acordo com

WERNER et al. (1996), apresenta exigência de fertilidade do solo superior ($V\% = 60$) às gramíneas pertencentes aos Grupos III e IV, embora a mesma necessite de 13,0; 1,0 e 18 kg de N, P_2O_5 e K_2O para produção de 1,0 tonelada de matéria seca.

Características da espécie *Panicum maximum*

A espécie *Panicum maximum* é uma das espécies de planta forrageira mais importantes para a produção de bovinos nas regiões de clima tropical e subtropical (SOUZA, 1999). Tem sua origem na África tropical, sendo encontradas formas nativas até a África do Sul. Apresenta-se como uma espécie pioneira, que ocupa o solo recém-desmatado e pastagens sob sombra de árvores, porém é na Região Leste africana que se encontra o maior potencial de diversidade da espécie (JANK, 1995).

Historicamente, ocorre na literatura mais de uma versão sobre a introdução de *P. maximum* no Brasil. De acordo com CHASE (1944), essa introdução ocorreu por meio da importação de escravos africanos. O capim era utilizado como cama dos navios, logo estabelecendo-se nas regiões onde os navios eram descarregados. Depois o vento, os pássaros, os próprios escravos e outras pessoas se encarregavam, sem que fosse o propósito, de sua disseminação pelo país.

A espécie *Panicum maximum* sempre despertou muito interesse entre pesquisadores e produtores devido a sua elevada produtividade e ampla adaptabilidade. A partir de 1960, vários acessos foram colhidos em diversos países e grandes coleções foram avaliadas (JANK, 1995). Por meio de um convênio firmado, em 1982, entre a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e o Institut Français de Recherche Scientifique pour l'ê Développement e Coopération (ORSTOM), o Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC) recebeu uma coleção de *P. maximum* composta por 426 acessos apomíticos e 417 plantas sexuais, visando, basicamente, à seleção e avaliação dos melhores cultivares.

Como resultado desse programa, o CNPGC lançou, em 1990, o cultivar Tanzânia-1. Quando comparada aos cultivares testemunha, capins Colonião e Tobiata, a cultivar Tanzânia-1 apresentou algumas diferenças agronômicas favoráveis (JANK, 1995). O capim Tanzânia-1 mostrou superioridade em relação ao Colonião em algumas

características avaliadas, apresentando produtividade 86% maior (26 t MS/ha) do que a do Colômbio (14 t MS/ha) e vigor de rebrota 70% superior e 29% a mais em porcentagem de folhas. A distribuição da produção ao longo do ano também foi mais uniforme do que a do Colômbio e semelhante ao Tobiatã.

Quanto às diferenças morfológicas entre o Tanzânia-1 e o Colômbio, JANK (1995) demonstrou que o novo cultivar apresenta menor porte, folhas mais finas e decumbentes, espiguetas com maior quantidade de manchas roxas e, portanto, apresenta inflorescência com aspecto bastante roxo, colmos glabros e não cerosos. Por seu menor porte e abundância de folhas, permite um pastejo uniforme em toda a área, sem o perigo de acúmulo de reboleiras rejeitadas pelos animais.

De acordo com AGUIAR et al. (2001), dentre os cultivares de *Panicum maximum*, o Tanzânia-1 têm sido preferido pelos técnicos e pecuaristas como planta forrageira para ensilagem, em virtude da boa relação folha/caule e rápida velocidade de rebrota, que contribuem para obtenção de silagens de bom valor nutritivo.

Processo de ensilagem

Logo após o corte das plantas forrageiras, inicia-se a fase de respiração aeróbia (Fase I). Nessa fase, os microrganismos que se desenvolvem durante esse período são somente aqueles tolerantes ao oxigênio e incluem as bactérias aeróbias, as leveduras e os mofo. Esses organismos convertem os carboidratos solúveis (CS) da planta em dióxido de carbono e água, com produção de calor, resultando em perda de energia do material ensilado. Assim, quanto mais tempo o material permanecer picado e exposto ao ar (O_2), mais CS serão consumidos, podendo implicar em menor conteúdo energético da silagem, menor eficiência no processo de fermentação e aquecimento excessivo da massa ensilada (MONTEIRO, 1999).

A quantidade de respiração que ocorrerá (e conseqüentemente consumo de CS) dependerá da disponibilidade de O_2 presente no material ensilado. Por essa razão, recomenda-se rapidez nos processos de colheita, picagem e descarregamento, aliados à eficiência (e também rapidez) na compactação e vedação final do silo.

Observa-se, portanto, que os técnicos e produtores devem utilizar técnicas de manejo que venham a reduzir essa fase do processo fermentativo a um período mínimo, uma vez que com uma boa picagem (tamanho de partícula adequado), compactação e vedação, espera-se que, em poucas horas, se esgote todo o O₂ presente na massa ensilada e o ambiente se torne anaeróbio.

De acordo com PAHLOW et al. (2003), pode ocorrer intensa proteólise durante essa primeira fase de fermentação. As proteínas são primeiramente quebradas em aminoácidos e depois degradadas em amônia (NH₃) e aminas. A proteólise resulta, primeiramente, em peptídeos e aminoácidos. A formação de amônia ocorre em função da desaminação dos aminoácidos, caracterizando um processo de putrefação.

A maioria das enzimas vegetais que degradam proteínas são ativas somente em pH acima de 5,0. A rápida acidificação da massa ensilada irá desnaturar essas enzimas e reduzir a perda de proteína, melhorando também as características organolépticas (cor, sabor e textura) da silagem (PAHLOW et al. 2003).

Após o estabelecimento de condições anaeróbias dentro do silo, a fase de fermentação ativa se inicia (Fase II). As primeiras bactérias a dominar o ambiente anaeróbio são as enterobactérias (produtoras de ácido acético) e as bactérias lácticas heterofermentativas, devido à sua tolerância ao calor (ainda remanescente da respiração ocorrida durante a fase aeróbia). De acordo com McDONALD et al. (1991), nesse período (24 a 70 horas), haverá formação, além de ácido acético, de etanol, ácido láctico e CO₂, decorrentes da fermentação das hexoses (glicose e frutose) e pentoses (xiloses e ribose). Com o acúmulo de ácido (principalmente acético), o pH começa a cair. À medida que o pH diminui, ocorre uma mudança na população de bactérias, surgindo as bactérias ácido-lácticas (BAL) homofermentativas, sendo mais eficientes na produção de ácido láctico e com menor perda de energia na forma de CO₂, fazendo com que o pH diminua com mais rapidez para valores próximos a 4,0 (VAN SOEST, 1994; ROTZ & MUCK, 1994). É normal a ocorrência de outros tipos de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e isoácidos, mas a concentração deles vai depender das práticas de manejo e dos tipos de bactérias presentes no material.

De acordo com VAN SOEST (1994), o tempo de fermentação ocorre normalmente entre 10 a 14 dias, dependendo, principalmente, do teor de substrato fermentescível (açúcares) na cultura, da capacidade do material em resistir ao declínio do pH (poder tampão), do conteúdo de umidade da forragem e da qualidade e quantidade de bactérias lácticas presentes.

Deve-se destacar também a presença de bactéria do gênero *Clostridium*, que são geralmente muito sensíveis ao nível de umidade, e a maioria delas não se desenvolve se esse nível for menor que 70% no silo. Algumas dessas bactérias podem dar origem a uma fermentação de baixa qualidade, com grandes perdas de matéria seca e acentuada proteólise. Essas bactérias convertem os açúcares e o ácido láctico produzido em ácido butírico, promovendo odor e sabor desagradáveis das silagens (WOOLFORD, 1984).

Decorrido o período de fermentação ativa, ocorre a fase de estabilização (Fase III) da massa ensilada, em que o pH estará em torno de 4,2 (dependo do material ensilado), fazendo com que ocorram inibição do crescimento da população de bactérias e interrupção dos processos de fermentação, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até a abertura do silo, e a silagem volte a ter contato com o O₂ atmosférico (McDONALD et al. 1991).

Como proposta para o sucesso da ensilagem, é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de bactérias indesejáveis, como os clostrídeos, as enterobactérias, as leveduras e os fungos. O controle do desenvolvimento de clostrídeos é realizado com a redução do pH e aumento da pressão osmótica (maior teor de MS). Em relação às enterobactérias, essas são geralmente inibidas em pH abaixo de 4,5 e o controle é semelhante (WOOLFORD, 1984).

Potencial e limitações dos capins tropicais para ensilagem

Em algumas regiões do mundo, a produção de silagens contribui com 10% a 25% dos alimentos fornecidos aos ruminantes e representa 2% do fornecimento de alimentos suplementares, como média global. A dificuldade de obtenção de condições climáticas ideais para a produção de feno vem determinando o interesse crescente pela

ensilagem. De acordo com WILKINS et al. (1999), as culturas que predominam na confecção de silagem, na Europa, são as gramíneas temperadas (54%) e milho (32%), enquanto que, na América do Norte, são representadas por milho (53%) e leguminosas (27%).

No Brasil, embora a recomendação técnica para ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais date de 1935, apenas no final da década de 60 e início dos anos 70, estudos mais específicos, envolvendo gramíneas tropicais, passaram a ser desenvolvidos. Assim, os capins presentes nas pastagens brasileiras estão ganhando cada vez mais espaço no cocho dos confinamentos e demais sistemas de produção, na forma de silagem e, embora tenha sido utilizado assim desde o início dos anos 80, foi há apenas cinco anos que se iniciou a forte expansão no seu uso.

Atualmente, estima-se (ANUALPEC, 2003) que essa forragem conservada contribua com mais de um terço do volumoso consumido na engorda confinada de bovinos. O processo de ensilagem de gramíneas forrageiras é cada vez mais representativo por ser uma forma de armazenamento da forragem que permite que seu valor nutritivo seja parcialmente preservado, além de auxiliar no manejo das pastagens da propriedade, pois, no inverno, há pequena disponibilidade quantitativa e qualitativa de forragens, sendo esse o principal fator responsável pela queda nos níveis de produção animal (carne e/ou leite) nessa época. O objetivo da produção de silagem é, portanto, fornecer alimento durante o inverno, quando as taxas de crescimento das plantas forrageiras não são suficientes para atender as exigências nutricionais dos animais (WILKINS et al. 1999).

O valor nutritivo das plantas forrageiras é determinado pela sua composição química, principalmente pelos teores de proteína bruta e de fibra em detergente ácido (FDA), responsáveis diretos pela digestibilidade da matéria seca (NUSSIO et al. 1998). A lignina exerce grande influência sobre a taxa de degradação e a degradabilidade efetiva da parede celular dos alimentos volumosos (VAN SOEST, 1994), sendo um fator determinante do conteúdo de energia digestível das plantas forrageiras. A fração fibra detergente neutro (FDN) tem grande efeito sobre a ingestão voluntária dos alimentos fornecidos aos animais ruminantes (MERTENS, 1994).

As gramíneas apresentam baixo teor de carboidratos solúveis, e as maiores mudanças que ocorrem na composição química das forrageiras são aquelas decorrentes da maturidade da planta. À medida que a planta amadurece, a produção dos componentes potencialmente digestíveis (carboidratos, proteínas, etc.) tende a decrescer, sendo que a proporção de lignina, celulose e hemicelulose e outras frações indigestíveis (cutina, sílica, etc.) se elevam, resultando em menor digestibilidade, devido à diminuição na relação folha/caule (BALSALOBRE et al. 2001).

De maneira geral, o que se observa nas gramíneas forrageiras tropicais é que elas aumentam sua produção por área, tendo em contrapartida seu valor nutritivo diminuído com o avanço do estágio fisiológico. Conseqüentemente, o produto obtido no processo de ensilagem também será de menor valor nutritivo se for colhido tardiamente. Por outro lado, quando são ensiladas em estágio inicial de crescimento vegetativo, de acordo com WOOLFORD (1984), as silagens obtidas caracterizam-se por apresentar fermentações indesejáveis, apresentando baixos teores de ácido láctico, elevados valores de pH e elevada concentração de nitrogênio amoniacal, como conseqüência dos baixos teores de matéria seca, baixos conteúdos de carboidratos solúveis e elevado poder tampão das plantas na época de corte (NUSSIO et al. 2001).

WOOLFORD (1984) comentou que a relação entre estes fatores pode ser representada pela equação: $y = 450 - 80x$, em que y corresponde ao conteúdo de MS (g/kg); e x , a relação entre açúcares solúveis e poder tampão. Se a concentração de carboidratos é suficientemente alta, as condições são mais favoráveis para o estabelecimento e crescimento de bactérias homofermentativas, permitindo a conservação da forragem no meio ácido, devido à produção de ácido láctico. Em tal situação, pode-se obter silagens de boa qualidade, mesmo com plantas que apresentam baixo conteúdo de MS, embora a silagem de material muito úmido tenha refletido em menor consumo de MS pelos animais, devido aos elevados teores de amônia presente. Por outro lado, quando os valores de CS são baixos, somente se produz silagem de boa qualidade quando o conteúdo de MS é alto (30%). Nesse caso, tem-se a inibição da atividade de bactérias do gênero *Clostridium*, mediante o efeito da pressão osmótica.

Com relação ao poder tampão, PLAYNE & McDONALD (1966) discutiram que esse é devido em 68% a 80% de sua magnitude à fração ânion da forragem, representado pelos sais de ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos. Entre os valores de pH 6 e 4, somente os ânions de sais orgânicos e os ortofosfatos são tamponantes, sendo o efeito do ortofosfato menor. A fração protéica apresenta menor (cerca de 20%) impacto sobre o poder tampão.

Polpa cítrica peletizada como aditivo

De maneira geral, as gramíneas forrageiras tropicais, principalmente aquelas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, vêm sendo utilizadas em sistemas de manejo intensivo com resultados animadores. Entretanto, de acordo com REIS & COAN (2001), as gramíneas forrageiras tropicais, quando ensiladas em estágio de desenvolvimento vegetativo, apresentam limitações ao processo fermentativo, em função dos baixos teores de matéria seca (MS), elevado poder tampão (PT) e baixos teores de carboidratos solúveis (CS).

Nesse sentido, para que se obtenham silagens de boa qualidade e com perdas reduzidas, as restrições quanto à umidade e carboidratos solúveis devem ser corrigidas pela adição de aditivos, como é o caso da polpa cítrica peletizada, que visam promover aumento nos teores de açúcares totais e incrementos nos teores de matéria seca da massa a ser ensilada.

A polpa cítrica peletizada é um subproduto da indústria de suco de laranja, sendo composta por cascas, sementes, bagaço e frutos cítricos descartados. Nutricionalmente, a polpa cítrica apresenta 88% de matéria seca, 7% de proteína bruta, 22% de fibra em detergente neutro, 26% de açúcares totais, 1% de amido e 33% de fibra solúvel (HALL, 2001). Esse alimento tem sido largamente recomendado como aditivo condicionador (aumento de MS), estimulador da fermentação em silagens (em virtude de possibilitar valores de pH menores que 4,2 e de N-NH₃ menores que 15%), como agente na diminuição da produção de efluentes e por promover aumento na densidade energética das silagens, como demonstrado nos estudos conduzidos por

BALSALOBRE et al. (2001), CRESTANA et al. (2000), EVANGELISTA et al. (1996 a,b) e EVANGELISTA et al. (2000).

A polpa cítrica peletizada pode apresentar conteúdos significativamente altos de açúcares totais (11% a 43,1%), afetados pela inclusão ou não de melaço antes da secagem e pelo grau de condensação dos açúcares solúveis pela reação de Maillard (LOPEZ, 1990). Além do elevado teor de açúcares, a polpa cítrica apresenta, em sua composição, a pectina, que é um carboidrato complexo de grande importância para a nutrição de ruminantes. Esse carboidrato é definido como um polímero linear composto de resíduos de ácido 1,4 β -D-galacturônico esterificado, unidos mediante ligações glicosídicas do tipo α 1-4 (VAN SOEST, 1994). As pectinas, juntamente com as hemiceluloses, constituem os polissacarídeos da matriz da parede celular, encontrando-se primordialmente na lamela média e na parede primária das células vegetais.

Quanto às forrageiras, as gramíneas apresentam baixas concentrações de pectina (2% a 5%), enquanto que as leguminosas possuem maiores valores (6% a 14%) desse carboidrato, tendo como base a matéria seca.

No que se refere ao potencial absorvente, de acordo com VILELA (1998), a polpa cítrica chega a elevar seu peso em 145% quando adicionada a forragens úmidas. Assim, preservam os nutrientes que, em caso contrário, seriam perdidos pela produção de efluentes ou pela fermentação indesejável durante o armazenamento.

As perdas de matéria seca pela produção de efluentes e gases, durante o processo fermentativo, apresentam relação inversa aos teores de matéria seca do material a ser ensilado. Nesse sentido, visando obter fermentação no silo dentro dos padrões ideais, McDONALD et al. (1991) determinaram que a matéria seca esteja entre 28% e 34%, e o teor de carboidratos solúveis variando entre 8% a 10% na MS.

AGUIAR et al. (2000) avaliaram a produção de efluentes em silagens de capim Tanzânia, ensilado com 60 dias de idade, picado com três tamanhos de partículas (1, 2 e 3), sendo o tamanho 1 referente ao corte das máquinas forrageiras comerciais, e três quantidades de polpa cítrica peletizada (0%, 5% e 10%) na matéria natural. Os autores encontraram perdas pela produção de efluentes

(% MS) de 13,88%, 3,73% e 2,46% para as silagens controle, 5% e 10% de inclusão de polpa cítrica no tamanho de partícula 1, respectivamente.

IGARASI (2002) avaliou a produção de efluente nas silagens de capim Tanzânia (ensilado com dois tamanhos de partículas), aditivadas com polpa cítrica peletizada, pré-secadas e inoculadas com inoculante bacteriano, em duas épocas do ano (verão e inverno). O autor observou que a presença de polpa cítrica peletizada promoveu aumento nos teores de matéria seca e diminuição nas perdas por efluentes da massa ensilada.

Estabilidade em aerobiose

Quando o silo é aberto e a silagem removida do painel, o ambiente que antes era anaeróbio passa para condição de aeróbio. Sob essa condição, microrganismos oportunistas iniciam sua atividade metabólica, consumindo nutrientes e produzindo calor, resultando em perdas elevadas dos mesmos. As perdas após a abertura do silo estão associadas ao manejo imposto ao mesmo; entretanto, a extensão da deterioração do material, após a abertura, está associada à estabilidade aeróbia da silagem (BALSALOBRE et al. 2001; OUDE ELFERINK et al. 2000), que tem sido denominada por vários pesquisadores como a resistência ao aumento da temperatura da silagem no painel do silo durante a oferta aos animais no cocho.

O'KIELY et al. (1999) caracterizaram a estabilidade aeróbia como sendo o tempo observado para que a massa de silagem, após a abertura do silo, apresente elevação em 2 °C em relação à temperatura ambiente acumulada até o 5º dia pós-abertura.

De maneira geral, a deterioração da silagem no pós-abertura está associada, principalmente, ao desenvolvimento de fungos e de leveduras (MUCK et al. 1991). RUIZ & MUNARI (1992) comentaram que o processo de deterioração é iniciado pelas leveduras, que transformam os açúcares em álcool. A população de leveduras pode aumentar acentuadamente de 2,0 log UFC/g de silagem para 12,0 log UFC/g de silagem em apenas três dias de aeração (PITT et al. 1991). Na seqüência, aparecem os fungos, que degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluindo carboidratos estruturais e lignina (McDONALD et al. 1991; ROTZ & MUCK, 1994).

Alguns trabalhos na literatura mostram uma menor estabilidade aeróbia para silagens aditivadas com polpa cítrica e inoculantes bacterianos. Nesse sentido, VEIGA et al. (2000), trabalhando com silagem de capim Tanzânia, confirmaram essa tendência. Nesse trabalho, os autores observaram menor estabilidade para silagens aditivadas com 10% de polpa cítrica peletizada, o que sugere que houve uma maior concentração de carboidratos solúveis residuais.

MUCK & KUNG JR. (1997) comentaram sobre a estabilidade aeróbia das silagens aditivadas com inoculantes bacterianos, destacando que a estabilidade é afetada pelo pH e pelo ácido predominantemente produzido durante a fermentação da silagem. O pH mais baixo produzido por um inoculante deveria melhorar a vida útil da silagem; no entanto a maior concentração de ácido láctico, predominante em silagens decorrentes da fermentação desejável, parece ser menos inibitório que o ácido acético às leveduras e fungos filamentosos, causadores do aquecimento da massa e perdas de MS e nutrientes solúveis.

BERNARDES (2003) constatou que o desenvolvimento de leveduras em silagens do capim Marandu, aditivadas com 5% e 10% de polpa cítrica peletizada, aumentou significativamente após a abertura dos silos. JOBIM et al. (1999) constataram que o desenvolvimento de leveduras e de fungos em silagens de grãos úmidos de milho e espigas de milho aumentou significativamente após dois dias de abertura dos silos. Na silagem de espigas de milho, as populações de leveduras e de fungos apresentaram crescimento médio superior à observada na silagem de grãos. Segundo WOOLFORD (1984), silagens com contagem de leveduras superior a 5,0 UFC/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração.

Microbiologia da silagem

Quando a forragem fresca é ensilada, o objetivo principal é o rápido consumo de oxigênio, concomitantemente com a redução do pH e inibição de microrganismos indesejáveis, como os clostrídeos, leveduras e fungos. Com o fechamento adequado do silo, o oxigênio livre é consumido rapidamente pela ação de enzimas da forragem e pelo metabolismo de microrganismos facultativos. No período inicial da fermentação,

bactérias capazes de crescimento facultativo, como as enterobactérias e as leveduras, e as estritamente anaeróbias, pertencentes aos gêneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Streptococcus*, *Pediococcus*, *Clostridium* e *Bacillus* multiplicam-se rapidamente. Esse período pode durar vários dias, seguido por uma fase de decréscimo no número de microrganismos viáveis pela diminuição do oxigênio.

As taxas de crescimento e de densidade da população microbiana variam com o tipo de forragem e com a temperatura. Inicialmente, enterobactérias dominam a microbiota, mas são logo sucedidas por populações de bactérias ácido-láticas que promovem a redução do pH para valores próximos a 4,0 (McDONALD et al. 1991; ARCURI et al. 2003; PAHLOW et al. 2003).

Se o pH e o oxigênio não forem reduzidos rapidamente e o suficiente, os microrganismos indesejáveis (principalmente enterobactérias, clostrídeos e leveduras) poderão competir pelos nutrientes, reduzindo as chances de obtenção de uma silagem estável, uma vez que muitos dos seus produtos finais não auxiliam na preservação da massa ensilada.

É importante ressaltar que a taxa de produção de ácido lático é um importante fator de inibição do crescimento de bactérias indesejáveis e, conseqüentemente, na redução das perdas durante a fermentação. E essa fermentação depende da população inicial de bactérias láticas na massa ensilada e da concentração de carboidratos fermentescíveis (McDONALD et al. 1991).

As enterobactérias são gram-negativas, não formadoras de esporos, anaeróbias facultativas, que fermentam carboidratos principalmente, tendo como subproduto o ácido acético. Esses microrganismos apresentam habilidade para degradar aminoácidos, podendo ser responsáveis pela maior parte da amônia produzida durante a ensilagem. O desenvolvimento das bactérias láticas, com o subsequente declínio no pH por meio da produção de ácido lático, e a anaerobiose, normalmente determinam a inibição na população desses microrganismos.

Quanto aos clostrídeos, são definidos como bastonetes gram-positivos, formadores de esporos. Em geral, são móveis e capazes de fermentar açúcares, ácidos orgânicos e proteínas (McDONALD et al. 1991). A ocorrência de clostrídeos em

silagens é consequência da inevitável contaminação da forragem com o solo. Após o enchimento do silo, algumas espécies de clostrídeos se multiplicam, participando, portanto, do crescimento bacteriano exponencial observado nos primeiros dias de fermentação. Isso ocorre porque a seiva das plantas é considerada um meio de cultivo ideal para os clostrídeos, associado ao ambiente anaeróbio favorável ao seu desenvolvimento (ARCURI et al. 2003).

As leveduras são outro grupo de microrganismos indesejáveis durante as primeiras horas de ensilagem e após a abertura dos silos (WOOLFORD, 1984). Além desses microrganismos estarem associados com a deterioração aeróbia, eles competem com as bactérias ácido-láticas por substrato no processo fermentativo, tendo como principal produto final da fermentação o etanol ($1 \text{ glicose} \rightarrow 2 \text{ etanol} + \text{CO}_2$), que pouco contribui para a preservação da silagem, com a agravante de ocasionar perdas de MS, de energia (ROTZ & MUCK, 1994) e ocasionar problemas metabólicos (diarréia) nos animais. Outros produtos também são formados pela atuação das leveduras em anaerobiose, incluindo ácido acético, butírico, isobutírico, isopentanol, isobutanol e uma pequena quantidade de ácido láctico (McDONALD et al. 1991).

As leveduras são capazes de degradar pentoses, amido, alcoóis, ácidos orgânicos e proteínas, além de poderem utilizar a amônia como fonte de nitrogênio (McDONALD et al. 1991).

Segundo McDONALD et al. (1991) e BERNARDES (2003), as bactérias do gênero *Bacillus* contribuem muito pouco ou quase nada na preservação de silagem, desempenhando importante papel no processo de deterioração aeróbia, sob condições de pH acima de 5,0 e temperatura elevada.

Após a abertura do silo e exposição ao oxigênio atmosférico, os fungos, juntamente com as leveduras, são responsáveis pela deterioração das silagens. Condições de silo associadas com silagens bem preservadas (baixo pH e anaerobiose) são desfavoráveis ao crescimento de fungos. Esses microrganismos estão associados a áreas expostas ao ar, como a superfície dos silos. Sua presença é indesejável não só devido ao fato de utilizarem açúcares e ácido láctico pelas vias normais de respiração, mas também por hidrolisar e metabolizar celulose e outros constituintes da parede

celular, além de alguns fungos produzirem micotoxinas prejudiciais aos animais e ao homem.

Outro gênero de bactérias indesejáveis, mas importantes, que ocorrem na silagem, refere-se a *Listeria spp.*, especialmente a *Listeria monocytogenes*, que é uma bactéria com forma de bastonetes, não formadoras de esporos, com grande distribuição natural. Quando associada a alimentos, essa espécie é relacionada com a ocorrência de doenças como meningite, encefalite e abortos (DONALD et al. 1995). A maioria dos casos de Listeriose surge da ingestão de alimentos contaminados. No Reino Unido, a doença é particularmente comum em ruminantes que ingerem silagens de gramíneas com baixa estabilidade aeróbia.

Embora os sintomas de Listeriose sejam, em parte, reconhecidos, tais como encefalites, abortos e septicemia, os aspectos epidemiológicos e patogênicos da infecção em ruminantes permanecem pouco entendidos. A invasão de células nervosas periféricas e a rápida entrada no cérebro são postuladas como a única característica de sua virulência, mas ainda é necessária maior investigação desse fenômeno.

Fermentação por bactérias ácido-láticas

As bactérias ácido-láticas (BAL) fazem parte da microflora epífita das plantas forrageiras, totalizando uma população que varia de 10 a 10^6 UFC/g de forragem antes do processo de ensilagem (PAHLOW et al. 2003). Sua população aumenta substancialmente entre a colheita no campo e a ensilagem da forragem, devido, principalmente, à reativação de células dormentes e à liberação de sucos da plantas (STEFANIE et al. 2000).

As características das plantas, incluindo o conteúdo e composição dos carboidratos solúveis (CS) e teor de matéria seca (MS), combinadas com as propriedades das bactérias ácido-láticas, como ácido e osmo-tolerância, e utilização do substrato vão, decisivamente, influenciar a competitividade das bactérias ácido-láticas durante a fermentação da silagem (McDONALD et al. 1991).

As bactérias ácido-láticas são predominantemente anaeróbias e pertencem, de acordo com PAHLOW et al. (2003), aos gêneros *Lactobacillus*, *Pediococcus*,

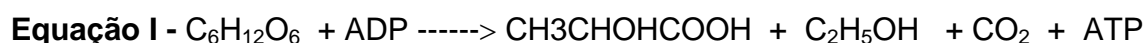
Leuconostoc, *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*. A maioria dessas bactérias é mesofílica, com uma temperatura ótima de crescimento entre 25°C e 40 °C. Elas apresentam a capacidade de reduzir o pH das silagens para valores entre 4,0 a 5,0, dependendo da espécie e tipo da forragem utilizada (STEFANIE et al. 2000).

De acordo com McDONALD et al. (1991), as bactérias ácido-láticas são microbiologicamente classificadas como gram-positivas, microaerofílicas, não esporuladas, usualmente não móveis, as quais fermentam principalmente os açúcares a ácido lático. Com base no seu metabolismo fermentativo foram, posteriormente, divididas em homofermentativas e heterofermentativas. Sendo assim, McDONALD et al. (1991) e PAHLOW et al. (2003) classificaram as bactérias láticas em três grupos distintos: **Grupo I. Homofermentativas obrigatórias:** são bactérias que fermentam hexoses quase que exclusivamente a ácido lático (>85%), mas as pentoses não são fermentadas. Essas bactérias contêm a enzima frutose bifosfato aldolase (FBA), mas não possuem a enzima fosfoquetolase; **Grupo II. Heterofermentativas facultativas:** são aquelas que possuem FBA e também fermentam hexoses quase que exclusivamente a ácido lático, mas são capazes de fermentar pentoses a ácido lático e ácido acético usando a fosfoquetolase induzida; **Grupo III. Heterofermentativas obrigatórias:** são aquelas que fermentam hexoses a ácido lático, ácido acético, etanol e CO₂, e possuem a fosfoquetolase, mas não possuem a FBA.

McDONALD et al. (1987) comentaram que as bactérias ácido-láticas heterofermentativas produzem CO₂, ácido lático, ácido acético, etanol e manitol a partir das hexoses, enquanto que as homofermentativas produzem somente ácido lático a partir desse açúcar, sendo mais eficientes do ponto de vista metabólico.

De acordo com JOBIM & GONÇALVES (2003), a utilização dos açúcares pelas bactérias ácido-láticas promove pequena variação na qualidade da forragem. A maioria das bactérias ácido-láticas fermenta somente mono e dissacarídeos. Entretanto, há evidências da hidrólise, por enzimas da planta, de amido e de hemicelulose, fornecendo hexoses e pentoses para a fermentação. Nesse caso, a avaliação dos teores de carboidratos solúveis pode vir a subestimar o substrato disponível para a fermentação lática.

Durante o processo fermentativo, há perda de matéria seca e energia, em maior ou menor proporção, em função da atuação dos vários microrganismos que podem desenvolver-se na massa ensilada. No caso das bactérias ácido-láticas, as perdas de energia são pequenas (0,7% a 1,7%), e as perdas de matéria seca estão relacionadas com a intensidade de atuação das BAL heterofermentativas (Equação I), que podem acarretar perdas de até 24% de MS, uma vez que as BAL homofermentativas (Equação II) produzem somente ácido lático durante a fermentação, não ocasionando perdas de matéria seca (McDONALD et al. 1991; ROTZ & MUCK, 1994; JOBIM & GONÇALVES, 2003).



A proporção e dominância entre as diferentes espécies de bactérias dependerão do substrato e do comportamento de queda do pH. Uma característica marcante das BAL é sua alta tolerância ao pH baixo. Uma amplitude de pH em que ocorre crescimento é ao redor de 4,0 a 6,8, embora algumas espécies de *Pediococcus* se desenvolvam em pH de 3,5. *Enterococcus* associados com silagem (*E. faecalis* e *E. faecium*) são capazes de iniciar seu crescimento em pH 9,6 e reduzem seu crescimento em pH 4,0. *Lactobacillus* crescem melhor em meio ácido com pH inicial de 4,5 a 6,4, e, geralmente, decrescem em pH menor que 4,0 (WOOLFORD, 1984).

Enterobactérias

Segundo McDONALD et al. (1991), a família *Enterobactericea* é de interesse na silagem em razão de promover o consumo do oxigênio livre. Um pequeno número de bactérias dessa família tem papel relevante na fermentação da silagem e são geralmente não patogênicas. São definidas como gram-negativas, não esporuladas, anaeróbias facultativas, normalmente móveis e fermentadoras de carboidratos a ácido acético, principalmente.

Segundo OSTLING & LINDGREN (1995), as principais espécies são *Erwinia herbicola* e *Rahnella aquitilis*, predominantes em gramíneas frescas, mas após a ensilagem elas são dominadas por *Hafnia alvei* e, finalmente, por *Escherichia coli* e *Serratia fonticola*, que ocorrem no início da fermentação, sendo responsáveis pela diminuição do pH.

Durante os estádios iniciais da fermentação da silagem, as enterobactérias competem com as bactérias ácido-láticas por nutrientes. Esses microrganismos têm pouca atividade proteolítica, porém são capazes de degradar alguns aminoácidos, contribuindo para a produção de amônia e aminas biogênicas, a exemplo dos clostrídeos. As aminas biogênicas são tóxicas e causam decréscimo no consumo de silagens pela redução da palatabilidade (VAN OS et al. 1997).

De acordo com ROTZ & MUCK (1994), o mecanismo de fermentação das enterobactérias é semelhante ao das BAL heterofermentativas, ocasionando perdas de matéria seca e de energia.

O pH ideal para crescimento das enterobactérias é ao redor de 7,0, sendo que sua população declina rapidamente em pH inferior a 5,0, como reportado por OSTLING & LINDGREN (1995) e BERNARDES (2003). Quando o crescimento das bactérias ácido-láticas é ideal, o crescimento das enterobactérias é desprezível.

O desenvolvimento das bactérias ácido-láticas, com o subsequente declínio no pH através da produção de ácido lático, e a anaerobiose, normalmente determinam a inibição na população desses microrganismos.

As enterobactérias são altamente eficazes na redução de nitratos (NO_3^-) a nitritos (NO_2^-) e estes a amônia (NH_3) e óxidos nítrico (NO) e nitroso (N_2O). Na presença de ar, o óxido nítrico é oxidado a uma mistura de outros óxidos de nitrogênio (NO_2 , N_2O_3) e dióxido de nitrogênio (N_2O_4). Finalmente, o óxido nítrico e o dióxido de nitrogênio reagem com a água produzindo os ácidos nitroso (HNO_2) e nítrico (HNO_3) (McDONALD et al. 1991; ARCURI et al. 2003). Esses gases e ácidos podem causar irritação no sistema respiratório e danos ao tecido pulmonar dos animais (DRIEHUIS et al. 2001). Por outro lado, nesse caso particular, a atuação das enterobactérias também pode ser

considerada benéfica, pois nitritos e óxido nítrico são inibidores efetivos de clostrídeos (ARCURI et al. 2003).

Segundo OSTLING & LINDGREN (1995), durante a deterioração aeróbia das silagens, a qual é associada com a degradação dos ácidos láctico e acético, as enterobactérias têm oportunidade adicional para reiniciar o crescimento. Nesse sentido, deve-se fazer uso das recomendações técnicas durante o processo de ensilagem e no fornecimento dessa aos animais, visando à redução de possíveis contaminações com enterobactérias, tanto pelos animais como pelo homem.

Clostrídeos

O gênero *Clostridium* compreende bactérias gram-positivas, formadoras de esporos e anaeróbias estritas. Esses microrganismos fermentam os açúcares, os ácidos orgânicos e proteínas, produzindo ácido butírico e aminas, apresentando, dessa forma, efeito negativo sobre a qualidade da silagem, especialmente se o pH não for suficientemente baixo para inibir o seu crescimento (PAHLOW et al. 2003). Esse tipo de fermentação resulta em significativas perdas de matéria seca e os produtos da fermentação reduzem a palatabilidade, além de diminuir a estabilidade das silagens após a abertura dos silos (MAHANA, 1994; ROTZ & MUCK, 1994; JOBIM & GONÇALVES, 2003).

Dois fatores operam na supressão do crescimento de clostrídeos, reduzindo sua atividade. O primeiro deles é a redução do pH, pois esse gênero não tolera condições ácidas; e o segundo é a ensilagem de forragens com pelo menos 30% de matéria seca (WOOLFORD, 1984; ARCURI et al. 2003).

Segundo MUCK (1988), o pH no qual a atividade dos clostrídeos cessa está na dependência da atividade da água, relacionada ao teor de matéria seca da silagem. Isto está ligado ao fato de que os clostrídeos são sensíveis ao aumento da pressão osmótica. A atividade dessas bactérias diminui acentuadamente em silagens com alto teor de matéria seca. Enquanto em forragens com alta umidade, os clostrídeos podem tolerar altas concentrações de ácidos e íons H⁺, sendo necessário pH baixo para conservar a silagem, ao redor de 3,2.

Outra desvantagem da fermentação por clostrídeos é que o ácido butírico é fraco para a conservação da silagem, e há grandes perdas de energia durante o processo fermentativo (mais de 20%), em relação à fermentação láctica, em que as perdas de energia são reduzidas a menos de 5% (McDONALD et al. 1991; JOBIM & GONÇALVES, 2003).

Taxonomicamente, os clostrídeos são divididos em três relevantes grupos fenotípicos, em função do seu metabolismo, sendo, de acordo com PAHLOW et al. (2003), classificados da seguinte forma: **Grupo I. Clostrídeos proteolíticos:** compostos por *C. sporogenes* e *C. bifermentans*, os quais tem uma capacidade limitada para fermentar carboidratos, mas fermentam aminoácidos; e também o *C. sphenoides* e outros que podem fermentar uma variedade de carboidratos; **Grupo II. Clostridium butyricum:** compostos por *C. butyricum*, *C. beijerinckii* e *C. acetobutlicum*, que fermentam principalmente açúcares (glicose e frutose) e ácidos orgânicos, com pouca atividade sobre as proteínas, aminoácidos e peptídeos; **Grupo III. Clostridium tyrobutyricum:** caracterizados pela habilidade de fermentar um número limitado de açúcares e vigorosamente o ácido láctico em pH baixo. A fermentação por esse clostrídeo pode ser descrita pela reação $2 \text{ ácido láctico} \rightarrow 1 \text{ ácido butírico} + 2\text{H}_2 + 2\text{CO}_2$, em que se observa que 2 moles de ácido láctico são convertidos em 1 mol de ácido butírico, 2 moles de hidrogênio e 2 moles de dióxido de carbono, resultando em perda de energia e de MS (PAHLOW et al. 2003). Vale ressaltar que a estequiometria dessa reação não é adequadamente descrita, uma vez que a quantidade de ácido butírico, formado por meio do lactato, é variável, e *C. tyrobutyricum* necessita também de ácido acético para fermentação (PAHLOW et al. 2003).

De maneira geral, os clostrídeos proteolíticos fermentam os aminoácidos por três vias: via deaminação (aminoácidos alifáticos), descarboxilação (aminoácidos aromáticos) e reações de oxi-redução. A deaminação causa produção de aminas, a descarboxilação causa liberação de CO_2 e produz aminas; e as reações de oxir-redução produzem ácidos graxos e CO_2 . Nas reações de deaminação e oxirredução, a amônia é liberada, podendo-se utilizar sua concentração na silagem como um indicador

do grau de atividade proteolítica por clostrídeos e/ou por enterobactérias (McDONALD et al. 1991; McGECHAN, 1989; BERNARDES, 2003).

NUSSIO et al. (2002 a,b) relataram que as perdas de um alimento ensilado podem ser quantificadas pelo desaparecimento da matéria seca ou energia durante o processo de ensilagem. De acordo com KUNG JR. (2001), a fermentação por BAL deve ser desejável devido à elevada recuperação de energia e matéria seca, uma vez que grandes quantidades de dióxido de carbono (CO₂) são produzidas; e, pelo fato de ser um gás, o carbono (ou a matéria seca) é perdido para o meio ambiente. Isso elucida o fato de por que essas fermentações têm baixa recuperação da matéria seca.

CHARMLEY (2001) relatou que o ácido acético, o ácido butírico e a amônia podem ter efeito negativo sobre a aceitabilidade e ingestão pelos animais, e que as frações nitrogenadas solúveis (aminas, peptídeos, aminoácidos e amônia), decorrentes da proteólise e deaminação, causam desequilíbrio na relação proteína/energia das silagens, implicando em baixa contribuição para a manutenção e desenvolvimento dos microrganismos ruminais.

Bacillus

O gênero *Bacillus* compreende microrganismos em forma de bastonetes, gram-positivos, esporulados, normalmente móveis, aeróbios ou anaeróbios facultativos, produzem catalase e fermentam proteínas (WOOLFORD, 1984). Os bacilos podem contribuir para a deterioração de silagens, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas. As espécies mais comuns envolvidas na deterioração de silagens são *B. cereus*, *B. lentus*, *B. firmus* e *B. sphaericus*. Outras espécies são capazes de crescimento anaeróbio sem prejuízos à qualidade da forragem ensilada (McDONALD et al. 1991), pois o crescimento em geral é errático, com pouco ou nenhum desenvolvimento quando bactérias lácticas multiplicam-se rapidamente.

Segundo WOOLFORD (1990), inicialmente acreditava-se que os bacilos exerciam função secundária quando comparado às leveduras na deterioração das silagens. No entanto, diversos estudos revelaram que esses microrganismos exercem uma função muito mais importante do que se imaginava.

Diversas pesquisas têm sido realizadas visando monitorar o número de esporos de bacilos em silagens. Esses números variam consideravelmente nas amostragens dos silos. Para silagens de capim pré-secadas, esse número variou de 1×10^3 a 4×10^8 UFC/g de silagem; e, para silagem de milho, de 8×10^2 a 10^9 UFC/g de silagem (PAHLOW et al. 2003).

Alguns estudos têm mostrado que a inoculação de silagens com cepas específicas de *B. subtilis* ou *B. licheniformis* podem inibir o crescimento de fungos em silagens de gramíneas e reduzir a deterioração aeróbia de silagens de grãos úmidos (PAHLOW et al. 2003). Similarmente, *B. pumilus* tem sido usado com sucesso contra o desenvolvimento de fungos em silagens de alfafa com alta umidade. O efeito antimicótico ocorre provavelmente em função de substâncias bacteriocinas produzidas por esses bacilos, que apresentam atividade antibiótica, inibindo fungos e leveduras em sua maioria. Os bacilos podem produzir as bacteriocinas *Gramidicin* e *Bacitracin* durante o estágio precoce de formação de endósporos (CHERNEY & CHERNEY, 2003).

Fungos

De acordo com JOBIM & GONÇALVES (2003), os fungos são microrganismos eucarióticos pluricelulares, sendo classificados, segundo a estrutura de crescimento; em leveduras, que apresentam crescimento em colônia; e os mofos, que são multicelulares filamentosos. Parte significativa das leveduras é anaeróbia facultativa, destacando-se o grupo *Saccharomyces*, de grande importância comercial na produção de pães e bebidas alcoólicas. Por outro lado, a grande maioria dos mofos é saprófita e aeróbia estrita, isto é, utilizam-se de material em decomposição e do oxigênio para respiração (McDONALD et al. 1991).

Os fungos obtêm os nutrientes necessários ao seu metabolismo e crescimento secretando enzimas extracelulares (proteases, amilases, celulasas e lípases), quebrando moléculas orgânicas complexas e monômeros simples, absorvendo-os pela membrana celular. Quando as reservas de substrato se exaurem no local de ação, os fungos rapidamente disseminam suas estruturas de reprodução, que são muitas vezes

resistentes às condições adversas e ao tempo, colonizando novas áreas e se alastrando, velozmente, em condições propícias sobre o substrato (GUARRO et al. 1999; BERNARDES, 2003).

Segundo ROTZ & MUCK (1994), as leveduras consomem somente compostos solúveis, como açúcares e produtos da fermentação, enquanto que os fungos degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluindo carboidratos estruturais e lignina. Em geral, as leveduras e os fungos são menos sensíveis ao pH que as bactérias aeróbias. Os fungos apresentam crescimento mais lento que as leveduras e, normalmente, apresentam menor população durante a armazenagem devido a sua maior sensibilidade à falta de O₂.

Fungos filamentosos

Em silagens bem preparadas, os fungos filamentosos (mofos) são encontrados associados apenas às regiões periféricas da silagem, como as laterais e a superfície superior que estão expostas ao ar. Os mofos são indesejáveis, à semelhança das leveduras, uma vez que hidrolisam e metabolizam a celulose e outros componentes da parede celular das forragens, além dos carboidratos solúveis residuais, causando perda significativa de matéria seca e energia da silagem (WOLFORD, 1990, ARCURI et al. 2003).

A ocorrência de fungos em silagens está associada, principalmente, às falhas na compactação, propiciando a entrada de ar no silo, sendo tal fato mais relevante em silagens com alto conteúdo de matéria seca e com tamanho de partículas grandes, fatores esses que dificultam a execução desse processo (MUCK & SHINNERS, 2001; PEREIRA & REIS, 2001).

Na presença de O₂, os fungos metabolizam os açúcares residuais ou ácidos orgânicos formados, provocando elevação do pH da silagem (açúcares ou ácidos orgânicos + O₂ ---> CO₂ + H₂O + calor). Além disso, os fungos podem também degradar proteínas com formação de NH₃, que tem ação tamponante, neutralizando os ácidos formados e impedindo o abaixamento do pH (JOBIM & GONÇALVES, 2003).

De acordo com SEGLAR (1997), as condições que mais favorecem o crescimento de fungos no campo ou no silo são: a) umidade acima de 13%; b) umidade relativa acima de 70%; c) temperaturas elevadas; d) nutrientes prontamente disponíveis; e) pH acima de 5,0; e f) presença de oxigênio. De acordo com WOOLFORD (1990), a concepção da insignificância dos fungos na fermentação está baseada na premissa de que todos os fungos filamentosos são aeróbios. No entanto, segundo esse autor, das 49 espécies isoladas em silagens de gramíneas, 22 são capazes de sobreviver em meio ácido, persistindo durante a ensilagem, desempenhando uma função até agora desconhecida. Ainda, segundo o autor, a questão é saber em quais silagens as condições microaeróbias prevalecem, especialmente próxima à superfície, favorecendo o crescimento do microrganismo.

Os fungos presentes na deterioração das silagens são representados por muitos gêneros, incluindo os tipos termofílicos. Em algumas silagens, o crescimento dos fungos segue o das leveduras, e isso freqüentemente é refletido no aparecimento de dois picos de elevação da temperatura durante a deterioração. O primeiro pico pode ocorrer dentro de dois a três dias de exposição ao ar, atribuído às leveduras; e o segundo, ocorre de três a quatro dias após o primeiro, podendo ser atribuído aos fungos filamentosos. Um grande número de espécies tem sido isolado de silagens deterioradas, incluindo membros do gênero *Monascus*, *Geotrichum*, *Bissochlamys*, *Mucor*, *Monilia*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium* (McDONALD et al. 1991).

Os fungos, principalmente, espécies dos gêneros *Aspergillus*, *Fusarium* e *Penicillium*, crescem em silagens onde há a penetração de ar, com formação de toxinas, as quais podem acarretar prejuízos aos animais quando ingeridas (MUCK, 1988; MAHANA, 1994).

Segundo WOOLFORD (1984), embora os fungos tenham habilidade para crescerem em condições de baixa disponibilidade de oxigênio na silagem, a questão é se eles têm capacidade para elaborar micotoxinas nessas condições. A formação de micotoxinas na forragem é determinada por uma série de fatores, podendo-se destacar a presença de O₂, estresse da planta, estágio de desenvolvimento em que a cultura foi cortada, tipo de solo e atividades sinérgicas ou antagônicas entre as espécies de

fungos. Portanto a presença de esporos de fungos capazes de elaborar toxinas não é uma garantia de que essas toxinas estarão presentes na silagem (MAHANA, 1994; WOOLFORD, 1990).

Leveduras

As leveduras são microrganismos eucarióticos, heterotróficos, que crescem como células únicas, apresentando características comuns ao reino. Pertencem às divisões *Ascomycota* e *Basidiomycota* com reprodução vegetativa e sexuada (GUARRO et al. 1999).

A presença de leveduras em silagens foi identificada inicialmente em 1932, mas sua importância foi ignorada até 1964, quando alguns pesquisadores demonstraram que elas têm um papel importante na deterioração das silagens quando expostas ao ar durante o descarregamento dos silos ou por problemas de vedação inadequada (McDONALD et al. 1991; LINDGREN et al. 1985; MUCK, 1988).

De acordo com O'KIELY & MUCK (1992) e JOBIM & GONÇALVES (2003), a maioria dos fungos necessita de oxigênio para o crescimento; no entanto, algumas leveduras se desenvolvem em condições anaeróbias, podendo manter elevadas populações nessas condições pela fermentação alcoólica dos açúcares ($1 \text{ glicose} \rightarrow 2 \text{ etanol} + 2 \text{ CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$), repercutindo em perdas de MS e de energia.

Sob condições anaeróbias, muitas espécies de leveduras podem realizar a fermentação de açúcares, como a glicose, a maltose e a sacarose. Os principais produtos da fermentação das leveduras são o etanol e o CO_2 , mas pequenas quantias de outros alcoóis (propanol, 2-butanediol, 2-methylpropanol, pentanol, 2-methylbutanol) e ácidos orgânicos (acetato, propionato e butirato) e lactato podem ser formados anaerobicamente pelas leveduras (McDONALD et al. 1991). Sob condições de aerobiose, o ácido láctico é transformado em ácido acético, CO_2 e H_2O , acompanhado de elevação da temperatura e do pH do material (HNATYSZYN & GUAIS, 1988).

WOOLFORD (1990) reportou que as leveduras capazes de fermentar açúcares, além da glicose, como as pertencentes ao gênero *Saccharomyces*, parecem tolerar variações de pH e anaerobiose melhor do que aquelas capazes de fermentar somente a glicose, uma vez que têm fonte extra de energia.

A maioria das espécies encontradas em silagens não são fermentativas e pertencem aos gêneros *Cryptococcus*, *Rhodotorula*, *Cândida* e *Hansenula*. As leveduras são encontradas em todos os tipos de silagem, principalmente em silagens que têm a fase inicial aeróbia prolongada. Após estabelecer um ambiente anaeróbio no silo, as espécies aeróbias são sucedidas pelas leveduras fermentativas, cujas principais espécies são: *Torulopsis* e *Saccharomyces*. Caso haja entrada de ar no silo durante a fermentação, as leveduras fermentadoras de lactato dominam, mas se prevalecer condições anaeróbias, essas espécies serão reduzidas a 15% do total e permanecerão as *Saccharomyces*, que, embora fermentativas, não usam o lactato (WOOLFORD, 1990).

As leveduras não são inibidas pela redução do pH das silagens, podendo crescer em meios de cultivo com pH entre 3,5 e 3,8 sendo algumas cepas tolerantes a pH 2 (McDONALD et al. 1991; ARCURI et al. 2003). Sob condições aeróbias são capazes de tolerar concentrações de ácidos orgânicos melhor do que qualquer microrganismo, obtendo energia pela fermentação de açúcares. No entanto, segundo LINDGREN et al. (1985), há pouca informação disponível sobre o potencial de sobrevivência e crescimento das leveduras em silagens com alto teor de ácido láctico sob condições anaeróbias.

Segundo WOOLFORD (1990), na maioria das silagens a população de leveduras pode aumentar drasticamente em apenas três dias, podendo passar de menos de 10^2 log UFC/g de MS para até 10^{12} log UFC/g de MS de silagem. As leveduras crescem em temperatura entre 0 °C e 37 °C, mas somente algumas podem crescer acima de 45 °C. São estimuladas pelo alto teor de matéria seca da silagem, diferente de fungos filamentosos, que requerem umidade para crescerem.

Listéria

Dentre as espécies pertencentes ao gênero *Listeria spp.*, a *L. monocytogenes* é, inquestionavelmente, patogênica ao homem e aos animais; no entanto, ao contrário da maioria dos patógenos de origem alimentar que geralmente provocam sintomas gastrintestinais, as principais manifestações clínicas da Listeriose são inicialmente semelhantes às de um resfriado, com febre baixa e mal-estar geral, podendo progredir para meningite, meningoencefalite, septicemia, aborto ou parto prematuro (SILVA et al. 2001).

A bactéria conhecida hoje como *Listeria monocytogenes* foi descrita pela primeira vez por Murray e seus colaboradores, em 1929, como causadora de doenças em cobaias de laboratório e coelhos, do Departamento de Patologia da Universidade de Cambridge, na Inglaterra. Os autores propuseram o nome de *Bacterium monocytogenes* para o organismo, devido à elevação característica nos valores sanguíneos de leucócitos mononucleares (SILVA et al. 2001). Em 1925, Pirie isolou um organismo muito similar e o chamou de *Listerella hepatolytica* pelo comprometimento hepático durante a infecção. A similaridade dos organismos descritos pelos diferentes pesquisadores levou, em consenso, ao nome de *Listerella monocytogenes*, posteriormente modificado para *Listeria monocytogenes*. É importante ressaltar que ambos os pesquisadores atribuíram as infecções dos animais ao consumo de alimentos contaminados (POST, 1994).

A *Listeria monocytogenes* é uma bactéria gram-positiva, psicrotolerante, que se apresenta na forma de bastonetes curtos e regulares. É desprovida de cápsula, não-formadora de esporos, anaeróbia facultativa, catalase positiva e não-produtora de gás sulfídrico. Sua temperatura ótima de crescimento está entre 30 °C e 37 °C, embora seja capaz de multiplicar-se entre 0 °C e 45 °C em condições de refrigeração (DOYLE, 1988).

É importante ressaltar que a presença de *Listeria monocytogenes* em forragens conservadas, especificamente na forma de silagem, tem seu desenvolvimento diretamente ligado ao pH. Quando este for inferior a 5,2, a *Listeria monocytogenes* não se desenvolve, mas sua destruição ocorre somente em pH mais ácido (3,2). Em

silagens com pH elevado poderá ocorrer desenvolvimento de Listéria, salvo se o teor de matéria seca for muito elevado, ao redor de 70% (CORROT, 1998).

A literatura (CHERNEY & CHERNEY, 2003; McDONALD et al. 1991) relata que a contaminação com *Listeria spp.* ocorre principalmente nas regiões periféricas do silo, onde há alterações na conservação da silagem. Portanto deve-se proceder a eliminação dessa silagem mal conservada para evitar problemas de contaminação não só com a Listéria, mas também com outros microrganismos, como por exemplo, fungos (toxinas) e esporos de clostrídeos.

De acordo com FENLON & WILSON (1998), a presença de ar aumenta a atividade de microrganismos aeróbios, com conseqüente retardo no abaixamento do pH da silagem. O elevado pH inicial favorece o desenvolvimento de *L. monocytogenes* e a presença de enterobactérias. Portanto a presença de alta contaminação com enterobactérias na silagem pode ser um importante indicador da baixa qualidade da fermentação e de que existe potencial risco de contaminação com *L. monocytogenes*.

No Brasil, estudos sobre contaminação de silagens com bactérias do gênero Listéria são raros. No entanto, pode-se inferir que a ocorrência de *Listeria spp.* é um fato, principalmente em silagens de capins tropicais, a julgar pela baixa qualidade fermentativa normalmente observada. Nesse contexto, SILVA et al. (2002) verificaram a presença de *Listeria spp.* em 65,6% das amostras oriundas de silagem de Tifton 85, ensilada com diferentes teores de umidade. Dessas, 10% foram positivas para *Listeria monocytogenes*, considerada de elevada patogenicidade para os animais e também para o homem.

Degradabilidade ruminal

Os ruminantes utilizam os alimentos através da fermentação ruminal e da digestão intestinal. A retenção dos alimentos no rúmen-retículo submete-os à ação das comunidades microbianas que existem neste órgão (HUNGATE, 1988), cujas ações de digestão e fermentação têm dificultado a predição do desempenho animal a partir dos componentes da dieta (SNIFFEN et al. 1992).

Com o decorrer do tempo houve considerável avanço na nutrição de ruminantes, contudo, esse progresso, na maioria das vezes, foi baseado em estudos empíricos, que desconsideravam os aspectos quantitativos das múltiplas inter-relações microbianas e da dinâmica do ecossistema ruminal. Em sua essência, o problema consiste no entendimento e na utilização de modelos mecanistas para descrever o relacionamento entre a composição bromatológica dos alimentos e da predição do desempenho animal (VALADARES FILHO, 1994).

Inúmeras técnicas têm buscado quantificar as frações solúveis e fibrosas das espécies forrageiras tropicais. Entretanto, a técnica *in situ*, a qual se baseia no desaparecimento da amostra acondicionada em sacos de náilon incubados por diferentes períodos no rúmen, quando comparada com outras técnicas (*in vitro* e *in vivo*), tem-se apresentado como um método viável (VALADARES FILHO, 1994).

Em virtude de sua ampla utilização, diversas pesquisas tem sido desenvolvidas com o intuito de se estabelecer padrões apropriados e uniformizar a técnica *in situ*, visando a obtenção de repetibilidade aceitável dos resultados, como a porosidade do tecido, o tamanho de partícula, a quantidade de amostra, a lavagem dos sacos, entre outros.

Alguns autores têm reportado que, a maior utilização dessa técnica pode estar ligada à rápida e fácil execução e ao fato de requerer pequena quantidade de amostra de alimento, além de possibilitar sua exposição com o ambiente ruminal. A técnica *in situ*, apesar de ter sido inicialmente usada para avaliação da degradabilidade da proteína, tem sido recomendada para avaliação de forragens, quanto ao desaparecimento da matéria seca e dos constituintes fibrosos (ØRSKOV et al, 1980).

Apesar dos esforços para se uniformizar as condições experimentais na utilização da técnica *in situ*, ainda são detectadas diferenças nos resultados de análises, mesmo quando se utilizam condições de avaliação idênticas (NOCEK, 1985). A origem destas variações são devido às diferenças na fermentação ruminal entre animais, ou no mesmo animal utilizado em dias distintos ou entre replicações nos sacos de náilon incubados no mesmo dia e animal (MEHREZ & ØRSKOV, 1977).

Consumo e desempenho animal

O valor nutritivo de um alimento, normalmente, é considerado função do consumo voluntário, da digestibilidade e da eficiência de utilização dos nutrientes (VAN SOEST, 1994). Assim, um dos principais critérios utilizados para a avaliação da qualidade da silagem, além da composição química e das características fermentativas, é o efeito desta sobre o consumo e o desempenho animal.

Nesse sentido, BERGAMASCHINE et al. (2004) avaliaram o consumo das silagens do capim Tanzânia submetidas ao tratamento controle, com 9% de polpa cítrica peletizada e emurchecimento por 4 horas. Foram utilizados dezesseis bovinos leiteiros com idade média de 12 meses e com peso médio de 200 kg. Os autores observaram consumo de matéria seca (kg/dia) de 4,85; 5,65 e 5,33 para os tratamentos controle, 9% de polpa cítrica peletizada e submetido ao emurchecimento. Os autores atribuíram os maiores consumos de matéria seca para as silagens com adição de polpa cítrica e submetidas ao emurchecimento, aos teores de matéria seca mais elevados (26,3% e 31,94%), pela melhora do padrão de fermentação (menor pH e N-NH₃) e pela diluição dos constituintes da parede celular.

Com relação ao desempenho animal, CORRÊA & CORDEIRO (2000) trabalharam com o fornecimento de silagem de capim Tanzânia e Coast-Cross, tendo os animais livre acesso à pastagem e à silagem durante o período da seca. Os autores observaram que o consumo de silagem foi considerado elevado, atingindo praticamente 2% de matéria seca em relação ao peso vivo dos animais para as duas gramíneas, com médias de ganho de peso de 200 g/animal/dia.

No caso do sistema do capim Tanzânia (recria-engorda), de acordo com os autores supracitados, foi possível obter bovinos da raça Canchim com peso de abate na faixa de 450 kg de peso vivo aos 19-20 meses de idade. No período das águas, a alimentação constituiu somente de forragem pastejada, propiciando ganho médio de 850 g/animal/dia; e, na seca, forragem pastejada mais silagem do excesso de forragem das águas e 0,5 kg de farelo de soja, com média de ganho de peso de 440 g/animal/dia.

CORRÊA et al. (2004) avaliaram o consumo e o desempenho animal em confinamento por dois anos, de 102 garrotes de quatro grupos genéticos, sendo compostos por Nelore (NE) e cruzados $\frac{1}{2}$ Angus + $\frac{1}{2}$ NE, $\frac{1}{2}$ Canchim + $\frac{1}{2}$ NE e $\frac{1}{2}$ Simental + $\frac{1}{2}$ NE, recebendo dietas com silagem de capim Mombaça aditivadas com 6% a 8% de polpa cítrica peletizada (PCP) e silagem de milho, como alimentos volumosos. Os autores observaram consumo de matéria seca (kg/dia) de 9,53 e 9,47 para as silagens de milho e capim Mombaça com PCP, respectivamente. Em relação ao ganho de peso (kg/dia), os animais apresentaram média de ganho de peso da ordem de 1,55 e 1,31 kg/dia, para as silagens de milho e de capim Mombaça com PCP.

CLIFTON et al. (1967) compararam o capim bermuda Coastal (*Cynodon dactylon*) com 23 dias de rebrota, na forma de forragem peletizada, com a silagem da mesma gramínea e com a silagem de milho. Os autores consideraram que a “performance” dos animais que receberam o capim Coastal peletizado ou na forma de silagem foi aproximadamente igual à “performance” dos animais que receberam a silagem de milho. E concluíram que a decisão entre qual forragem utilizar, dentre as estudadas, deve-se basear em fatores econômicos, bem como em outros parâmetros, e não na “performance” dos animais, uma vez que a gramínea tanto na forma peletizada quanto na forma de silagem se equiparou à silagem de milho nas condições do estudo.

Objetivos gerais

Os objetivos desse estudo foram os de avaliar o efeito da adição de polpa cítrica peletizada na composição química, nos parâmetros fermentativos, na digestibilidade *in vitro*, na produção de efluentes, no perfil microbiológico, na estabilidade aeróbia, na degradabilidade “*in situ*” e no desempenho animal das silagens dos capins Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq., cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu), visando oferecer contribuições para o conhecimento do processo de ensilagem dessas gramíneas tropicais, bem como a manutenção das condições de conservação das referidas silagens.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; BALSALOBRE, M. A. A. et al. Avaliação das perdas de matéria seca em silagem de capim-Tanzânia. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD ROOM.

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim-Tanzânia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.314-315.

ANUALPEC, 2003. Anuário da pecuária brasileira, São Paulo. FNP Consultoria e Comércio, 2003. 324 p.

ARCURI, P.B.; CARNEIRO, J.C.; LOPES, F.C.F. Microrganismos Indesejáveis em Forragens Conservadas: Efeito sobre o Metabolismo de Ruminantes. In: SIMPÓSIO VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal: SP, 2003, p. 51-69.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA Jr., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.890-911.

BERGAMASCHINE, A.F.; VALÉRIO FILHO, W.V.; ISEPON, O.J. et al. Consumo e digestibilidade da silagem de capim colômbio ("*P. maximum*" cv. Tanzânia) feita com aditivos ou emurchecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE

ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROOM.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada.** 2003. 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BOGDAN, A.V. **Tropical pastures and fodder plants.** Londres: Longman Group Ltda. 1977. 475 p.

CHARMLEY, E. Towards improved silage quality: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, n.2, p.157-168, 2001.

CHASE, A. Grasses of Brazil and Venezuela. **Agriculture in America**, v.4, p. 123-126, 1944.

CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. Assessing Silage Quality. In: **Silage Science and Technology.** Madison: ASA, CSSA, SSSA, 2003, cap. 4, p. 141-199.

CLIFTON, C. M.; MILLER, W. J.; CAMERON, N.W. Coastal Bermudagrass as pellets and silage compared to Oats-Ryegrass-Crimson clover, Sundagrass, and Corn silages with high and low grain levels for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, V. 50, n. 11, p. 1798-1804. 1967.

CORRÊA, L. A.; CORDEIRO, C. A. Silagem de capim como estratégia de manejo intensivo de pastagens. São Carlos: EMBRAPA/CPPSE. 2000. 6p. (EMBRAPA - CPPSE. Comunicado técnico, 26).

CORRÊA, L.A.; CRUZ, G.M.DA.; RODRIGUES, A. DE A. et al. Desempenho e características das carcaças de garrotes de quatro grupos genéticos confinados recebendo dietas com silagem de capim ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROOM.

CORROT, G. Qualité bacteriologique de l'enrubannage: spores butyriques et listeria. In: *Recoller e Conserver L'herbe Aujour 'hui*. **Journes Association Française Pour la Production Fourragère**, p. 27-35, 1998.

CRESTANA, R.F., AGUIAR, R.N.S., NUSSIO, L.G. et al. Avaliação das perdas de silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) pré-secado ou com adição de polpa cítrica em três tamanhos de partícula. In. SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 8., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba, Universidade de São Paulo, 2000. CD ROOM.

DONALD, A.S.; FENLON, D.R.; SEDDON, B. The relationship between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage, **Journal of Applied Bacteriology**, v.79, p.141-148, 1995.

DOYLE, M.P. Effects of environmental and processing condition on *Listeria monocytogenes*. **Food Technology**, v.42, n.4, p.169-171, 1988.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343, 2001.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. de.; BERNARDES, T.F. Avaliação de Algumas Características da Silagem de Gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n. 4, p. 941-946, 2000.

EVANGELISTA, A.R.; SILVA, L.V.; CORREIA, L.F.A. Efeito de diferentes níveis de polpa cítrica como aditivo seco na silagem de capim napier (*P. purpureum*, Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1996, Fortaleza. **Anais ...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996b, p.354-355.

EVANGELISTA, A.R.; SILVA, L.V.; CORREIA, L.F.A. Efeito de três diferentes formas físicas de polpa cítrica, como aditivo seco na silagem de capim napier (*P. purpureum*, Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 32., 1996, Fortaleza. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996a, p.352-353.

FAO.<http://www.apps.fao.org/PAGE/COLLECTIONS/SUBSET/AGRICULTURE>. Acesso em novembro de 2003.

FENLON, D.R., WILSON, J. the quantitative assessment of *Listeria monocytogenes* growth in a laboratory ensiling system allowing limited aerobic spoilage. **Grass and Forage Science**, v.53, p.292-295, 1998.

GUARRO, J.; GENÉ, J.; STCHIGEL, A.M. Developments in fungal taxonomy. **Clinical Microbiology Reviews**, v.12, p. 454-489, 1999.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carboydtrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE, 2., 2001, Lavras. **Anais...**Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001, p.139-148.

HNATYSZYN, M., GUAIS, A. **Lês fourrages et l'élèveur**. Paris, Ed. Lavoisier. 1988, 440 p.

HUNGATE, R.E. Introduction: **The ruminant and the rumen**. In: HOBSON, P.N. The rumen microbial ecosystem. Elsevier, London, 1988, p.1-19.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002, 132 p.

JANK, L. Melhoramento e Seleção de Variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM: O CAPIM COLONIÃO, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1995, p. 21-59.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: SIMPÓSIO VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2003, p. 1-27.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v.21, n. 3, p. 671-676, 1999.

KUNG JR. L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., Piracicaba, 2001, **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 2001, p.53-74.

LINDGREN, S.; PETTERSSON, K.; KASPERSON, A. et al. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. **Journal Science Food and Agriculture**, v.36, p.765-774, 1985.

LOPEZ, L.G. 1990. Control de calidad de pulpas de remolacha y de cítricos. In: VI Curso de Especialización Materias Primas Alternativas para la Alimentación Animal, Universidad Politécnica de Madrid, ETSIA, Madrid, 31p.

MAHANNA, B. Proper management assures high-quality silage, rains. **Feedstuffs**, v.10, p. 12-59, 1994.

McDONALD, L. C.; McFEETERS, R. F.; DAESCHEL, M. A., et al. A differential medium for the enumeration of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, v.53, n.6, p.1382-1384, 1987.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.

McGECHAN, M.B. A review of losses arising during conservation of grass forage: Storage losses. **Journal Agricultural Engineering Research**, v.45, p.1-30, 1989.

MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal of Agriculture Science**, v.83, n.3, p.645-650, 1977.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C. (Ed.). **Forage, quality, evaluation and utilization**. Madison, ASA, SSSA, 1994, cap. 11, p.450-453.

MONTEIRO, A.L.G. Silagem Pré-Secada. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS: ALIMENTAÇÃO SUPLEMENTAR, 7., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1999, p. 97-123.

MUCK, R.; KUNG JR. L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK NRAES-99, Herchey, 1997. **Proceedings...** Herchey: NRAES, 1997, p.187-199.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and they implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p. 2992-3002, 1988.

MUCK, R.E.; PITT, R.E.; LEIBENSPERGER, R.Y. A model of aerobic fungal growth in silage. 1. Microbial characteristics. **Grass Forage Science**., v.46, n.3, p. 283-290, 1991.

MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forages (silage an hay): Progress and priorities. In: INETRATIONAL GRASSLAND CONGRESS XIX, 2001. São Pedro. **Proceedings...**Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry, 2001, p.753-762.

NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting in situ estimate of ruminal dry matter and protein digestion. **Journal of Animal Science**, v.60, n.5, p.1347-1358, 1985.

NUNES, S.G.; BOOCK, A.; PENTEADO, M.I. et al. *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1985, 31 p. (EMBRAPA/CNPGC – Documento 21).

NUSSIO, L.G.; CAMPO, F.P.; PAZIANI, S. de F. et al. Volumosos suplementares: Estratégias de decisão e utilização. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2002a, Lavras. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002a, p.193-232.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. de.; MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE

BOVINOCULTURA DE CORTE, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.253-276.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; AGUIAR, R.N. Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO GADO DE CORTE, 1., 2000, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2000, p.121-138.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: MANEJO DE TIFTON, COASTCROSS E ESTRELA, 15., Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1998, p.242-245.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002b, p.60-69.

O'KIELY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T. et al. Sulphites to improve aerobic stability. In: MAXIMIZING OUTPUT OF BEEF WITHIN COST EFFICIENT, ENVIRONMENTALLY COMPATIBLE FORAGE CONSERVATION SYSTEMS. **Proceedings...** Dulsany: Teagasc, 1999, p. 31-33.

O'KIELY, P.; MUCK, R.E. Aerobic deterioration of lucerne (*Medicago sativa*) and maize (*Zea mays*) silage effects of yeast. **Journal of Animal Science**, v.59, n.2, p.139-144, 1992.

ØRSKOV, E.R.; HOVELL, F.D.D.; MOULD, F. The use of nylon bag technique for the evaluation of feedstuffs. **Tropical Animal Production**, v.5, n.1, p.195-213, 1980.

OSTLING, C.; LINDGREN, S. Influences of enterobacteria on the fermentation and aerobic stability of grass silages. **Grass and Forage Science**, v.50, p.41-47, 1995.

OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; DRIEHUIS, F.; GOTTSCHAL, J.C. et al. Silage fermentation process and their manipulation. In. FAO ELETRONIC CONFERENCE OF TROPICAL SILAGES, Rome, 1999. Silage making in the tropics with emphasis on smallholders. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000, p. 17-30.

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of Ensiling. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, cap. 2, p. 31-93.

PEREIRA, J.R.A.; REIS, R.A. Produção de silagem pré-secada com forrageiras temperadas e tropicais. In: SIMPÓSIO SOBRE PRODUÇÃO E UTILIZAÇÃO DE FORRAGENS CONSERVADAS, Maringá, 2001. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2001, p. 64-86.

PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301-312, 1991.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.17, n.2, p. 264-268, 1966.

POST, D.E. **Food-borne pathogens-monograph number 2: Listeria** Technical Support Manager. New York: Oxoid Laboratories Co., 1994. 25 p.

REIS, R.A.; COAN, R.M. Produção e utilização de silagem de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E PRODUÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...**Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, 2001, p.91-120.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FORAGE, QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: ASA, CSSA, SSSA, 1994, p.828-868.

RUIZ, R. L.; MUNARI, D. P. **Microbiologia da silagem**. In: MICROBIOLOGIA ZOOTÉCNICA. Ed. Roca, São Paulo, 1992. p. 97-122.

SEGLAR, B. Case studies that implicate silage mycotoxins as the cause of dairy herd problems. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, Ithaca, 1997. **Proceedings...** Ithaca: NRAE, 1997, p. 242-254.

SILVA, J.M.N.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A. Ocorrência de *Listeria* spp. nas silagens de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROOM.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 2001, 295 p.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I- Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SOUZA, F.H.D. Panicum maximum in Brazil. In: LOCH, D.S. & FERGURSON, J.E. Forage seed production, 2., **Tropical and Subtropical Species**. New York: CABI, 1999, p.363-370.

STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their implication. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000, p.17-30.

VALADARES FILHO, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, p.95.

VAN OS, M.; LASSALAS, B.; TOILLON, S. Et al. In vitro degradation of amines by rumen microorganisms. **Journal of Agricultural Science**, v.125, p. 299-305, 1997.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of ruminant**. 2 Ed. New York: Cornell University, 1994. 476 p.

VEIGA, K.Z.; TERZIAN, M.C.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do tamanho de partícula, adição de polpa cítrica e inoculante bacteriano em silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 8., 2000. **Anais...** São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 73-108.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.P.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**: Boletim Técnico 100. , 2 ed. Campinas. Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p. 263-273.

WILKINS, R.J.L.; SYRJALA-QVIST, L.; BOLSEN, K.K. The future role of silage in sustainable animal production. **Proceedings...** INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE., 12, Uppsala, Sweden, 1999, SLU, 1999, p.23-40.

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation.** New York: Marcel Dekker, 305 p.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal Applied Bacteriology.**, v.68, p.101-116, 1990.

CAPÍTULO 2 – DINÂMICA FERMENTATIVA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA DAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA

RESUMO - O experimento foi conduzido na FCAV/UNESP com o objetivo de avaliar a dinâmica fermentativa, química e microbiológica das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Os capins Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) foram colhidos aos 64 e 49 dias de rebrota, utilizando-se de máquina forrageira, modelo CRC 180. Os tratamentos utilizados foram controle (0%), adição de 5% e de 10% de polpa cítrica peletizada (PCP) em relação à matéria verde, contrastando com sete tempos (1, 4, 7, 14, 21, 28 e 56 dias) de abertura dos silos após a ensilagem. Foram utilizados silos experimentais de PVC adaptados com válvula do tipo Bunsen para eliminação dos gases. A forragem foi compactada, buscando-se uma densidade de 550 kg/m³. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso com três repetições, utilizando-se do esquema de parcelas subdivididas. A inclusão de PCP aumentou os teores de matéria seca e diminuiu os valores de pH das silagens avaliadas. Os teores de N-NH₃ (N total) foram influenciados pela adição de PCP, e a ausência de PCP promoveu silagens com teores substancialmente elevados, caracterizando as silagens como de qualidade duvidosa. A adição de PCP aumentou a concentração molar dos ácidos acético e propiônico. Os teores dos constituintes da parede celular foram influenciados pela adição de PCP em todas as silagens avaliadas. A população de enterobactérias foi detectada somente no primeiro dia nas silagens do capim Tanzânia e até o vigésimo oitavo dia nas do capim Marandu. A população de bactérias homofermentativas foi semelhante às de heterofermentativas nas silagens avaliadas.

Palavras-chave: aditivos, ácidos orgânicos, bactérias, digestibilidade *in vitro*, pH

INTRODUÇÃO

A substituição das tradicionais silagens de milho e de sorgo, no arraçoamento de bovinos, pelas de capim, vem despertando maior interesse de técnicos e de pecuaristas por ser uma forma de armazenamento da forragem que permite que seu valor nutritivo seja quase que totalmente preservado. Além disso, essa prática auxilia no manejo das pastagens da propriedade, pois, no inverno, há pequena disponibilidade quantitativa e qualitativa de forragem, sendo esse o principal fator responsável pela queda nos índices de produção animal (carne e/ou leite).

As gramíneas forrageiras tropicais, principalmente aquelas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* vêm sendo utilizadas em sistemas de manejo intensivo com resultados animadores. Entretanto, quando ensiladas em estágio de desenvolvimento vegetativo precoce, essas plantas apresentam elevada qualidade nutricional, mas possuem baixo teor de matéria seca (MS), elevado poder tampão (PT) e baixos teores de carboidratos solúveis (CS). Esses fatores interferem no processo fermentativo, impedindo o rápido abaixamento do pH e possibilitando o desenvolvimento de fermentações indesejáveis (WOOLFORD, 1984; WOOLFORD, 1990).

WOOLFORD (1984) relata que os teores de matéria seca, de carboidratos solúveis e a capacidade tampão são fatores importantes no que diz respeito ao potencial de ensilabilidade de uma planta forrageira. Esse autor sugeriu que os teores de MS devem ser, no mínimo, de 25%. E a relação entre carboidratos solúveis e a capacidade tampão inferior a 3,0 de forma a possibilitar a obtenção de silagem de qualidade satisfatória.

Em relação aos carboidratos solúveis, o teor inicial mínimo capaz de garantir intensa fermentação láctica, de acordo com WOOLFORD (1984), estaria em torno de 6% a 8% na MS, enquanto JOHNSON et al. (1966) fixaram como mínimo o teor de 15% na matéria seca da forragem.

Quanto ao poder tampão, PLAYNE & McDONALD (1966) discutem que este é devido a 68% a 80% de sua magnitude à fração ânion da forragem, representados pelos sais de ácidos orgânicos, ortofosfatos, sulfatos, nitratos e cloretos. Entre os

valores de pH 6 e 4, somente os ânions de sais orgânicos e os ortofosfatos são tamponantes, sendo o efeito do ortofosfato menor. A fração protéica apresenta impacto reduzido sobre o poder tampão.

No que se refere à dinâmica do processo de ensilagem, o material, depois de cortado no campo, é submetido ao processo de respiração aeróbia, sendo realizado por microrganismos aeróbios epifíticos tolerantes ao oxigênio, os quais incluem bactérias aeróbias, leveduras e fungos. Nessa primeira etapa, esses microrganismos convertem os carboidratos solúveis da planta em CO_2 e água, gerando calor, o que representa uma forma de perda de energia do material ensilado. As próprias enzimas das plantas também promovem a hidrólise do amido e da hemicelulose a monossacarídeos. Dessa forma, o oxigênio contido na massa ensilada é rapidamente consumido após o fechamento do silo. Sob condições ideais de umidade, tamanho de partícula e compactação, a atividade aeróbia pode durar poucas horas (McDONALD et al. 1991; BUXTON & O'KIELY, 2003).

Após o estabelecimento de condições anaeróbias dentro do silo, a fase de fermentação ativa se inicia (Fase II). As primeiras bactérias a dominar o ambiente anaeróbio são as enterobactérias (produtoras de ácido acético) e as bactérias lácticas heterofermentativas, por causa da sua tolerância ao calor (ainda remanescente da respiração ocorrida durante a fase aeróbia).

De acordo com McDONALD et al. (1991), nesse período (24 a 70 horas), haverá formação, além de ácido acético, de etanol, ácido láctico e CO_2 decorrentes da fermentação das hexoses (glicose e frutose) e pentoses (xiloses e ribose). Com o acúmulo de ácido (principalmente acético), o pH começa a cair. À medida que o pH diminui, ocorre uma mudança na população de bactérias, surgindo as bactérias ácido-láticas homofermentativas, mais eficientes na produção de ácido láctico e com menor perda de energia na forma de CO_2 , fazendo com que o pH diminua com mais rapidez para valores próximos a 4,0 (VAN SOEST, 1994; ROTZ & MUCK, 1994).

Decorrido o período de fermentação ativa, ocorre a fase de estabilização da massa ensilada, em que o pH estará em torno de 4,2 (dependendo do material ensilado), fazendo com que ocorram inibição do crescimento da população de bactérias e

interrupção dos processos de fermentação, iniciando a fase de estabilidade, que se prolonga até a abertura do silo e a silagem volte a ter contato com o O₂ atmosférico (McDONALD et al. 1991).

Como proposta para o sucesso da ensilagem é necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis, como clostrídeos, enterobactérias, leveduras e fungos. O controle do desenvolvimento de clostrídeos é realizado pela redução do pH e aumento da pressão osmótica (maior teor de MS). Para as enterobactérias, que geralmente são inibidas em pH abaixo de 4,5, o controle é semelhante (WOOLFORD, 1984; STEFANIE et al., 2000).

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o perfil fermentativo, químico e microbiológico das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivadas ou não com polpa cítrica peletizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Clima

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura e no Laboratório de Microbiologia, pertencentes ao Departamento de Zootecnia e ao Departamento de Patologia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP.

A FCAV/UNESP está geograficamente localizada no município de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 595 metros.

De acordo com a classificação internacional de Koppen, o clima é classificado como mesotérmico, de inverno seco, apresentando uma temperatura média anual máxima de 22,3 °C e mínima de 15,2 °C, no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média situa-se em 1.400 mm, com 85% das chuvas concentrando-se nos meses de outubro a março.

Condição do solo da área experimental

Os capins Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf. cv. Marandu) foram colhidos em áreas experimentais de 3,0 ha e 0,5 ha, respectivamente. Ambas as áreas são pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP e estabelecidas em Latossolo Eutrófico Típico, de textura muito argilosa a moderada, caulítico-oxítico mesoférrico, de relevo suave ondulado (ANDRIOLI & CENTURION, 1999).

As amostragens do solo foram realizadas nos meses de agosto de 2002 e setembro de 2002 e as análises químicas realizadas no Departamento de Solos e Adubos da FCAV/UNESP, sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Análise química do solo das áreas experimentais dos capins Tanzânia e Marandu.

pH em	MO	P resina	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
CaCl ₂	g/dm ₃	mg/dm ₃	mmol _e /dm ₃						%
Tanzânia									
5,3	20	9	2,3	22	17	25	41	66,3	62
Marandu									
6,1	19	16	3,2	21	17	28	41	69	59

MO: matéria orgânica; SB: soma de bases, V: saturação por bases
Profundidade de amostragem: 0-20 cm.

Corte e colheita da forragem

No dia 14/11/2002, a área experimental do capim Tanzânia foi rebaixada utilizando-se de roçadeira, e o material remanescente retirado da área com auxílio de ancinho enleirador. No dia 15/11/2002, procedeu-se a fertilização da área com 60 kg de N/ha, utilizando-se de 300 kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996), e utilizando-se de uma adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 64 dias (17/01/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e colheita da forragem com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 30 cm do solo (RODRIGUES, 1986) e de forma a serem obtidas partículas variando de

3 a 6 cm. As características do capim Tanzânia no momento da ensilagem constam da Tabela 2.

No dia 16/01/2003, a área experimental do capim Marandu foi rebaixada, utilizando-se de 16 bovinos da raça Nelore com peso médio de 390 kg. No dia 17/01/2003, procedeu-se a fertilização da área com 50 kg de N/ha, utilizando-se de 250 kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996) e utilizando-se de adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 49 dias (07/03/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e colheita da forragem com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 25 cm do solo (RODRIGUES, 1986) e de forma a serem obtidas partículas variando de 3 a 6 cm. As características do capim Marandu no momento da ensilagem constam da Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos capins Tanzânia e Marandu no momento da ensilagem.

Variáveis	Tanzânia¹	Marandu²
Idade (dias)	64	49
Altura (cm)	120	88
Massa de Forragem (t MS/ha)	6,3	5,7
MS (%)	27,3	28,1
Folha (%)	74,4	66,8
Caule (%)	25,6	33,2

¹ Corte realizado a 30 cm do solo.

² corte realizado a 25 cm do solo.

Preparo das silagens

Após a colheita nos períodos correspondentes, as forragens dos capins Tanzânia e Marandu foram encaminhadas ao Setor de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP e submetidas aos seguintes tratamentos: 1) Controle: ensilagem do capim após o corte; 2) Controle + adição de 5% de polpa cítrica peletizada na matéria verde; e 3) Controle + adição de 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde.

A adição de polpa cítrica peletizada nos tratamentos com 5% e 10%, tanto para o capim Tanzânia quanto para o capim Marandu, foram realizadas no momento do processo de ensilagem, efetuando-se a pesagem da forragem e da polpa cítrica peletizada de acordo com os tratamentos estabelecidos.

A adição de polpa cítrica peletizada, nos tratamentos com 5% e 10%, tanto para o capim Tanzânia quanto para o capim Marandu, foi realizada previamente ao processo de ensilagem, efetuando-se a homogeneização das forragens colhidas com o aditivo em recipientes com capacidade de 20 litros.

Para a confecção dos 126 silos experimentais, foram utilizados tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com tampas de PVC dotadas de anel de borracha, de forma a possibilitar a vedação adequada. Na parte superior de cada silo, foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos.

As forragens dos diferentes tratamentos foram compactadas por meio de bastões de ferro em camadas de aproximadamente 10 cm, de forma a possibilitar uma densidade de 550 kg/m³. Após a confecção, os silos foram acomodados em local protegido da radiação solar e da chuva e mantidos sob temperatura ambiente.

Para cada tratamento foi avaliada a dinâmica fermentativa, microbiológica e química das silagens nos seguintes tempos após a ensilagem: 1, 4, 7, 14, 21, 28 e 56 dias.

Parâmetros Avaliados

As análises químicas da forragem e das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal (LANA), pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP. As análises dos ácidos graxos voláteis foram realizadas no Laboratório de Bromatologia, pertencente à ESALQ/USP, de Piracicaba – SP.

Após cada período de fermentação, dos respectivos experimentos, os silos foram abertos e uma porção inicial de cada silo experimental foi descartada. O material restante foi despejado sobre uma bacia plástica relativa ao seu tratamento. Na seqüência, o material foi homogeneizado manualmente e dividido em três porções. A

primeira foi utilizada para determinação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1980); as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), pelo método seqüencial de análise, segundo as técnicas descritas por ROBERTSON & VAN SOEST (1981). Para a determinação dos teores de celulose foi utilizado ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994). Adotou-se o método seqüencial de análise de fibra para que não houvesse contaminação da pectina na FDA das amostras. Os teores de hemicelulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA, e a lignina calculada pela diferença entre a fração FDA e a celulose. A partir dos resíduos das análises de FDN e FDA, procedeu-se a determinação de N-FDN e N-FDA. O teor de carboidratos solúveis (CHOs) foi determinado conforme JOHNSON et al. (1966). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada, utilizando-se a metodologia de TILLEY & TERRY (1963) e o inóculo ruminal de bovinos alimentados com silagem de milho. O poder tampão foi mensurado de acordo com a metodologia de PLAYNE & McDONALD (1966). A segunda porção foi levada à prensa hidráulica (800 kg/cm²) para retirada do suco da silagem, o qual foi utilizado para determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), segundo AOAC (1980), do pH com uso do potenciômetro (SILVA, 1998) e a concentração molar de ácidos graxos voláteis (AGVs) em cromatógrafo líquido gasoso, CLG (Hewlett Packard® 5890, séries II), equipado com HP Integrator 3396, séries II (Hewlett Packard Company®, Avondale, PA), conforme PALMQUIST & CONRAD (1971). Uma porção de cada amostra foi coletada e acondicionada em sacos plásticos devidamente identificados e, a seguir, encaminhados ao laboratório para as análises microbiológicas.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, pertencente ao Departamento de Patologia Veterinária da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP.

Para as análises microbiológicas, foram previamente pesados 25 g (matéria verde) de cada silagem, e posteriormente, diluídos em 225 mL de solução salina estéril

(8,5 g de NaCl / litro de água destilada). Após a agitação por 10 minutos, foram retirados 10 mL do extrato para as diluições posteriores. A partir dos extratos diluídos (10^{-1} a 10^{-5}) foram realizadas as sementeiras (0,1 mL por placa) nos meios específicos para cada microrganismo estudado.

Para contagem total de lactobacilos, foi utilizada a metodologia descrita por JONSSON (1991). O meio de cultura utilizado foi o MRS (Oxoid[®]), sendo as placas de Petri incubadas a 35 °C por 72 horas em anaerobiose, em jarra com sistema Gas-Pak. Para a diferenciação das bactérias ácido-láticas em homofermentativas e heterofermentativas, foi utilizada a metodologia descrita por McDONALD et al. (1987), sendo as culturas incubadas a 35 °C por 72 horas, nas mesmas condições anteriores.

A presença de clostrídeos foi determinada de acordo com a metodologia de TOSI et al. (1982). O meio de cultura utilizado foi o Reinforced Clostridial Agar (Oxoid[®]), e as culturas incubadas a 35 °C por 48 a 96 horas em anaerobiose.

Na determinação do desenvolvimento de enterobactérias nas silagens foi utilizado o meio de cultura Violet Red Bile Agar (Oxoid[®]), com incubação aeróbia por 24 a 48 horas em temperatura de 35 °C, de acordo com JONSSON (1991).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental usado em ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado, com três repetições de campo, empregando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tratamentos, e o fator atribuído à subparcela, o tempo. Os dados foram analisados utilizando-se o programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, pelo procedimento de análise de variância.

Utilizou-se o teste Tukey ($P < 0,05$) na comparação de médias entre as causas de variação, adotando-se 5% como nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das forragens e da polpa cítrica peletizada

A Tabela 3 apresenta as variáveis da composição químico bromatológica e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca da forragem fresca dos capins Tanzânia e Marandu.

Tabela 3. Médias dos teores de matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOsol.), poder tampão (PT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio ligado ao FDN (N-FDN), nitrogênio ligado ao FDA (N-FDA), fração B3 (B3), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos capins Tanzânia (64 dias de crescimento) e Marandu (49 dias de crescimento).

Variáveis	Tanzânia	Marandu
MS (%)	27,3	28,1
CHOsol. (% MS)	3,2	2,8
Poder Tampão (e.mg/100 g MS)	19,3	18,4
PB (% MS)	8,0	9,7
FDN (% MS)	72,1	74,6
FDA (% MS)	52,2	44,7
N-FDN (% N total)	23,4	39,1
N-FDA (% N total)	14,8	8,8
B3 (% N total)	8,6	30,3
Hemicelulose (% MS)	19,9	29,9
Celulose (% MS)	43,8	37,2
Lignina (% MS)	8,4	7,4
DIVMS (% MS)	48,2	49,6

Observa-se que os capins apresentavam teores moderados de MS, associados a um elevado poder tampão (PT) e baixos conteúdos de carboidratos solúveis (CS), características dos capins de clima tropical, que limitam a obtenção de silagens de boa qualidade, além do risco de promoverem fermentações secundárias, se ensiladas imediatamente após o corte (McDONALD et al. 1991).

Entretanto, os teores de MS observados foram superiores, e os de poder tampão inferiores aos verificados em gramíneas forrageiras tropicais (BERNARDES, 2003; HENRIQUE & BOSE, 1992; CASTRO, 2002), apesar de COAN et al. (2001) terem observado teores de matéria seca e carboidratos solúveis superiores nos capins Tanzânia e Mombaça com 60 dias de crescimento vegetativo. Já RIBEIRO et al. (2002)

avaliaram o potencial da planta de *Brachiaria decumbens* na produção de silagens, aos 56 dias de crescimento vegetativo, e encontraram valores de 25,5% de matéria seca e 1,2% de carboidratos solúveis.

Na Tabela 3, observam-se também os teores dos constituintes da parede celular dos capins Tanzânia e Marandu no período que antecede o processo de ensilagem. Podem-se verificar elevados teores dessas frações (FDN e FDA) e de nitrogênio ligado à fibra (N-FDN e N-FDA) nas forragens, como consequência do estágio avançado de crescimento vegetativo em ambos os capins. BERNARDES (2003) avaliou a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, visando à ensilagem, e encontrou valores semelhantes aos do presente estudo. CASTRO (2002) avaliou o potencial para ensilagem do capim Tifton 85 e encontrou valores de 70,69% e 46,47% de FDN e FDA, corroborando com os dados encontrados no presente estudo.

Na Tabela 4 encontram-se os dados referentes à composição química bromatológica e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da polpa cítrica peletizada utilizada no estudo.

Tabela 4. Composição química bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da polpa cítrica peletizada.

Variáveis	Valor Médio
MS (%)	89,6
CHOsol. (% MS)	19,2
PB (% MS)	6,8
FDN (% MS)	26,9
FDA (% MS)	21,3
Hemicelulose (% MS)	5,6
Celulose (% MS)	19,7
Lignina (% MS)	1,6
DIVMS (%)	74,4

Perfil microbiológico

Nas Figuras 1 e 2, estão apresentadas as dinâmicas microbiológicas das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Observa-se que, no primeiro dia de fermentação, as silagens dos capins Tanzânia e Marandu apresentaram aumento na população de enterobactérias em todos os tratamentos. Para as silagens do capim

Tanzânia, após o quarto dia da ensilagem, não foi observado desenvolvimento desses microrganismos. Provavelmente, o pH e a ausência de oxigênio tenham sido os fatores que restringiram o desenvolvimento desses microrganismos. OSTLING & LINDGREN (1995) afirmam que as enterobactérias normalmente crescem extensivamente durante os primeiros dias de ensilagem, mas sua população decresce rapidamente à medida que o meio é acidificado.

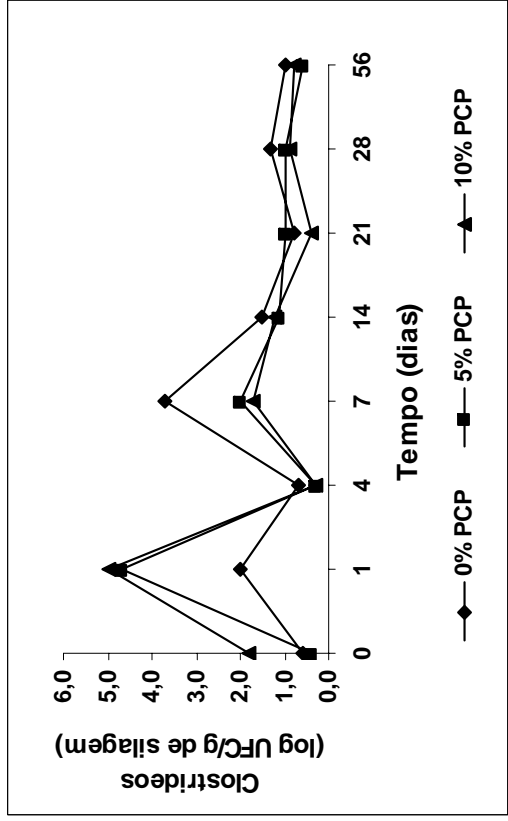
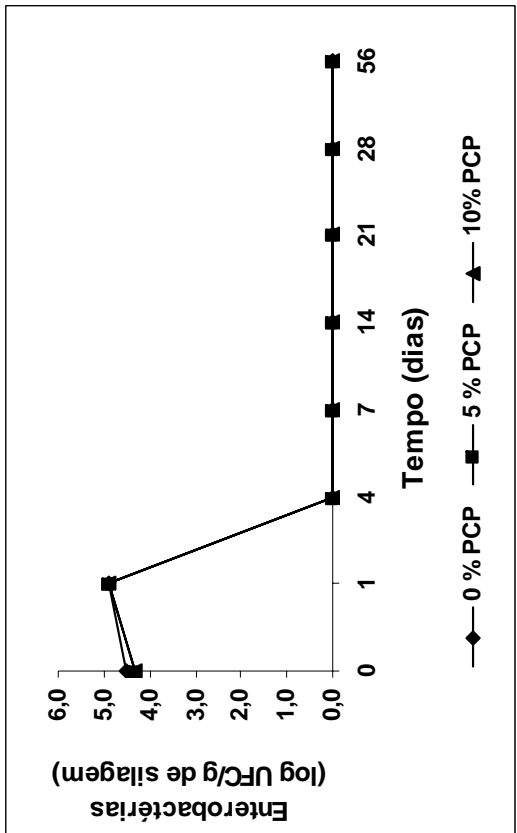
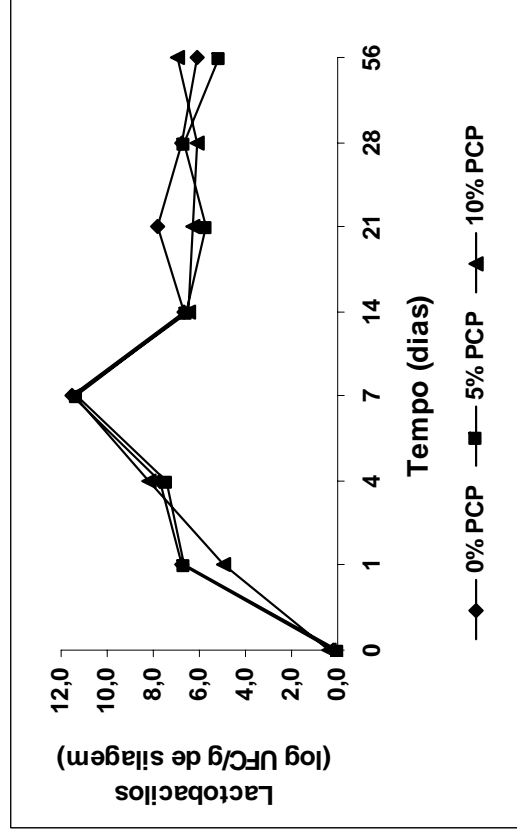


Figura 1. Dinâmica microbiológica das silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

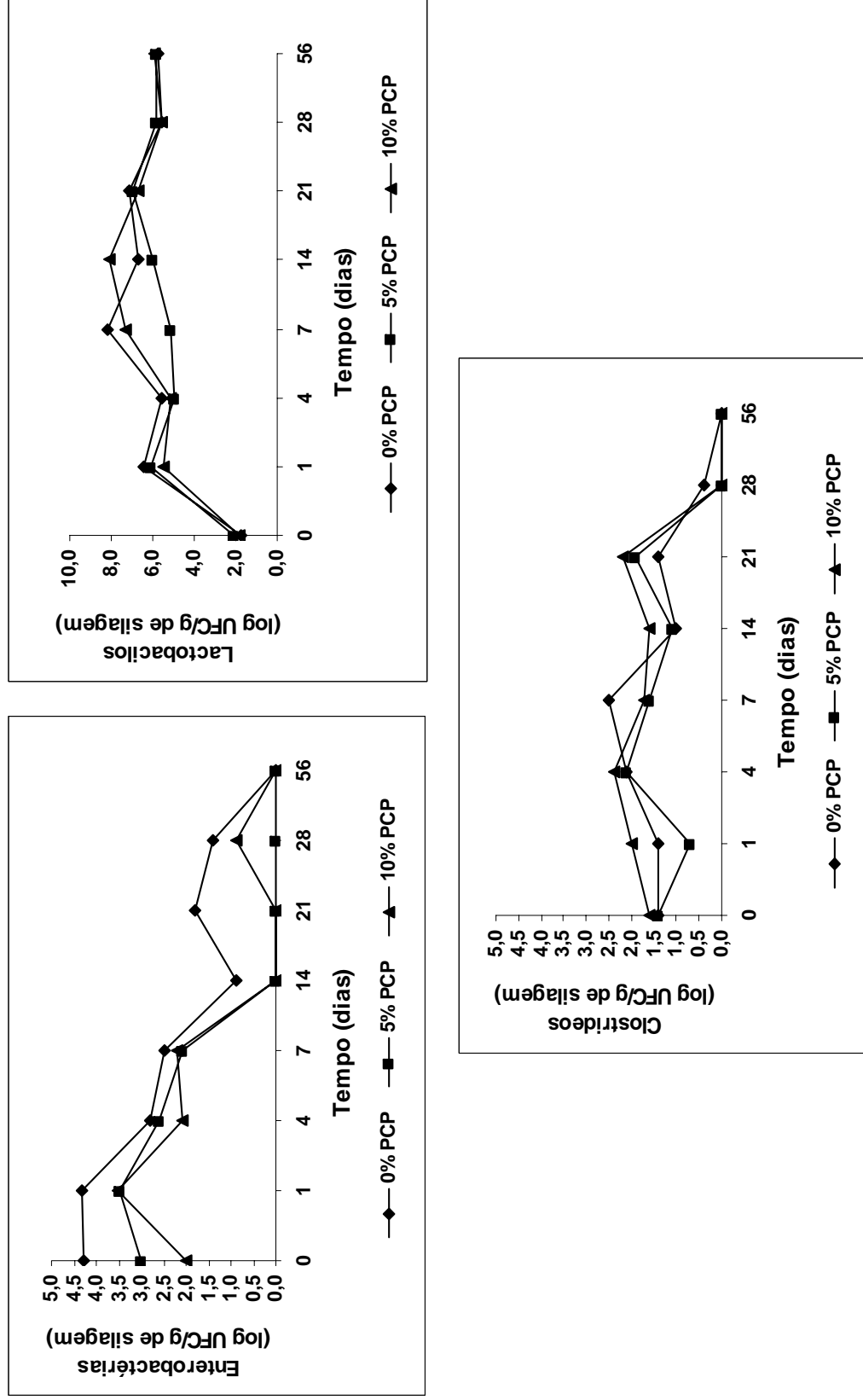


Figura 2. Dinâmica microbiológica das silagens do capim Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

Para as silagens do capim Marandu, observou-se variação na população de enterobactérias e sua presença deixou de ser detectada a partir do décimo quarto dia da ensilagem nas silagens com 5% de PCP e, no quinquagésimo sexto dia da ensilagem nas silagens do tratamento controle e com 10% de PCP. Um fator que pode ter contribuído para a sobrevivência das enterobactérias foi a tensão de oxigênio presente no silo. De acordo com SAVOIE & JOFRIET (2003), as enterobactérias são classificadas como microrganismos anaeróbios facultativos, ou seja, são capazes de utilizar o oxigênio como receptor final de elétrons no metabolismo respiratório, mas na sua ausência desenvolvem um processo no qual os compostos orgânicos são sucessivamente oxidados e reduzidos, porém com alterações pronunciadas no metabolismo. Em função disso, essas bactérias podem desenvolver-se em condições reduzidas de oxigenação, mas não sobrevivem em ausência total (anaerobiose) de oxigênio.

BERNARDES (2003) ensilou o capim Marandu submetido ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de PCP e observou ausência de desenvolvimento de enterobactérias a partir do quarto dia da ensilagem, nos tratamentos avaliados. O autor afirmou que a elevada densidade (900 kg/m^3) contribuiu para a rápida condição de anaerobiose nos silos.

As Figuras 1 e 2 demonstram o desenvolvimento de clostrídeos nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu.

Observa-se que a adição de PCP não influenciou a população de clostrídeos no momento da ensilagem, provavelmente pela inexistência de esporos da bactéria no aditivo. Verifica-se, ainda, que a população de clostrídeos sofreu aumento significativo 24 horas após a ensilagem, principalmente nas silagens do capim Tanzânia com 5% e 10% de PCP. Em relação às silagens do capim Marandu (Figura 2), observa-se que a adição de 5% e 10% de PCP promoveram diminuição e aumento na população de clostrídeos, após 24 horas da ensilagem. No decorrer do período de tempo, observa-se que as silagens dos capins Tanzânia e Marandu apresentaram diminuição ($P < 0,05$) nas populações de clostrídeos do primeiro até o quinquagésimo sexto dia da ensilagem, e as silagens do capim Marandu apresentaram ausência dessas bactérias no quinquagésimo sexto dia da ensilagem.

BERNARDES (2003) observou que a adição de 5% e 10% de PCP elevou a população de clostrídeos no momento da ensilagem do capim Marandu. O autor comentou que a contaminação do aditivo com esporos da bactéria podem ter contribuído para a elevação da população.

A população de clostrídeos observada para as silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram superiores às reportadas por BERNARDES (2003) que encontraram 0,2 a 0,8 log UFC/g de silagem do capim Marandu submetido ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de PCP.

Através da análise das Figuras 1 e 2, pode-se observar que as silagens dos capins Tanzânia e Marandu apresentaram aumento da população de lactobacilos com 24 horas da ensilagem, estendendo-se até o sétimo dia. Após esse aumento, a população de lactobacilos permaneceu quase constante até o quinquagésimo sexto dia da ensilagem, embora seja perceptível a amplitude de variação da população no decorrer dos tempos de abertura dos silos, para ambas as silagens.

PAHLOW et al. (2003) comentaram que as bactérias do gênero *Lactobacillus* envolvem bactérias homo e heterofermentativas, e conseqüentemente, um variado grupo de espécies em relação à tolerância ao pH. Sendo assim, as oscilações nas populações dessas bactérias são explicadas pela alternância entre dois grupos de bactérias lácticas, e isso se deve ao crescimento e/ou inibição de determinadas espécies durante o processo de fermentação (BERNARDES, 2003).

Nas Figuras 3 e 4, encontram-se as proporções de bactérias homo e heterofermentativas em relação à população de lactobacilos das silagens dos capins Tanzânia e Marandu.

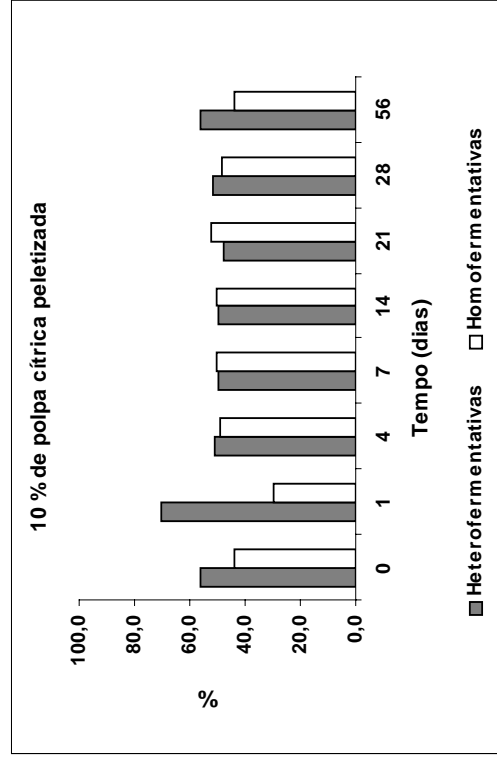
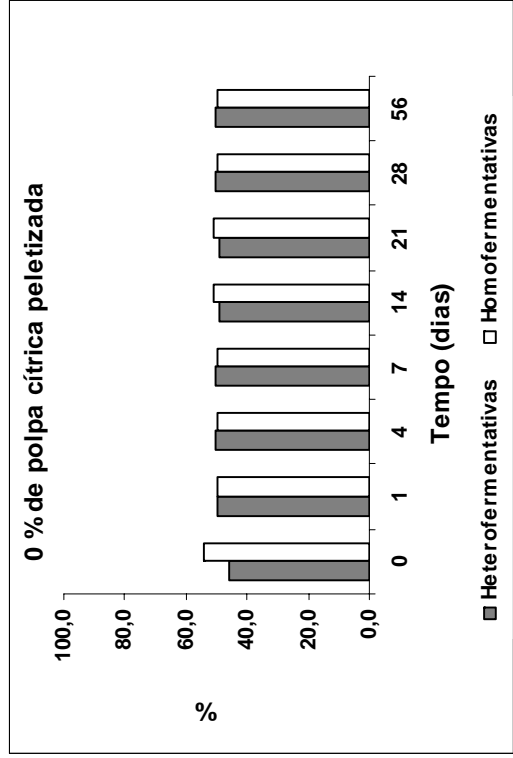
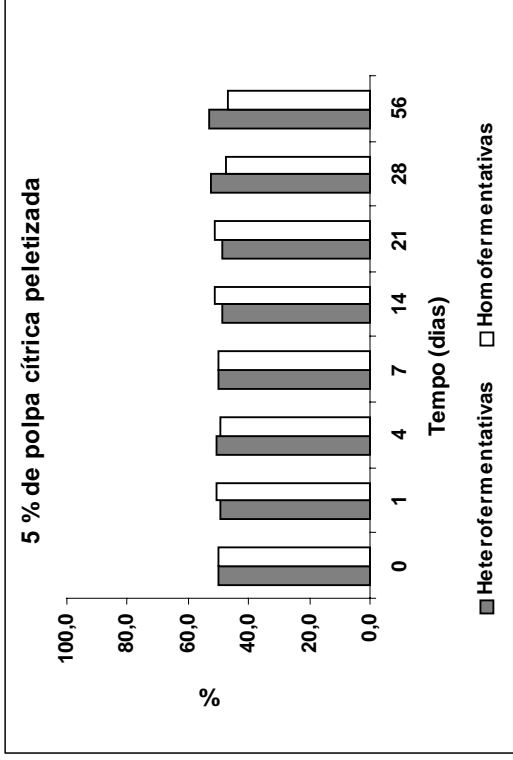


Figura 3. Ocorrência de bactérias homo e heterofermentativas nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

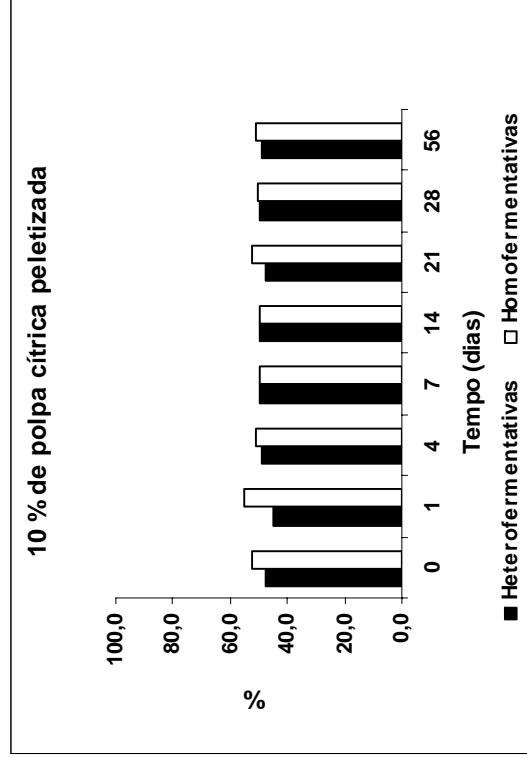
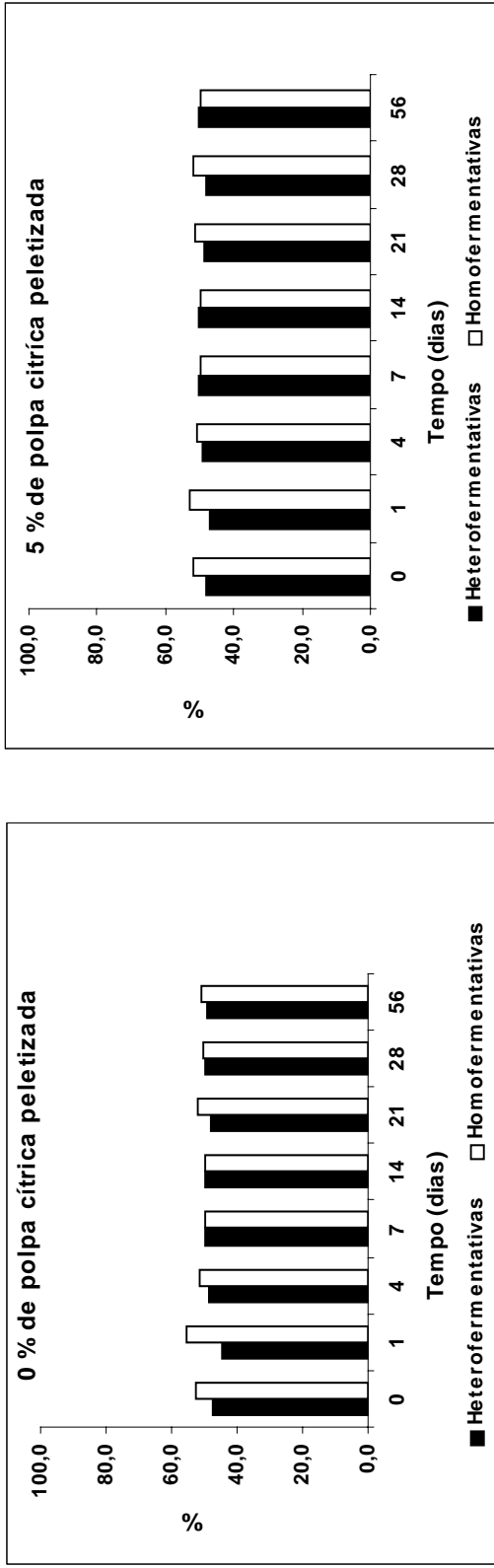


Figura 4. Ocorrência de bactérias homo e heterofermentativas nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

Observa-se que, desde o momento que antecede o processo de ensilagem até o quinquagésimo sexto dia de fermentação, a proporção de bactérias homo e heterofermentativas foram semelhantes, tanto nas silagens do capim Tanzânia como nas de Marandu. De maneira geral, observa-se que 50,0%, 49,0%, 46,0%; 51,0%, 51,0% e 51,5% das bactérias foram classificadas como homofermentativas nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas aos tratamentos controle, 5% e 10% de PCP, respectivamente.

BERNARDES (2003) trabalhou com silagens do capim Marandu submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de PCP, e verificou que 80%, 60% e 70% das cepas de lactobacilos encontrados eram homofermentativas, sendo superiores aos encontrados no presente estudo.

De acordo com McDONALD et al. (1991), quando o pH da silagem atinge valor inferior a 5,0, a população de bactérias ácido-láticas heterofermentativas permanece estável, em função da acidez inibitória ao seu crescimento e ocorre maior atividade da população de bactérias homofermentativas, as quais são mais eficientes (produzem somente ácido-lático), levando a redução mais rápida do pH.

Perfil fermentativo

Nas Figuras 5 e 6, estão relacionados os dados referentes aos teores de MS, N-NH₃ e valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Observa-se, nas silagens (Tanzânia e Marandu), incremento nos teores de MS conforme foram adicionadas quantidades crescentes de PCP. No decorrer do processo fermentativo, não foram observadas variações bruscas nos teores de MS, independentemente das silagens avaliadas.

De acordo com WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991), o pH, juntamente com a concentração de ácidos orgânicos e de nitrogênio amoniacal, são parâmetros normalmente empregados na qualificação do processo de ensilagem. Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são esperados em uma silagem bem conservada.

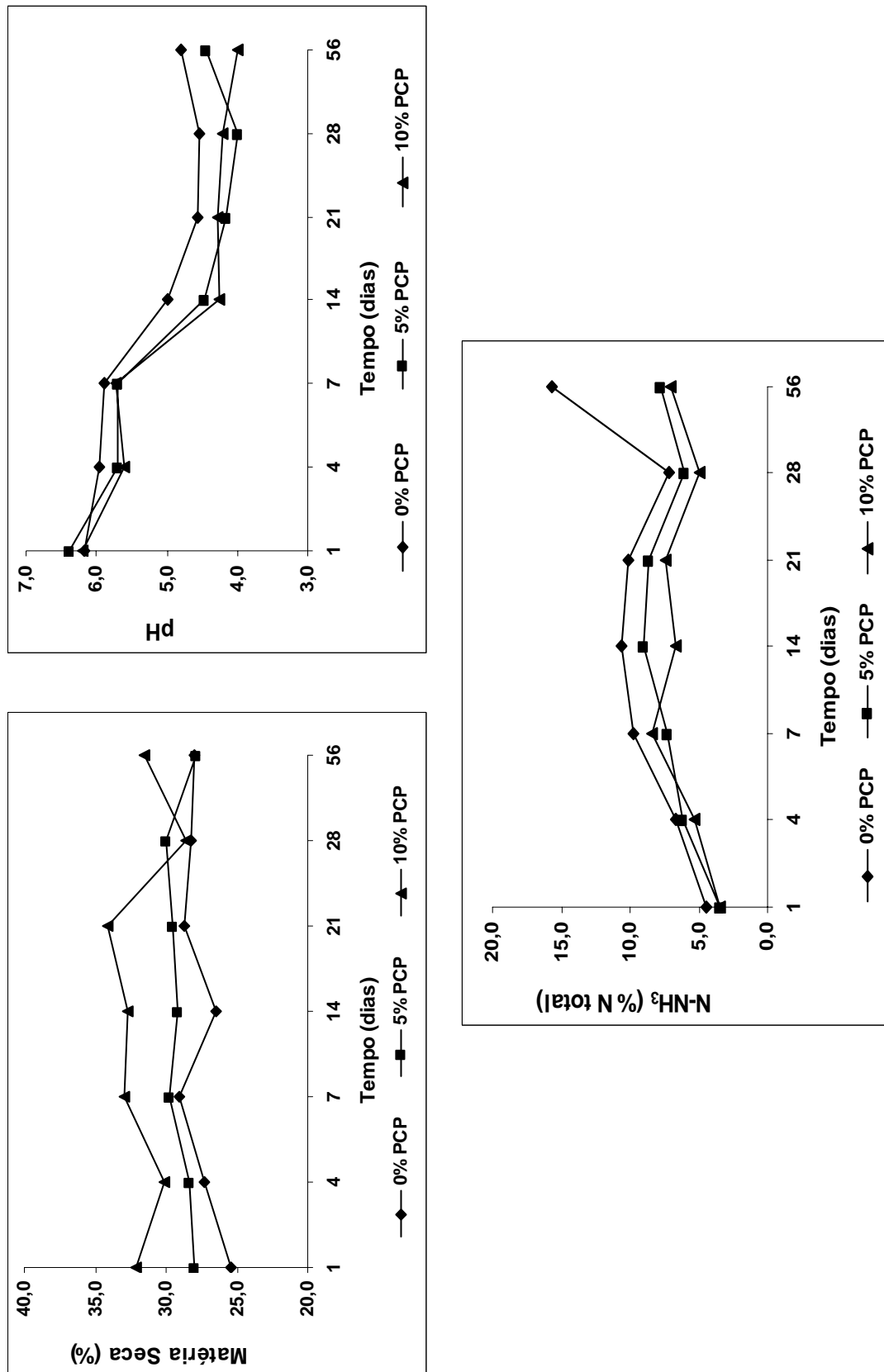


Figura 5. Variação temporal dos teores de MS, pH e N-NH₃ das silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

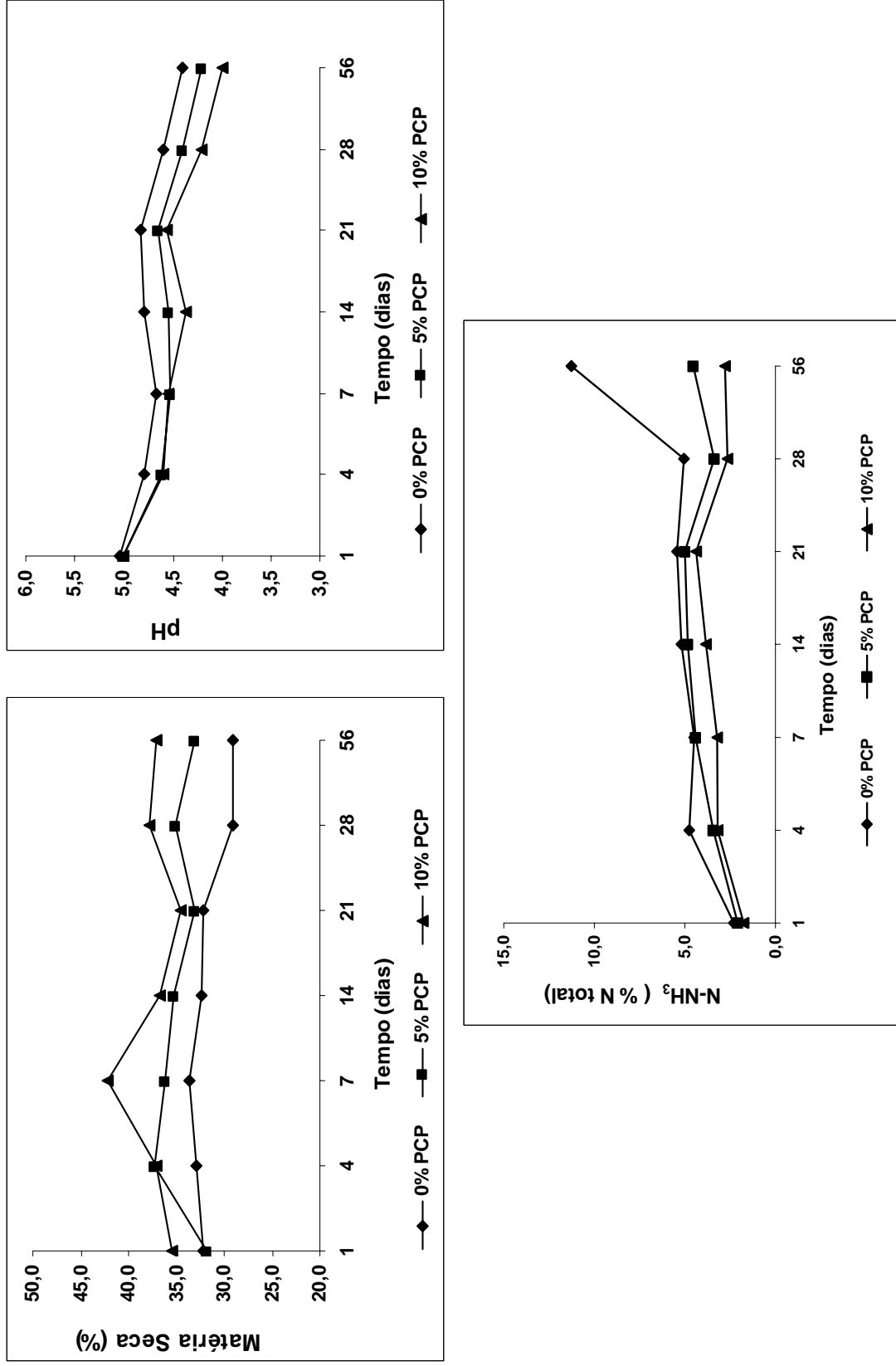


Figura 6. Variação temporal dos teores de MS, pH e N-NH₃ das silagens dos capins Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

No entanto, o pH não deve ser empregado como critério exclusivo na avaliação da fermentação, pois seu efeito inibidor de microrganismos é dependente da velocidade de declínio da concentração iônica e do teor de umidade do material ensilado.

Pela análise das Figuras 5 e 6, constata-se que o aumento na inclusão de PCP promoveu declínio ($P < 0,05$) nos valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Observa-se redução brusca do pH do primeiro até o quarto dia nos tratamentos estudados ($P < 0,05$), sendo que, a partir desse dia, o pH apresentou decréscimo mais lento. Nas silagens do capim Tanzânia, observa-se que, a partir do vigésimo primeiro dia, houve estabilização do pH.

Nas silagens do capim Marandu (Figura 6), constatou-se que os valores de pH declinaram lentamente até o último dia de abertura dos silos (56 dias). As silagens do capim Tanzânia e Marandu apresentaram pH de estabilização de 4,6, 4,2, 4,2 e 4,4; 4,2, 4,0, nas silagens controle e com 5% e 10% de PCP, respectivamente. Os dados encontrados no presente estudo estão de acordo com aqueles obtidos por BERNARDES (2003), que trabalhou com os tratamentos controle, adição de 5% e 10% de PCP na ensilagem do capim Marandu com 58 dias de idade e obteve pH de 4,5, 4,2 e 4,0.

SILVA (2002) estudou o efeito da inclusão de diferentes níveis (controle, 3%, 6%, 9% e 12%) de PCP nos valores de pH das silagens do capim Tanzânia e observou que, a partir do sexagésimo dia da ensilagem, houve estabilização do pH em todos os tratamentos avaliados. Da mesma forma, AGUIAR et al. (2001) obtiveram redução no valor de pH nas silagens do capim Tanzânia sob os tratamentos controle, 5% e 10% de PCP, atingindo valores de pH de 5,6, 4,9 e 4,9, respectivamente.

A adição de PCP, em decorrência do elevado potencial absorvente e por disponibilizar carboidratos fermentescíveis às bactérias ácido-láticas, contribui para o abaixamento do pH e melhor conservação das silagens que receberam o aditivo.

Os teores de $N-NH_3$ (% N total) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão expressos nas Figuras 5 e 6. A inclusão de PCP promoveu diminuição significativa nos teores dessa variável em ambas as silagens. Entretanto, com o avançar do período de fermentação, observa-se que as silagens apresentaram

incremento ($P < 0,05$) nos teores de $N-NH_3$ até o vigésimo primeiro dia. Os resultados obtidos no presente estudo estão de acordo com os obtidos por IGARASI (2002), que avaliou as silagens do capim Tanzânia com 15% de PCP e constatou que a adição da mesma elevou os teores de MS e reduziu os valores de $N-NH_3$ produzidos.

Os dados referentes às concentrações molares dos ácidos orgânicos das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão demonstrados nas Figuras 7 e 8. Observa-se que a presença de PCP diminuiu a concentração molar de ácido acético a partir do quarto dia da ensilagem, mantendo essa condição até o quinquagésimo sexto dia, tanto para as silagens do capim Tanzânia quanto para as do capim Marandu. A produção elevada de ácido acético pode ser explicada pela elevada atividade microbiológica das bactérias heterofermentativas (Figuras 3 e 4) durante todo o processo fermentativo das silagens avaliadas.

De acordo com McDONALD et al. (1991), a elevada produção de ácido acético é indício da atuação de enterobactérias, que ocorrem durante os estágios iniciais da fermentação da silagem, competindo com as bactérias lácticas por nutrientes. Essa condição não foi observada para as silagens do capim Tanzânia, uma vez que não foi detectado crescimento de enterobactérias após o quarto dia da ensilagem (Figura 1). As silagens do capim Marandu apresentaram significativa população de enterobactérias no decorrer do processo fermentativo (Figura 2), contribuindo, provavelmente, na produção de ácido acético.

Em relação ao ácido propiônico (Figuras 7 e 8), constatou-se uma maior concentração molar nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu aditivadas com PCP. Ao longo do período, observou-se aumento ($P < 0,05$) na concentração molar do ácido propiônico no décimo quarto e no vigésimo primeiro dia, não sendo detectada sua produção após o vigésimo primeiro dia e vigésimo oitavo dia para as silagens do capim Tanzânia e Marandu, respectivamente.

No que se refere ao ácido butírico (Figuras 7 e 8), observou-se que as silagens do capim Tanzânia e Marandu, aditivadas com PCP, apresentaram menores concentrações molares ao longo de todo o processo fermentativo. Nas silagens do capim Marandu, após o vigésimo oitavo dia, não foi detectada produção de ácido butírico nas silagens aditivadas com 5% e 10% de PCP, corroborando com os dados

apresentados nas Figura 1 e 2, que mostram haver atividade limitada de clostrídeos nas silagens com os respectivos tratamentos, provavelmente em função dos baixos valores de pH observados (Figuras 5 e 6).

Segundo MUCK (1988), o pH no qual a atividade dos clostrídeos cessa está na dependência da atividade da água, relacionada ao teor de matéria seca da silagem. Isso está ligado ao fato de que os clostrídeos são sensíveis ao aumento da pressão osmótica. A atividade dessas bactérias diminui acentuadamente em silagens com alto teor de matéria seca, enquanto, em forragens com alta umidade, os clostrídeos podem tolerar altas concentrações de ácidos e íons H^+ , sendo necessário pH baixo para conservar a silagem.

Outra desvantagem da fermentação por clostrídeos é que o ácido butírico, produzido por esses microrganismos, é fraco para a conservação da silagem, e ocorrem grandes perdas de energia, durante o processo fermentativo (mais de 20%), em relação à fermentação láctica em que as perdas de energia são reduzidas a menos de 5% (McDONALD et al. 1991; JOBIM & GONÇALVES, 2003).

Nas Figuras 7 e 8, pode-se observar que a adição de PCP aumentou a concentração molar do ácido valérico logo após a ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu. Porém, ao longo do tempo, observou-se que, após o quarto e o sétimo dia da ensilagem, não foi detectada produção desse ácido para as respectivas silagens.

KUNG JR. (2001) relatou que o adequado processo fermentativo de gramíneas forrageiras tropicais, com teores de matéria seca variando de 25 a 35%, é caracterizado por apresentar 6 a 10% de ácido láctico, 1 a 3% de ácido acético, menos que 0,1% de ácido propiônico, menos que 0,5% de ácido butírico, 8 a 12% de $N-NH_3$ (N total) e pH final entre 4,3 a 4,7.

Em vista da afirmação do autor supracitado, e tendo como bases os parâmetros de pH e $N-NH_3$ (Figuras 5 e 6) e de ácidos orgânicos (Figuras 7 e 8) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, pode-se inferir que as silagens submetidas à adição de 5% e 10% de PCP apresentaram adequado processo fermentativo, embora, não tenham sido quantificadas as concentrações molares de ácido láctico.

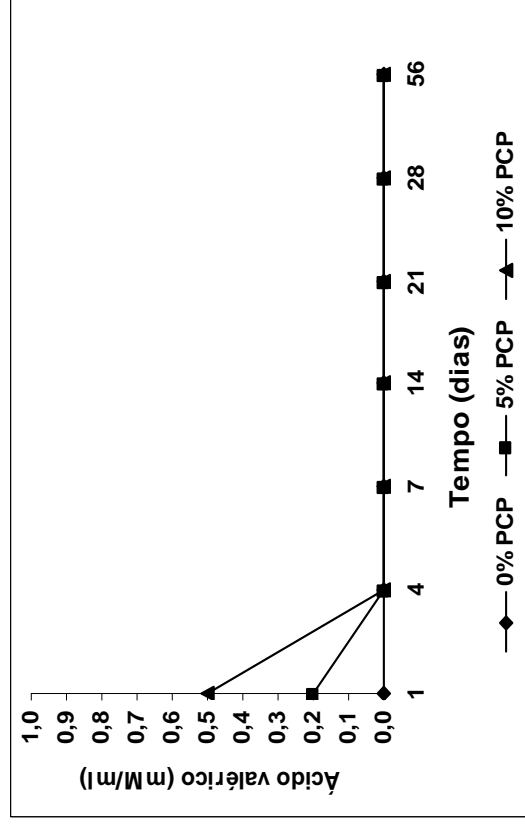
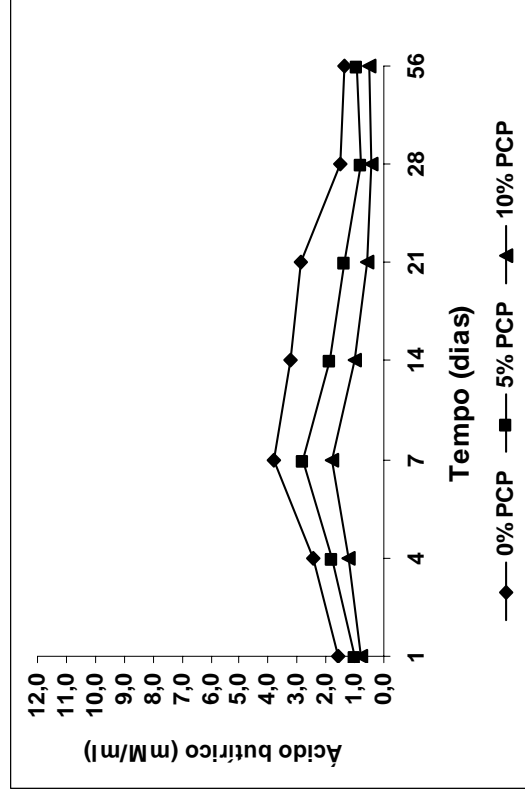
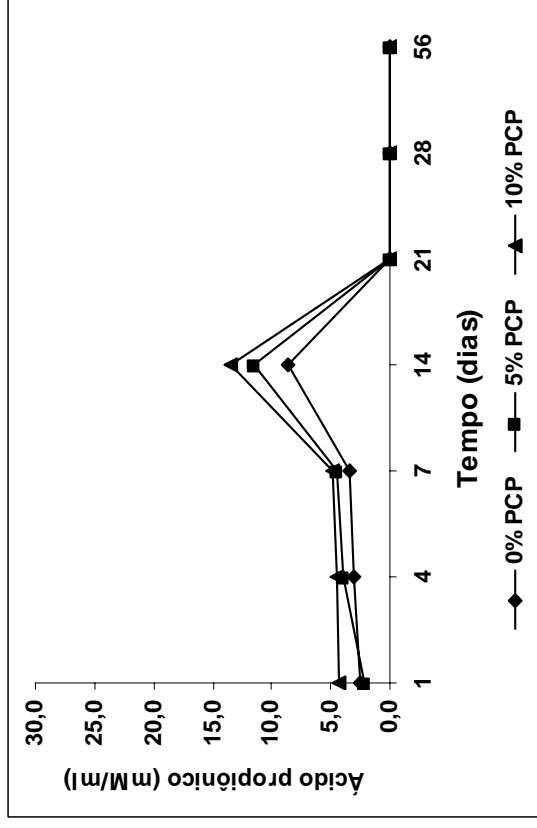
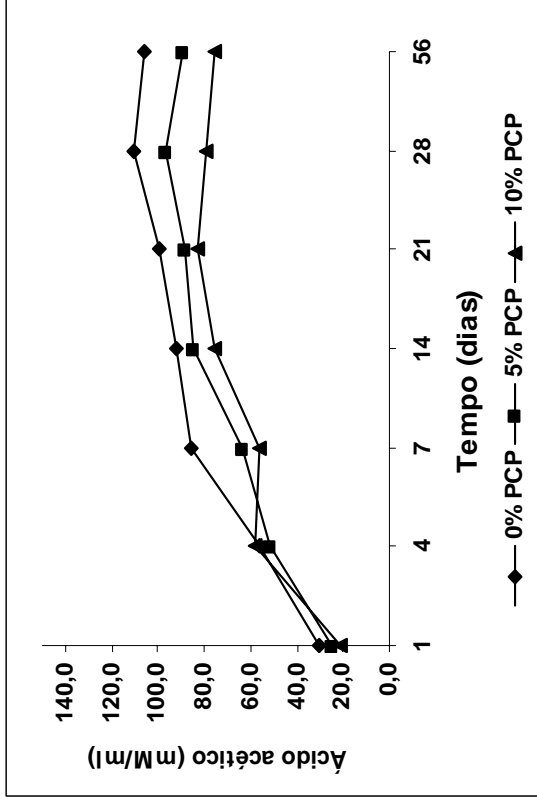


Figura 7. Variação temporal das concentrações molares dos ácidos acético, propiônico, butírico e valérico nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

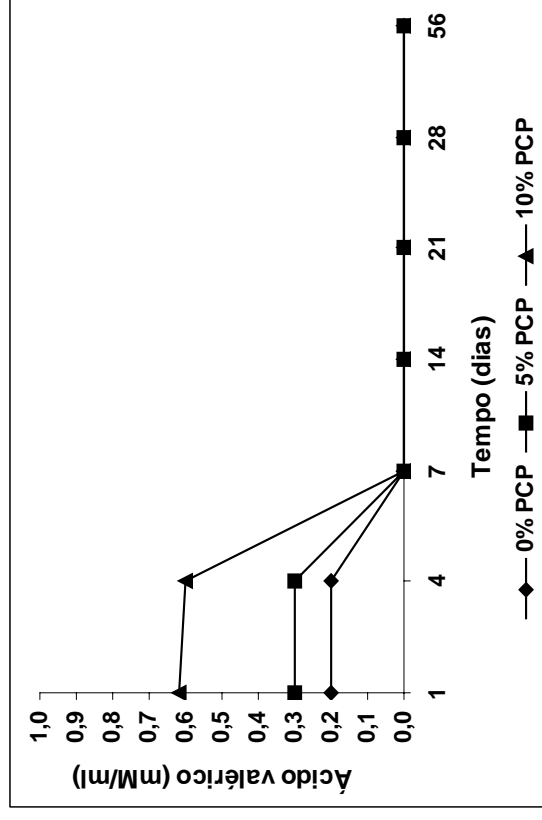
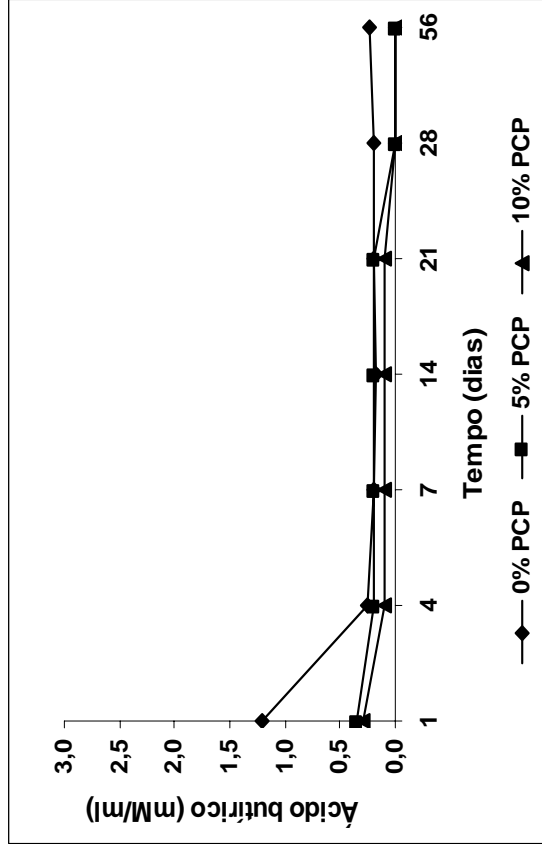
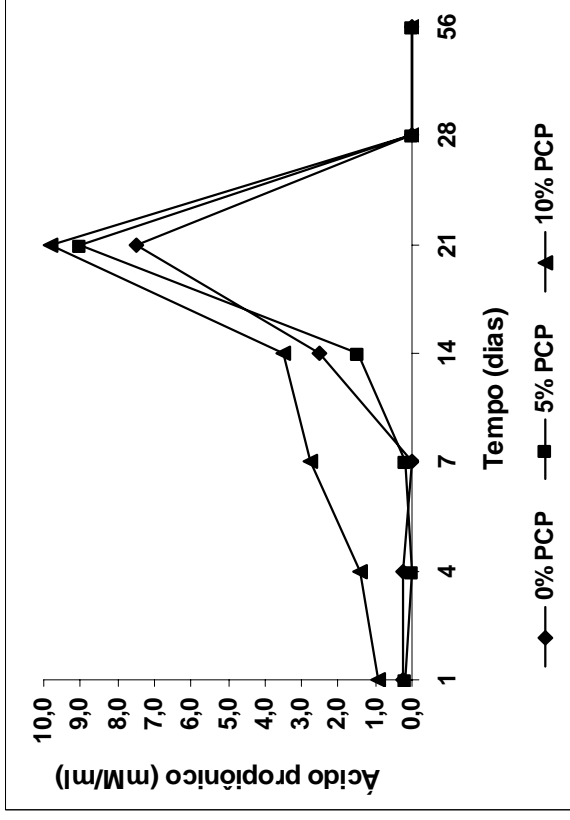
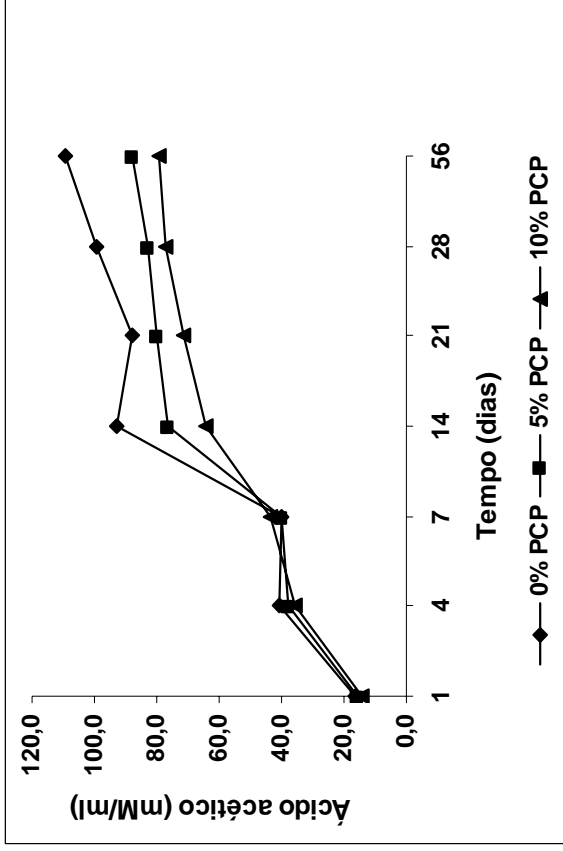


Figura 8. Variação temporal das concentrações molares dos ácidos acético, propiónico, butirico e valérico nas silagens do capim Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

Os valores de pH (Figuras 5 e 6) observados nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivadas com 5% e 10% de PCP, indicam a produção de ácido láctico durante o processo fermentativo, uma vez que as concentrações molares dos ácidos acético, propiônico, butírico e valérico não são suficientes para promover o abaixamento do pH para os patamares observados.

Nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, sem a adição de PCP, observou-se valores elevados de pH e dos teores de N-NH₃ (Figuras 5 e 6), que associados à elevada concentração molar do ácido acético produzido (Figuras 7 e 8) e à elevada população de bactérias lácticas heterofermentativas (Figuras 3 e 4), nos permite concluir que a qualidade fermentativa dessas silagens foi relativamente baixa.

De acordo com BENACHIO (1965), as silagens são classificadas quanto ao teor de nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total) em muito boa, quando os valores são inferiores a 10%; aceitável entre 10% a 15%; e insatisfatória, quando os valores situam-se acima de 20%. Diante disso, pode-se inferir que as silagens com adição de 5% e 10% de PCP, no estudo, classificaram-se como muito boas. Já as silagens sem adição de PCP apresentaram-se aceitáveis. A análise das Figuras 5 e 6 permitem concluir que as silagens dos capins Tanzânia e Marandu sem a adição de PCP sofreram proteólise após o vigésimo dia do início do processo fermentativo.

WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991) comentaram que a proteólise se estende durante a fermentação, quando não ocorrem condições ácidas suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos. No entanto, as condições ácidas foram rapidamente estabelecidas, embora as faixas de pH obtidas para as silagens dos capins Tanzânia (4,5) e Marandu (4,6), sem adição de PCP, não tenham sido suficientes (pH 3,2) para inibir a atividade proteolítica dos microrganismos.

De acordo com PAHLOW et al. (2003), a produção de amônia pode ter ocorrido em virtude do baixo perfil de carboidratos fermentáveis presentes nas silagens sem adição de PCP, uma vez que as bactérias ácido-láticas podem utilizar aminoácidos como fonte primária de energia para crescimento e metabolismo.

McDONALD et al. (1991) e PAHLOW et al. (2003) comentaram que as bactérias ácido-láticas não são proteolíticas, porém comportam-se, dessa forma,

quando o aporte de nutrientes é baixo e/ou quando ocorre baixo poder de síntese de aminoácidos, sendo necessário, nessas circunstâncias, de um suprimento extra.

Composição química das silagens

Os dados referentes aos teores de proteína bruta (PB) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão demonstrados nas Figuras 9 e 10. Observa-se que o teor de proteína bruta foi influenciado ($P < 0,05$) pela adição de PCP, havendo ligeira diminuição no conteúdo de PB com a adição de PCP nas silagens do capim Tanzânia. Os dados de PB das silagens do capim Tanzânia estão de acordo com os encontrados por BERNARDES (2003), que observou teores de PB de 9,3% e 9,7% nas silagens de capim Marandu do tratamento controle e com 10% de PCP.

Em relação às silagens do capim Marandu, não foi observado efeito da adição de PCP sobre os teores de PB das silagens no primeiro dia de abertura dos silos. No entanto, observa-se que, com o decorrer do tempo, as silagens com 5% e 10% de PCP apresentaram aumento da PB em relação ao tratamento sem adição de PCP. Esse fato pode ser explicado devido as silagens que não receberam PCP terem apresentado produção de efluentes, com conseqüente lixiviação de compostos nitrogenados solúveis.

Segundo McDONALD et al. (1991), a redução dos teores de PB da silagem pode ser proveniente da ação das enzimas proteolíticas das plantas, uma vez que a hidrólise das proteínas pode elevar os teores de nitrogênio solúvel para mais de 50% em relação ao nitrogênio total. Esse fato contribui para o aumento das perdas de nitrogênio por lixiviação em forragens com alto teor de umidade, como é o caso das gramíneas tropicais. No entanto, de acordo com WOOLFORD (1984) maiores teores de $N-NH_3$ indicam maior intensidade de proteólise, e isso se deve principalmente pela fermentação dos aminoácidos pelos clostrídeos via deaminação de valina e leucina e reações de oxi-redução entre alanina e glicina.

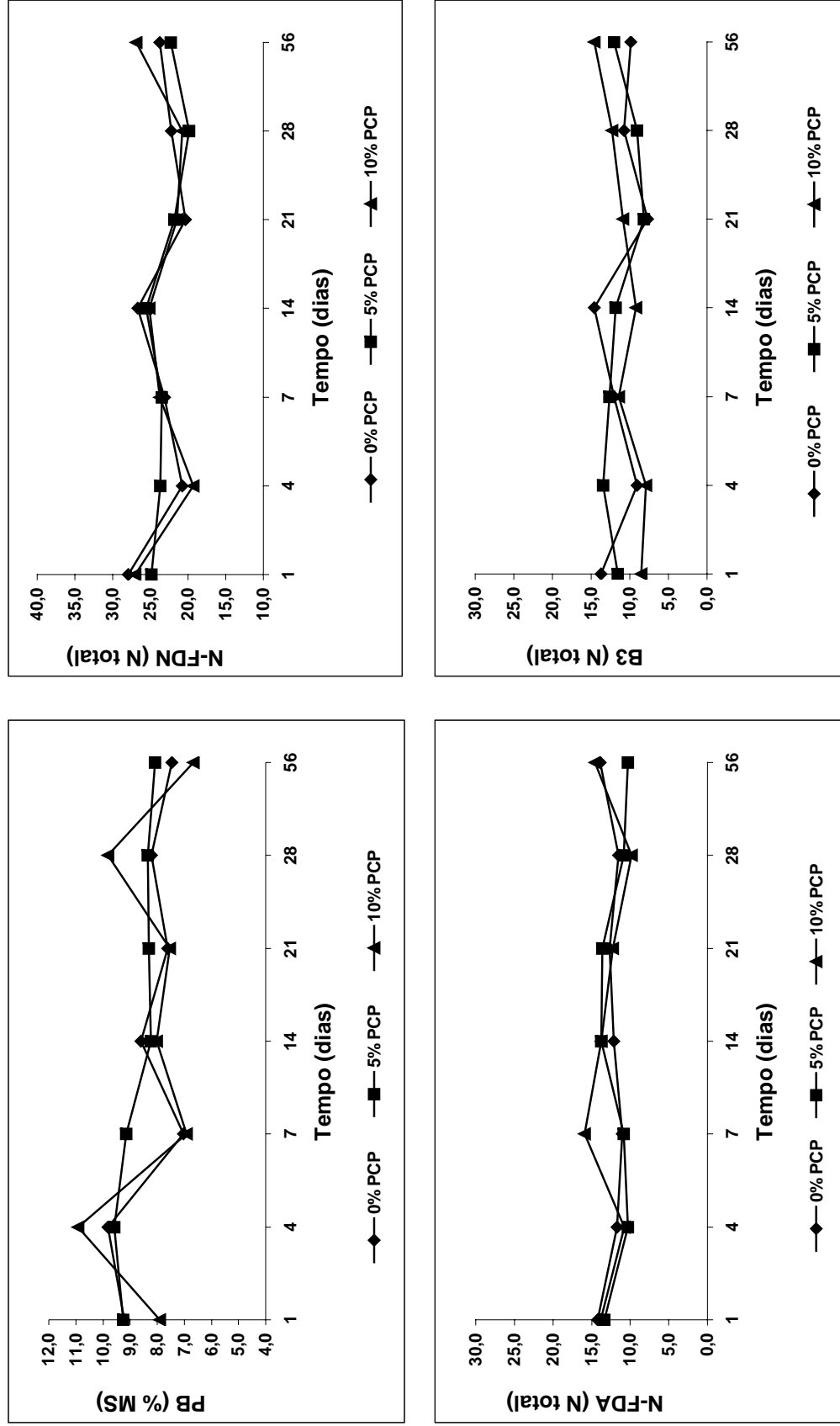


Figura 9. Variação temporal dos teores de PB, N-FDA, N-FDN, N-FDA e fração B3 das silagens de capim Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

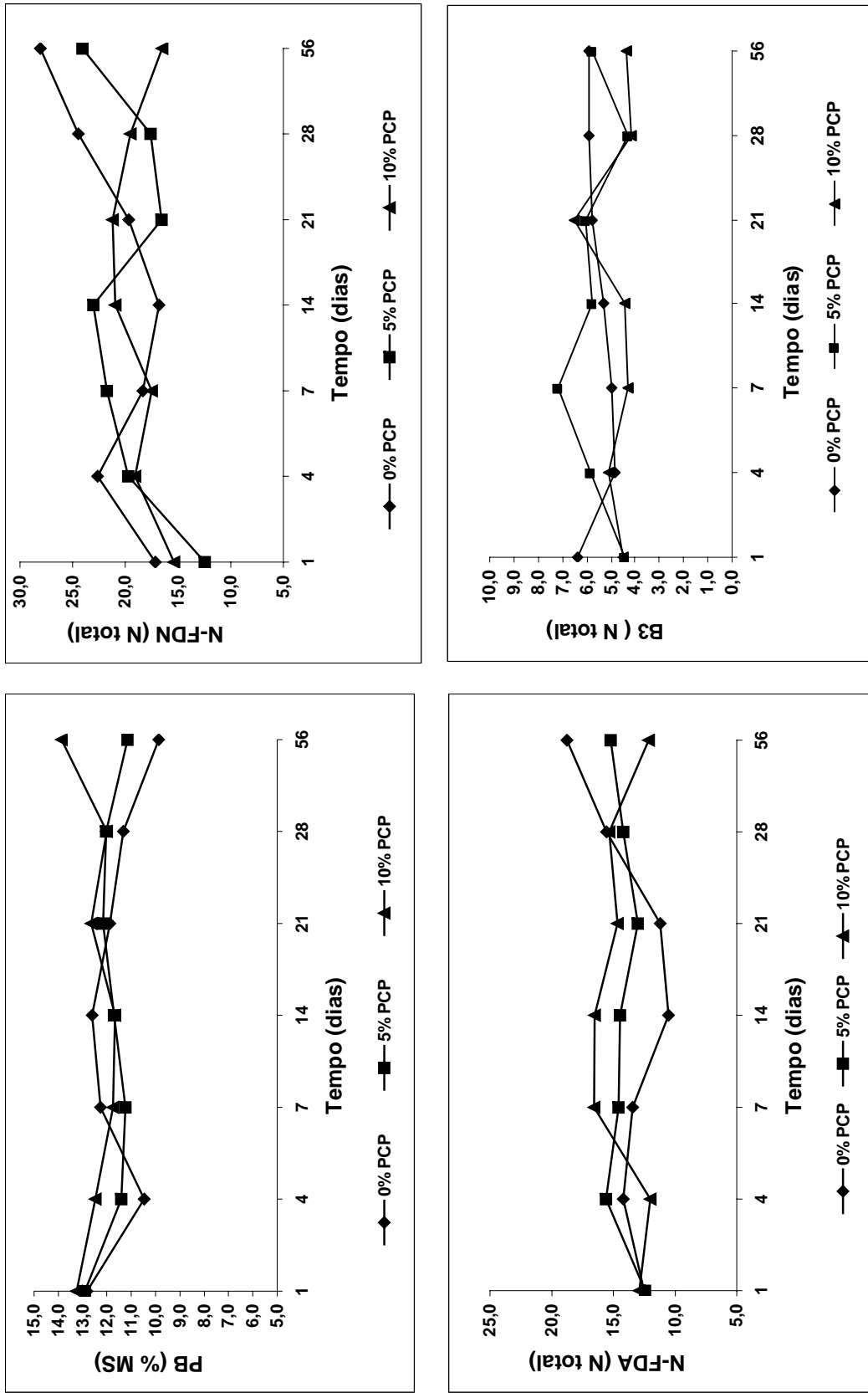


Figura 10. Variação temporal dos teores de PB, N-FDA, N-FDN, N-FDA e fração B3 das silagens de capim Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

Os teores de nitrogênio ligados ao FDN (Figuras 9 e 10) não sofreram aumento ($P>0,05$) com a participação da PCP durante a ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu. Os resultados encontrados, no presente estudo, contrariam os dados da literatura (AGUIAR et al., 2001; IGARASI, 2002; CASTRO, 2002; BERNARDES, 2003), em que foi observado aumento do N-FDN quando a PCP é adicionada. De acordo com BALSALOBRE et al. (2001), o N-FDN tem ampla variação entre análises bromatológicas, encontrando-se valores entre 25% a 70%, sendo a maior freqüência na faixa de 40% a 60% do nitrogênio total. Em relação aos tempos de abertura, observou-se que as silagens do capim Tanzânia apresentaram diminuição ($P<0,05$) dos teores de N-FDN do primeiro para o quarto dia. Esse fato não foi observado nas silagens do capim Marandu, que apresentaram aumento ($P<0,05$).

No que se refere ao N-FDA, observa-se que a adição de PCP não teve efeito sobre essa variável nas silagens do capim Tanzânia (Figura 9), tanto no início como no decorrer do processo fermentativo. Nas silagens do capim Marandu (Figura 10) não foram observados efeitos da inclusão de PCP sobre os teores de N-FDA. No entanto, a partir do sétimo dia até o vigésimo primeiro dia, a adição de PCP proporcionou silagens com maiores teores de nitrogênio ligados ao FDA. Já no quinquagésimo sexto dia, a PCP acarretou diminuição nos teores de N-FDA. Observou-se amplitude de variação considerável para os teores de N-FDA dessas silagens. Os dados encontrados no presente estudo corroboram com os de BERNARDES (2003), que observou comportamento semelhante com os teores de N-FDA das silagens de capim Marandu dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP.

A fração protéica B3, como é proposta por SNIFFEN et al. (1992), consiste na parcela de proteína insolúvel em detergente neutro e solúvel em detergente ácido, sendo obtida pela diferença entre os teores de N-FDN e N-FDA. De acordo com esse autor, em termos nutricionais, a fração B3 é lentamente degradada no rúmen, visto sua ligação com os componentes da parede celular e uma alta proporção da fração B3 escapa da degradação ruminal. Entretanto, a fração B3 tem significativa importância nas reações proteolíticas ocorridas durante a ensilagem, uma vez que aumentos na fração do N-NH₃ podem ser provenientes da degradação da fração B3,

da mesma forma, que reduções da fração B3 durante a fermentação, podem ser decorrentes da hidrólise ácida da hemicelulose por ácidos orgânicos, conforme foi observado nas silagens do capim Tanzânia (Figura 11).

Nas Figuras 9 e 10, podem-se observar os teores da fração B3 das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Nas silagens do capim Tanzânia, observa-se que a adição de PCP promoveu diminuição ($P < 0,05$) nos teores da fração B3. Da mesma forma, nas silagens do capim Marandu também se observou influência ($P < 0,05$) da PCP na diminuição dos teores da fração B3, embora não tenham sido verificadas diferenças ($P > 0,05$) entre os tratamentos com 5% e 10% de PCP.

Nas silagens de capim Marandu observou-se variação expressiva nos teores da fração B3 no decorrer do período fermentativo. Os dados obtidos contrariam aqueles observados por BERNARDES (2003), que constatou diminuição da fração B3 com o decorrer do tempo. Esse autor comentou ainda que a fração B3 teve importância significativa nas reações proteolíticas ocorridas durante a ensilagem, uma vez que observou relação inversa entre os teores de N-NH₃ e as frações N-FDN e B3 das silagens.

De acordo com VAN SOEST (1994), as frações celulose, hemicelulose e lignina, além da cutina e sílica em forragens, são representadas pela fibra em detergente neutro (FDN). O teor de FDN é um dos parâmetros utilizados para caracterizar o potencial de ingestão da forragem, uma vez que está diretamente relacionado ao efeito de enchimento ruminal, e inversamente, à concentração energética do alimento (MERTENS, 1992).

Os dados referentes aos teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão demonstrados nas Figuras 11 e 12. Observa-se que, com a adição de PCP, houve diminuição ($P < 0,05$) nos teores de FDN de ambas as silagens. Esse fato se deve ao efeito de diluição que a PCP promoveu, tendo em vista que a PCP apresenta teores inferiores (26,9%) de FDN, quando comparados às forrageiras. Não houve efeito ($P > 0,05$) para a interação tratamento x tempo. Os teores de FDN do presente estudo foram superiores aos encontrados por BERNARDES (2003), que encontrou valores próximos a 75,0%, 62,0% e 55,0% de FDN nas silagens do capim Marandu dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP.

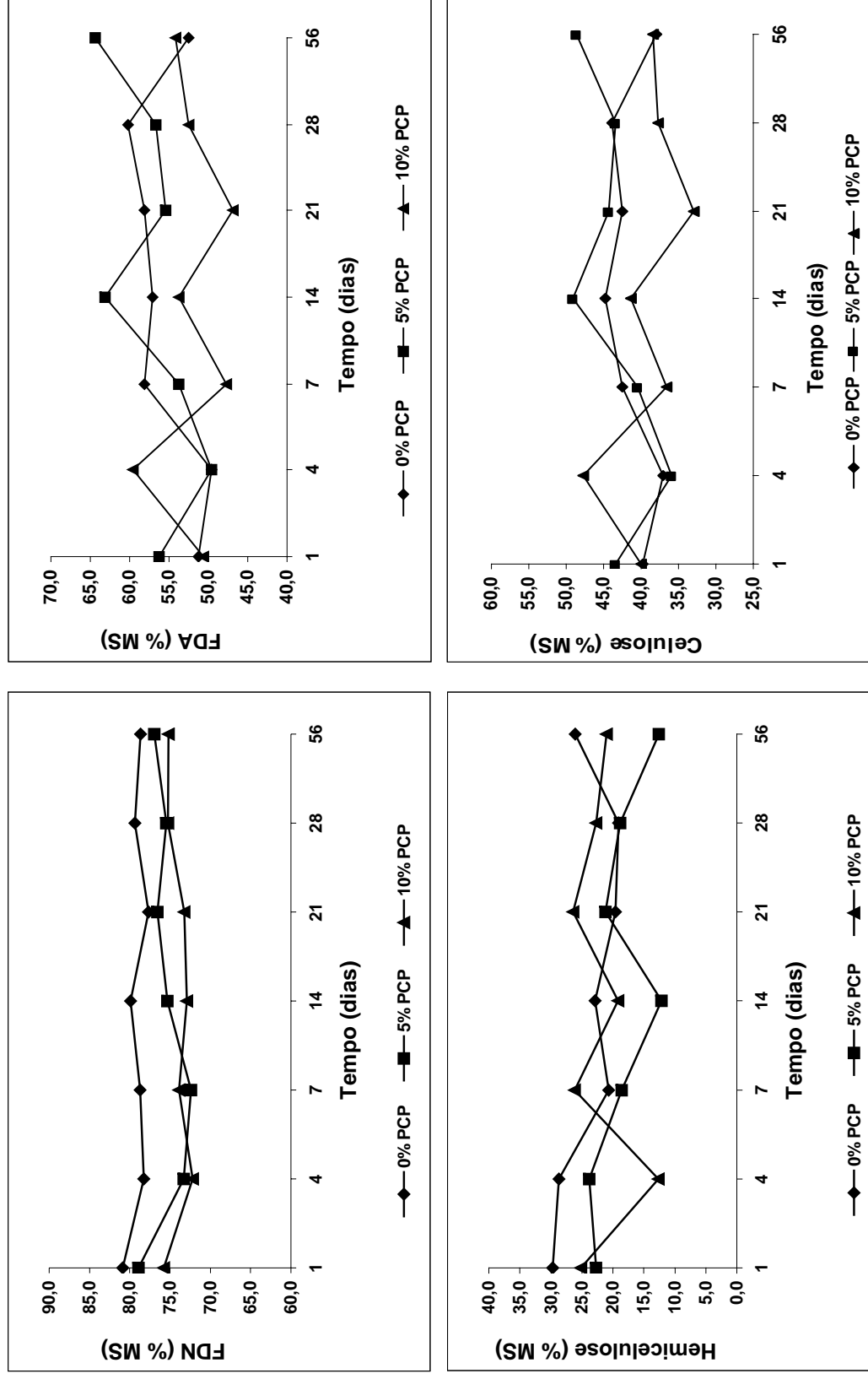


Figura 11. Variação temporal dos teores de FDN, FDA, Hemicelulose e Celulose das silagens do capim Tanzânia, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

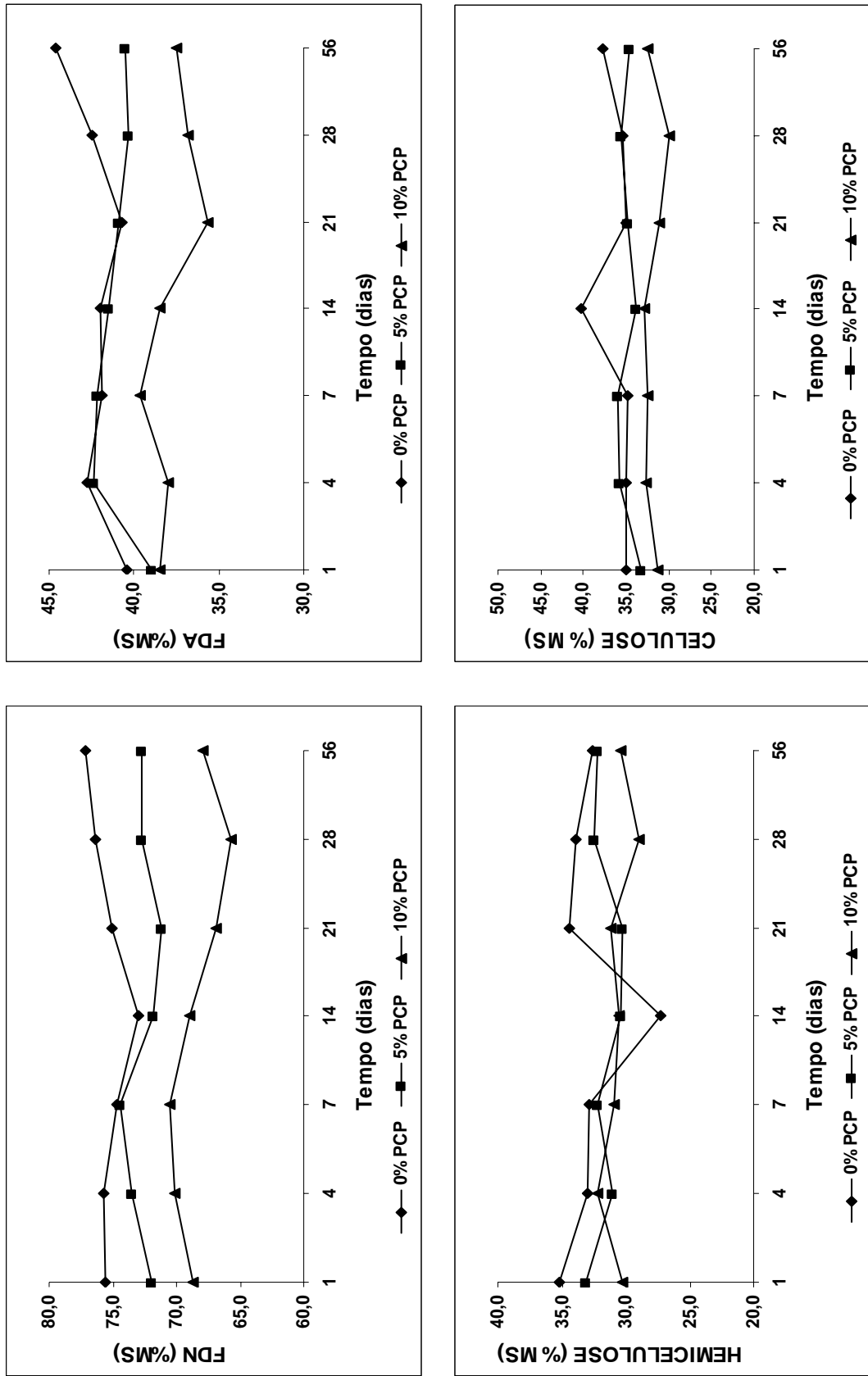


Figura 12. Variação temporal dos teores de FDN, FDA, Hemicelulose e Celulose das silagens do capim Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

Os teores de FDA das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão demonstrados nas Figuras 11 e 12. Observa-se que a adição de PCP promoveu diminuição ($P < 0,05$) dos teores de FDA nas silagens do capim Marandu, condição semelhante ao observado para o FDN. No entanto, esse comportamento não foi compatível às silagens do capim Tanzânia, que apresentaram variação expressiva nos diferentes tratamentos e com o tempo de abertura dos silos. Observa-se, ainda, que as silagens com 5% de PCP apresentaram os maiores teores para esta variável.

Observou-se pequena redução dos teores de hemicelulose com a adição de PCP nas silagens dos capins Tanzânia (Figura 11) e Marandu (Figura 12), ocorrendo decréscimo de hemicelulose à medida que a participação da PCP aumentou, sendo esta mais efetiva para as silagens de capim Marandu.

Não foi observada interação entre tratamento e tempo de abertura dos silos, porém pode-se inferir que os teores de hemicelulose sofreram queda significativa durante o processo fermentativo, corroborando com os dados obtidos por BERNARDES (2003) com silagens de capim Marandu submetidas aos tratamentos controle, adição de 5% e de 10% de PCP. No presente estudo, observa-se redução de 7,4%, 2,5%, 23% e 12,3%, 44,7%, 16,3% da hemicelulose, respectivamente nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu controle, com 5% e 10% de PCP, sendo a ocorrência de grande parte do processo nos primeiros 14 dias da ensilagem, culminando com o decréscimo mais gradativo do pH. Diante desse fato, pode-se afirmar que houve hidrólise ácida da hemicelulose, decorrente da elevada concentração molar dos ácidos orgânicos (Figuras 7 e 8), que promoveram solubilização dessa fração.

Esse fato pode ser explicado pela ocorrência de hidrólise da hemicelulose, que, de acordo com McDONALD et al. (1991), tem como principais fatores: a atividade enzimática da hemicelulase presente na forragem, essa mesma enzima produzida pelas bactérias e a hidrólise ácida por causa da presença de ácidos orgânicos produzidos durante o processo de fermentação. De acordo com esses autores, metade da hemicelulose contida na forragem pode ser hidrolisada e a maior parte da hidrólise ocorre na fase inicial da ensilagem. BERNARDES (2003) encontrou redução de 7%, 4%

e 8% da hemicelulose do primeiro ao quinquagésimo sexto dia de fermentação, para as silagens do capim Marandu dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP.

Os dados referentes aos teores de celulose e hemicelulose das silagens dos capins Tanzânia Marandu, estão expressos nas Figuras 11 e 12. A adição de PCP promoveu redução significativa nos teores de celulose das silagens do capim Marandu, não sendo efetiva nas silagens do capim Tanzânia, uma vez que as silagens com 10% de PCP apresentaram teores semelhantes aos das silagens do tratamento controle.

Em relação à interação tratamento x tempo, observou-se uma grande amplitude de variação nos teores de celulose das silagens do capim Tanzânia, não sendo observado o mesmo comportamento para as silagens do capim Marandu, que mantiveram seus teores de celulose quase inalterados. De acordo com BERNARDES (2003), os teores de celulose sofrem quase ou nenhum efeito durante o processo fermentativo. Da mesma forma, REIS & JOBIM (2001) comentaram que, em silagens de gramíneas forrageiras tropicais, uma pequena fração (menos de 5%) da celulose sofre degradação por atividade enzimática.

Não foram observados efeitos da adição de PCP em relação aos teores de lignina das silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Figuras 13). Da mesma forma que os teores de FDA, os teores de lignina tiveram aumento ($P < 0,05$) do primeiro ao quinquagésimo dia da ensilagem, provavelmente em decorrência da degradação do conteúdo celular.

BERNARDES (2003) avaliou os tratamentos controle, adição de 5% e de 10% de PCP na ensilagem do capim Marandu e constatou diminuição significativa dos teores de lignina com a adição do aditivo. O autor encontrou teores de 4,7%; 4,2% e 3,0% para os respectivos tratamentos.

Ao longo do tempo de fermentação, houve variação significativa nos teores de lignina das silagens do capim Tanzânia (Figura 13), não sendo observado comportamento semelhante nas silagens do capim Marandu, de forma que nessa, não foi observado efeito ($P > 0,05$) do tempo.

VAN SOEST (1994) relatou que a lignina se mantém estável nas fermentações no interior do silo, e que essa fração só é perdida quando se observa a presença de

fungos. No entanto, em função do consumo de carboidratos solúveis durante o processo fermentativo, pode ocorrer aumento proporcional dessa fração.

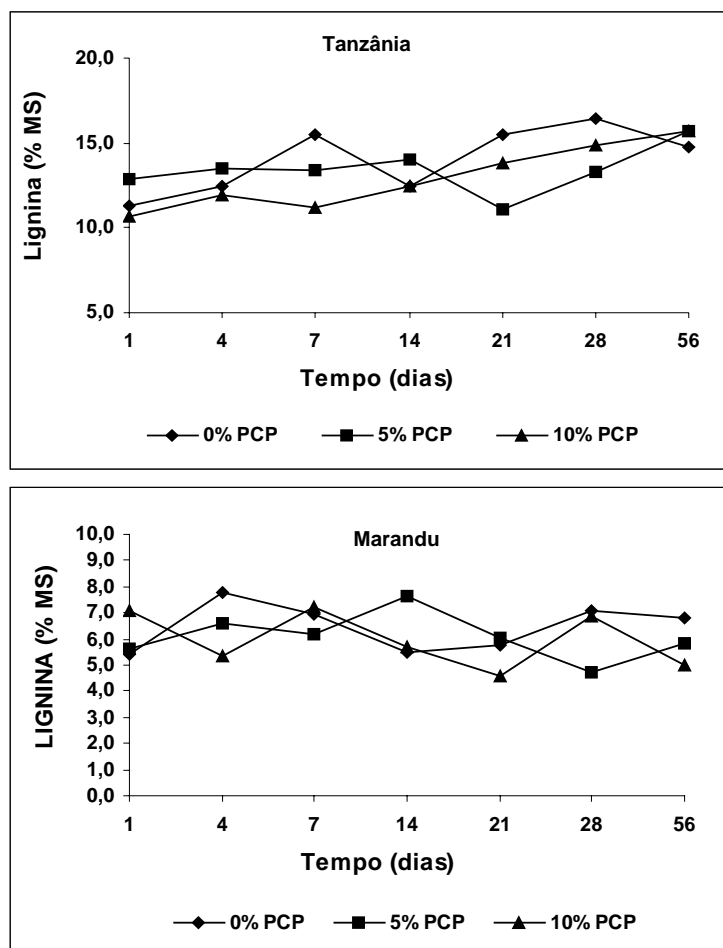


Figura 13. Variação temporal dos teores de lignina das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

A adição de PCP promoveu aumento nos valores de DIVMS (Figuras 14) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, ocorrendo efeito significativo entre os tratamentos ($P < 0,05$). Esse fato pode ser justificado em função dos elevados teores dos constituintes da parede celular que as forragens apresentavam no período prévio à ensilagem, os quais agem diretamente na digestibilidade. Conseqüentemente, as silagens aditivadas apresentaram melhora na digestibilidade, pelo fato da PCP ter

reduzido os teores de FDN, da FDA, da hemicelulose, da celulose e da lignina, e elevado, provavelmente, os teores de carboidratos solúveis. Outro fato que poderia explicar os maiores coeficientes de digestibilidade das silagens que receberam a PCP, seria o aumento proporcional de nutrientes potencialmente digestíveis, causado pela adição desse aditivo, uma vez que o mesmo apresentou 74,4% de DIVMS.

Não houve significância na interação tratamento x tempo, uma vez que a digestibilidade das silagens mantiveram-se estáveis ao longo dos tempos de fermentação. Os dados do presente trabalho corroboram com aqueles encontrados por BERNARDES (2003), que avaliaram os tratamentos controle, adição de 5% e de 10% de PCP na ensilagem do capim Marandu e verificaram valores de DIVMS semelhantes. O autor não verificou oscilação nos valores de DIVMS ao longo do tempo.

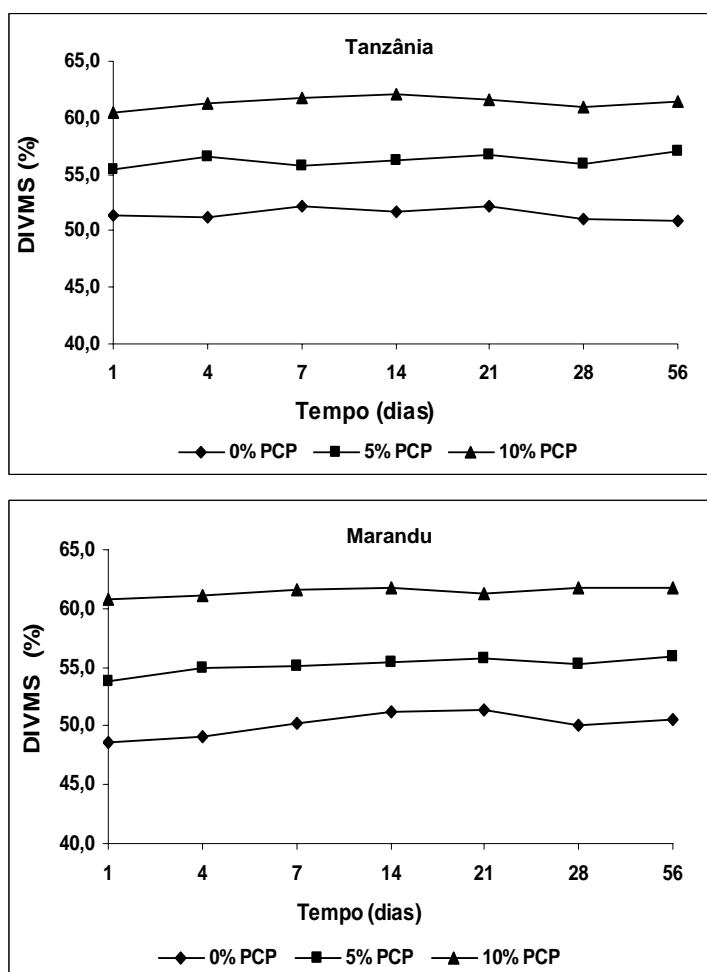


Figura 14. Variação temporal dos valores de digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ao tratamento controle e à adição 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP), em função dos tempos de abertura dos silos.

CONCLUSÕES

A adição de polpa cítrica peletizada promoveu aumento nos teores de matéria seca das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, repercutindo positivamente sobre a redução dos valores de pH e de nitrogênio amoniacal.

A baixa incidência de enterobactérias e clostrídeos nas silagens foi decorrente dos baixos valores de pH observados.

O valor nutritivo das silagens aditivadas com polpa cítrica peletizada foi superior ao das silagens sem aditivo.

As concentrações dos ácidos orgânicos foram significativamente influenciadas pela adição de polpa cítrica peletizada, proporcionando silagens com maiores teores de ácido acético e propiônico.

A utilização da polpa cítrica peletizada como aditivo promoveu alterações significativas na composição química das silagens, aumentando os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens.

Recomenda-se a adição de polpa cítrica peletizada visando garantir o adequado processo fermentativo e a redução de perdas na ensilagem.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; NUSSIO, L.G. et al. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim-Tanzânia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.314-315.

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. CD ROOM.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists.** 11 ed. Washington, 1980. 1015 p.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA Jr., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.890-911.

BENACHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de milho criollo (Sorghum vulgare). **Agronomia Tropical**, v.14, n.4, p.651-658, 1965.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada.** 2003. 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BUXTON, D.R.; O'KIELY, P. Preharvest Plant Factors Affecting Ensiling. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 199-250.

CASTRO, F.G. Uso de pré-emurhecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton 85 (*Cynodon dactylon* spp.). 2000. 136 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. 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., Piracicaba, 2001. Anais...Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.124-126.

HENRIQUE, W.; BOSE, M.L.V. Efeitos de aditivos enzimáticos-bacterianos sobre a qualidade da silagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.429-438, 1992.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ/ Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: SIMPÓSIO VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2003, p. 1-27.

JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. et al. Corn plant maturity. II. Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal Animal Science**, v.25, p.617-623, 1966.

JONSSON, A. Growth of clostridium tyrobutyricum during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.54, p.557-568, 1991.

KUNG JR. L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., Piracicaba, 2001, **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 2001, p.53-74.

McDONALD, L. C.; McFEETERS, R. F.; DAESCHEL, M. A. et al. A differential medium for the enumeration of homofermentative and heterofermentative lactic acid bacteria. **Applied Environmental Microbiology**, v.53, n.6, p.1382-1384, 1987.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.

MERTENS, D.R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação e formulação de rações. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 29., Lavras, 1992. **Anais...** Lavras, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992, p.188-219.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR, G.C., COLLINS, M., MERTENS, D.R. et al. **Forage, quality, evaluation and utilization**. Madison, ASA, SSSA, 1994, p. 450-453.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and they implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p. 2992-3002, 1988.

NUSSIO, L.G.; MANZANO, R.P.; PEDREIRA, C.G.S. Valor alimentício em plantas do gênero *Cynodon*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS: MANEJO DE TIFTON, COASTCROSS E ESTRELA, 15., Piracicaba, 1998. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1998, p.242-245.

OSTLING, C.; LINDGREN, S. Influences of enterobacteria on the fermentation and aerobic stability of grass silages. **Grass and Forage Science**, v.50, p.41-47, 1995.

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of Ensiling. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 31-93.

PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. Origin plasma fatty acids in lactating cows fed high grain fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.54, p.1025-1033, 1971.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.17, n.2, p. 264-268, 1966.

REIS, R.A.; JOBIM, C.C. Perfil da fração de carboidratos da planta e adequação de aditivos no processo de ensilagem. In: Workshop sobre milho para silagem, 2., Piracicaba, 2001. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 2001, p.27-52.

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: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: THE ANALYSIS OF DIETARY FIBER IN FOOD. **Proceedings**...New York, 1981, p.123-158.

RODRIGUES, L. R. de A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1986. p.375-387.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FORAGE, QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p.828-868, 1994.

SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. Silage Storage. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 405-467.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 166 p.

SILVA, J.M.N. Valor nutritivo e desenvolvimento de microrganismos no capim Tifton 85 ensilado com diferentes conteúdos de umidade. 2002. 90 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), FCAV – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

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

STEFANIE, J.W.H.; ELFEINK, O.; DRIEHUIS, F. et al. Silage fermentation process and their implication. In: FAO ELETRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings**... Rome: FAO, 2000, p.17-30.

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

TOSI, H.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; RAVAZI, J.P. Presença de Clostridium em silagem de milho colhido em diferentes estágios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1133-1136, 1982.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of ruminant**. New York, Corvallis: O & B Books. 476 p.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.P.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**: Boletim Técnico 100. , 2 ed. Campinas. Instituto Agrônômico & Fundação IAC, 1996, p. 263-273.

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 305 p.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. *Journal Applied Bacteriology.*, v.68, p.101-116, 1990.

CAPÍTULO 3 – PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO EFLUENTE EM SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA

RESUMO - O presente trabalho teve como objetivo mensurar as perdas pela produção de efluentes das silagens de capins, analisar sua composição química e quantificar qual a implicação que a adição da polpa cítrica peletizada pode ter na sua redução. O experimento foi conduzido na FCAVJ/UNESP, utilizando-se dos capins Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu). Os capins Tanzânia e Marandu foram colhidos aos 64 e 49 dias de rebrota, respectivamente, utilizando-se de máquina forrageira colhedora de forragem, modelo CRC 180. Os tratamentos utilizados foram controle, adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada (PCP) em relação à matéria verde, contrastando com o tempo necessário para que a produção de efluente fosse igual a zero. Foram utilizados silos experimentais de PVC, adaptados com sistema de coleta para escoamento do efluente produzido. A forragem foi compactada, buscando-se uma densidade de 550 kg/m³. O delineamento utilizado foi o inteiramente ao acaso, com três repetições, utilizando-se do esquema de parcelas subdivididas. Observou-se produção de efluentes nas silagens dos capins Tanzânia (69,6 L/t. silagem) e Marandu (21,3 L/t. silagem) somente no tratamento controle, tendo se estendido até o trigésimo terceiro e décimo quinto dia, respectivamente. As equações propostas por Sutter (1957) e Haigh (1999) não permitiram uma estimativa precisa da produção de efluentes nas silagens avaliadas. Os valores de demanda química de oxigênio (DQO) e demanda bioquímica de oxigênio (DBO) das silagens dos capins Tanzânia (20.919 e 23.255 mg/L) e Marandu (36.163 e 40.083 mg/L), e a relação DQO/DBO (1,73 e 1,72) encontram-se dentro da amplitude observada na literatura. A adição de polpa cítrica peletizada inibiu totalmente a produção de efluente nas silagens avaliadas.

Palavras-Chave: aditivo, DBO, DQO, impacto ambiental, lixiviação, matéria seca

INTRODUÇÃO

Uma proporção variável da fração líquida da forragem, particularmente, aquela contida no conteúdo celular, é perdida em função da produção de efluentes durante o processo fermentativo das silagens (MUCK et al., 2003). O efluente produzido contém grande quantidade de compostos orgânicos, como açúcares, ácidos orgânicos, proteína e componentes minerais (NUSSIO et al. 2002). De acordo com REIS & COAN (2001), além das perdas de nutrientes, outras substâncias indesejáveis, como putrecinas, cadaverinas e demais aminas podem ser produzidas e eliminadas juntamente com o efluente, caso as características do material ensilado não apresentem condições ideais para conservação da massa.

NUSSIO et al. (2002) relataram que as perdas decorridas da produção de efluentes representam substancial efeito sobre o decréscimo do valor nutricional das silagens, embora a maior agravante negativa incida sobre o risco de contaminação ambiental, particularmente se o efluente escoar para cursos d'água e lençóis freáticos. De acordo com LOURES (2004), a análise do grau de poluição é feita por meio das análises de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO)

A demanda bioquímica de oxigênio é uma metodologia importante na análise do conteúdo de matéria orgânica com capacidade de decomposição em esgotos domésticos. É definida como a quantidade de oxigênio, expressa em mg/litro, necessária para estabilizar a matéria orgânica, por microrganismos aeróbios, num período de cinco dias, a 20 °C (SILVA, 1977; LOURES, 2004). Se o grau de poluição for elevado, o material a ser analisado deverá conter maior teor de matéria orgânica biodegradável, e as bactérias necessitarão de grande quantidade de oxigênio para estabilizar essa matéria orgânica, sendo a DBO elevada.

A DQO é definida como a quantidade de oxigênio expressa em mg/litro, necessária para estabilizar a matéria orgânica, por meio da utilização de um forte oxidante, como o dicromato de potássio (LOURES, 2004).

De acordo com McDONALD et al. 1991 e SAVOIE & JOFRIET (2003), o efluente produzido pela silagem de milho apresenta uma DBO (Demanda Bioquímica de

Oxigênio) que varia de 40.000 a 90.000 mg O₂/L, sendo, excepcionalmente, maior que a do esgoto doméstico, que é de 500 mg O₂/L, refletindo, assim, em potencial agente poluidor do ambiente.

Mais recentemente, LOURES (2000) verificou em efluente proveniente de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), valores médios de 14.597 mg O₂/L e 31.138 mg/L para DBO e DQO, respectivamente, e destacou que, apesar de o valor para DBO encontrar-se abaixo dos valores encontrados na literatura, essa concentração ainda é considerada muito alta e com grande potencial de poluição ambiental.

As perdas por efluente durante o processo fermentativo são influenciadas pelo teor de matéria seca da cultura no momento da ensilagem, do grau de compactação, tipo e dimensões do silo, do processamento físico da forragem e da presença de aditivos (SAVOIE & JOFRIET, 2003). Em plantas forrageiras ensiladas com elevado teor de umidade, as perdas de matéria seca pela produção de efluentes podem exceder 10%, sendo que em teores de matéria seca ao redor de 30%, a produção de efluentes pode ser pouco significativa (HAIGH, 1999).

LOURES (2000) comentou que, para se produzir silagens de qualidade satisfatória, é necessário que se promova intensa compactação, pois essa está diretamente relacionada com a densidade da massa ensilada. No entanto, quanto maior a compactação da massa ensilada, maior a chance de haver aumentos na produção de efluentes, estando esse efeito dependente do teor de matéria seca da planta ensilada e do tamanho de partícula obtido por intermédio do corte da forragem.

BALSALOBRE et al. (2001) comentaram que a redução do tamanho de partícula da forragem pode ser uma alternativa na redução da fermentação butírica, por promover maior compactação e contato entre substrato e bactérias fermentadoras, o que poderia provocar uma maior produção de lactato e queda mais rápida no pH. No entanto, em silagens com baixos teores de matéria seca, o menor tamanho de partículas pode provocar aumento na atividade da água ou condutividade elétrica e repercutir em maior perda por efluentes. Em silagens contendo maiores teores de MS, com a diminuição no tamanho de partículas, deverá ocorrer redução nos níveis totais de

perdas, pois haverá um mínimo impacto sobre a geração de efluentes, devido à alta pressão osmótica associada à sensível redução na atividade da água.

O'DONNEL et al. (1997) analisaram a produção de efluente em forragens com baixo teor de matéria seca (18,5% e 14,4%), sob diferentes pressões na compactação da forragem, e concluíram que houve uma relação linear positiva entre a pressão exercida e a produção de efluente nos dois teores de matéria seca analisados.

AGUIAR et al. (2001) reportaram que, em silagens do capim Tanzânia ensilado com teor de umidade original, a produção estimada de efluente foi de 40 a 50 L/t. de matéria verde, variando com o grau de processamento da massa. No entanto, a produção de efluente, quando essa forragem sofreu emurchecimento ou adição de 10% de polpa cítrica peletizada, na base da matéria verde, foi menor que 10 L/t. de massa verde.

BERNARDES (2003) obteve redução de 35% (71,7 L/t.) e 85% (17,5 L/t.) na produção total de efluentes em silagens do capim Marandu, tratadas com 5% e 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde, quando comparadas ao tratamento controle (109,3 L/t.).

Nesse sentido, os capins tropicais apresentam limitações ao processo de ensilagem, devido ao fato de apresentarem baixo teor de matéria seca (MS) no estágio de maior valor nutritivo, justificando assim o uso de aditivos que promovam a redução da umidade no momento da ensilagem e como forma de diminuir as perdas na fermentação e pela produção de efluentes.

Dessa forma, o presente trabalho tem como objetivo quantificar e caracterizar a produção de efluente em silagens dos capins Tanzânia e Marandu, bem como analisar o potencial da polpa cítrica em reduzir a sua produção.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Clima

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP.

A FCAV/UNESP está geograficamente localizada no município de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 595 metros.

De acordo com a classificação internacional de Koppen, o clima é classificado como mesotérmico, de inverno seco, apresentando uma temperatura média anual máxima de 22,3 °C e mínima de 15,2 °C, no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média situa-se em 1.400 mm, com 85% das chuvas concentrando-se nos meses de outubro a março.

Condição do solo da área experimental

Os capins Tanzânia e Marandu foram colhidos em áreas experimentais de 3,0 ha e 0,5 há, respectivamente. Ambas áreas são pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAVJ/UNESP, e estabelecidas em Latossolo Eutrófico Típico, de textura muito argilosa a moderada, caulítico-oxítico mesoférrico, de relevo suave ondulado (ANDRIOLLI & CENTURION, 1999).

As amostragens do solo foram realizadas nos meses de agosto de 2002 e setembro de 2002, e as análises químicas realizadas no Departamento de Solos e Adubos da FCAVJ/UNESP, sendo os resultados apresentados na Tabela 01.

Tabela 01 – Análise química do solo das áreas experimentais dos capins Tanzânia e Marandu.

pH em CaCl ₂	MO g/dm ₃	P resina mg/dm ₃	mmol/dm ₃					T	V %
			K	Ca	Mg	H + Al	SB		
Tanzânia									
5,3	20	9	2,3	22	17	25	41	66,3	62
Marandu									
6,1	19	16	3,2	21	17	28	41	69	59

MO: matéria orgânica; SB: soma de bases, V: saturação por bases
Profundidade de amostragem: 0-20 cm.

Corte e Colheita da Forragem

No dia 14/11/2002, a área experimental de capim Tanzânia foi rebaixada utilizando-se de roçadeira e o material remanescente retirado da área com auxílio de ancinho enleirador. No dia 15/11/2002, procedeu-se a fertilização da área com 60 kg de N/ha, utilizando-se de 300 kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996), e utilizando-se de adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 64 dias (17/01/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e colheita da forragem com máquina colhedora de forragem rebocada, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 30 cm do solo (RODRIGUES, 1986) e de forma a serem obtidas partículas variando de 3 a 6 cm. As características do capim Tanzânia no momento da ensilagem constam da Tabela 02.

No dia 16/01/2003, a área experimental de capim Marandu foi rebaixada, utilizando-se de 16 bovinos da raça Nelore com peso médio de 390 kg. No dia 17/01/2003, procedeu-se a fertilização da área com 50 kg de N/ha, utilizando-se de 250 kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996), e utilizando-se de adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 49 dias (07/03/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e a colheita da forragem com máquina colhedora de forragem rebocada, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 25 cm do solo (RODRIGUES, 1986) e de forma a serem obtidas partículas variando de 3 a 6 cm. As características do capim Marandu no momento da ensilagem constam da Tabela 02.

Tabela 02 - Características dos capins Tanzânia e Marandu no momento da ensilagem.

Variáveis	Tanzânia ¹	Marandu ²
Idade (dias)	64	49
Altura (cm)	120	88
Massa de Forragem (t MS/ha)	6,3	5,7
MS (%)	27,3	28,1
Folha (%)	74,4	66,8
Caule (%)	25,6	33,2

¹ Corte realizado a 30 cm do solo.

² corte realizado a 25 cm do solo.

É importante ressaltar que, no corte das forragens dos capins Tanzânia e Marandu, a máquina forrageira teve seu conjunto de facas afiado, e o conjunto de contrafacas aproximado para que se obtivesse o menor tamanho de partícula possível.

Preparo das silagens, coleta e composição do efluente

Após a colheita nos períodos correspondentes, as forragens dos capins Tanzânia e Marandu foram encaminhadas ao Setor de Forragicultura da FCAV/UNESP e submetidas aos seguintes tratamentos: 1) Controle: ensilagem do capim após o corte; 2) Controle + adição de 5% de polpa cítrica peletizada na matéria verde; e 3) Controle + adição de 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde.

É importante ressaltar que a adição de polpa cítrica peletizada nos tratamentos com 5% e 10%, tanto para o capim Tanzânia quanto para o capim Marandu, foram realizadas previamente ao processo de ensilagem, efetuando-se a homogeneização das forragens colhidas com o aditivo em recipientes com capacidade de 20 litros.

Na confecção dos silos experimentais, foram utilizados tubos de PVC com 10 cm de diâmetro e 50 cm de altura, com tampas de PVC dotadas de anel de borracha, de forma a possibilitar a vedação adequada. Na parte superior de cada silo foi adaptada uma válvula tipo Bunsen, visando à eliminação dos gases produzidos, e na parte inferior, adaptou-se uma pequena tubulação, com diâmetro de 5 mm, a um tubo de ensaio com capacidade de 50 mL para captação do efluente produzido.

As forragens dos diferentes tratamentos foram compactadas por meio de bastões de ferro em camadas de aproximadamente 10 cm, de forma a possibilitar uma densidade de 550 kg/m³. Após a confecção, os silos foram acomodados em local protegido da radiação solar e da chuva e mantidos sob temperatura ambiente.

Durante todo o período de avaliação, o volume do efluente produzido de cada silo experimental foi coletado, e na seqüência, transferido para um tubo tipo Falcon e armazenado em freezer. Após o trigésimo terceiro dia (Capim Tanzânia) e décimo quinto dia (Capim Marandu) de coleta não foram observadas emissões de efluentes e, então, os sistemas de coleta foram vedados.

O efluente foi analisado para verificação da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), no Laboratório de Biomassa, pertencente ao Departamento de Engenharia Rural da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal, utilizando-se do protocolo analítico da APHA (1995).

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental usado para ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições de campo, empregando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tratamentos, e o fator atribuído à subparcela, o tempo. Os dados foram analisados utilizando o programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, pelo procedimento de análise de variância. Utilizou-se o teste de Tukey ($P < 0,05$) para a comparação de médias entre causas de variação, adotando-se 5% como nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química das forragens e da polpa cítrica peletizada

A Tabela 03 apresenta as variáveis da composição químico bromatológica e da digestibilidade *in vitro* da matéria seca da forragem fresca dos capins Tanzânia e Marandu. Observa-se que os capins apresentavam teores moderados de matéria seca (MS), associados a um elevado poder tampão (PT), e baixos conteúdos de carboidratos solúveis (CS), características dos capins de clima tropical, que limitam a obtenção de silagens de boa qualidade, além do risco de promoverem fermentações secundárias se ensiladas imediatamente após o corte (McDONALD et al. 1991).

Tabela 03. Médias dos teores de matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOsol.), poder tampão (PT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio ligado ao FDN (N-FDN), nitrogênio ligado ao FDA (N-FDA), fração B3 (B3), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos capins Tanzânia (64 dias de crescimento) e Marandu (49 dias de crescimento).

Variáveis	Tanzânia	Marandu
MS (%)	27,3	28,1
CHOsol. (% MS)	3,2	2,8
Poder Tampão (e.mg/100 g MS)	19,3	18,4
PB (% MS)	8,0	9,7
FDN (% MS)	72,1	74,6
FDA (% MS)	52,2	44,7
N-FDN (% N total)	23,4	39,1
N-FDA (% N total)	14,8	8,8
B3 (% N total)	8,6	30,3
Hemicelulose (% MS)	19,9	29,9
Celulose (% MS)	43,8	37,2
Lignina (% MS)	8,4	7,4
DIVMS (% MS)	48,2	49,6

Os valores observados dos teores de matéria seca (MS) foram superiores, e os de poder tampão (PT) inferiores aos verificados em gramíneas forrageiras tropicais (BERNARDES, 2003; HENRIQUE & BOSE, 1992; CASTRO, 2002), apesar de COAN et al. (2001) terem observado teores de MS e CS superiores nos capins Tanzânia e Mombaça com 60 dias crescimento vegetativo.

RIBEIRO et al. (2002) avaliaram o potencial da planta de *Brachiaria decumbens* na produção de silagens aos 56 dias de crescimento vegetativo e encontraram valores de 25,5% de MS e 1,2% de CS.

Na Tabela 03, observam-se também os teores dos constituintes da parede celular dos capins Tanzânia e Marandu, no período que antecede o processo de ensilagem. Pode-se verificar elevados teores dessas frações (FDN e FDA) e de nitrogênio ligado à fibra (N-FDN e N-FDA) de ambas as forragens, como consequência do estágio avançado de crescimento vegetativo em ambos os capins. BERNARDES (2003) avaliou a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, visando à ensilagem e encontrou valores semelhantes de composição química aos encontrados no presente estudo.

Na Tabela 04, pode-se observar a composição químico bromatológica e os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da polpa cítrica peletizada utilizada no estudo.

Tabela 04. Composição químico bromatológica e digestibilidade *in vitro* da polpa cítrica peletizada.

Variáveis	Valor Médio
MS (%)	89,6
CHOsol. (% MS)	19,2
PB (% MS)	6,8
FDN (% MS)	26,9
FDA (% MS)	21,3
Hemicelulose (% MS)	5,6
Celulose (% MS)	19,7
Lignina (% MS)	1,6
DIVMS (%)	74,4

Produção de efluentes

Os valores de produção de efluente das silagens dos capins Tanzânia e Marandu submetidos aos tratamentos controle, adição de 5% e de 10% de PCP, estão apresentados nas Tabelas 05 e 06. A análise da Tabela 05 evidencia que somente o tratamento controle apresentou produção de efluentes, sendo este efetivo até o trigésimo terceiro dia da ensilagem, do capim Tanzânia.

Tabela 05. Produção acumulada e total de efluente (L/t. de silagem) das silagens do capim Tanzânia submetidas aos tratamentos controle, adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada.

Silagens (% PCP) ¹	Dias											Média	Total Litros/t.)
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33		
0	19,4	13,6	6,9	7,1	4,2	5,7	2,5	4,0	3,4	2,3	0,6	6,3	69,6
5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

¹ PCP = 0%, 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 06. Produção acumulada e total de efluente (L/t. de silagem) das silagens do capim Marandu submetidas aos tratamentos controle, adição de 5% e 10% e polpa cítrica peletizada.

Silagens (% PCP) ¹	Dias					Média	Total (Litros/t.)
	3	6	9	12	15		
0	14,0	6,0	2,5	0,5	0,1	4,6	23,1
5	-	-	-	-	-	-	-
10	-	-	-	-	-	-	-

¹ PCP = 0%, 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Pela análise da Tabela 05 e Figura 1, verifica-se que houve variação no volume de efluente produzido com o decorrer do tempo, sendo que do total de efluente produzido, (69,6 L/t. silagem), 47,4% concentraram-se nos primeiros 6 dias. LOURES (2000) observou que, em silagens de capim elefante com 13% de matéria seca, mais de 55% do total de efluente foi produzido na primeira semana.

A Figura 1 representa graficamente a produção de efluentes (L/t. de silagem) e o tempo, em dias, da silagem do capim Tanzânia sem adição de PCP. Observa-se que foi constatado efeito exponencial nessa variável, sendo a produção de efluentes diminuída com o decorrer do tempo nessas silagens.

Nas silagens do capim Marandu (Tabela 06 e Figura 2) observa-se, da mesma forma que nas silagens do capim Tanzânia, que somente o tratamento controle incorreu em produção de efluentes, verificando-se produção do mesmo até somente o décimo quinto dia da ensilagem, totalizando 23,1 L/t. de silagem. Essa menor periodicidade na produção de efluentes nas silagens do capim Marandu, provavelmente, ocorreu em função da maior porosidade apresentada pelas silagens, uma vez que no momento do corte, a forragem apresentava elevada incidência de material “morto”. Nessa silagem, do total de efluente produzido, 86,5% concentraram-se nos primeiros 6 dias da ensilagem.

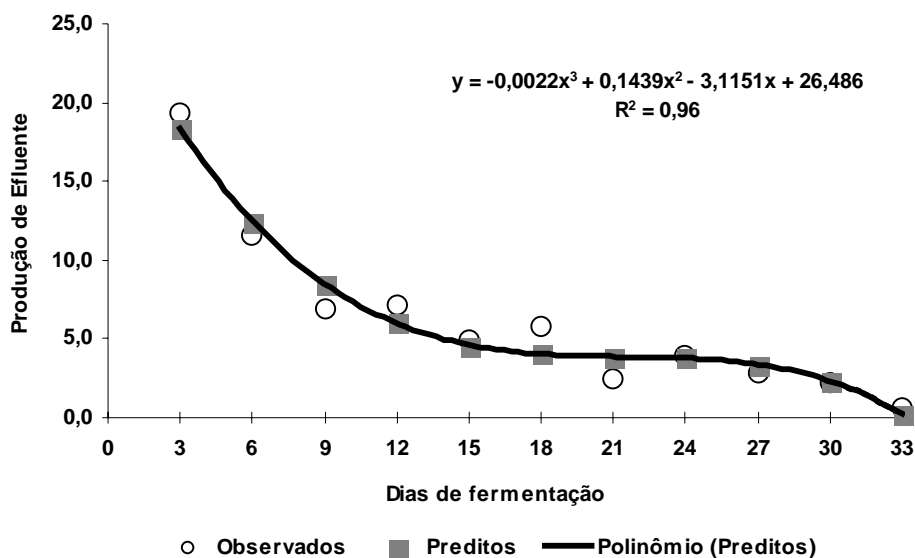


Figura 1. Representação gráfica da produção de efluentes (litros/tonelada de silagem) nas silagens do capim Tanzânia sem adição de polpa cítrica peletizada, no decorrer do tempo.

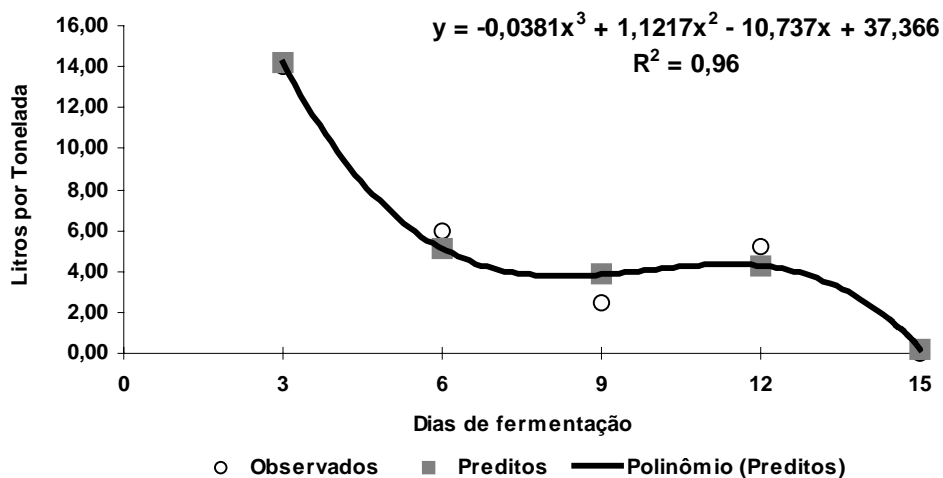


Figura 2. Representação gráfica da produção de efluentes (litros/tonelada de silagem) em silagens do capim Marandu sem adição de polpa cítrica peletizada, no decorrer do tempo.

Na Figura 2, observa-se graficamente a curva de produção de efluentes das silagens do capim Marandu sem adição de PCP. No presente estudo, as equações de regressão (Figuras 1 e 2) que melhor se adaptaram para a produção de efluentes em

função do tempo, tiveram comportamento de terceiro grau, nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu.

Em trabalho conduzido por BERNARDES (2003), o autor observou produção total de 109,3 litros, 71,7 litros e 17,5 litros de efluente/t. de silagem, nas silagens do capim Marandu submetido aos tratamentos controle, adição de 5% e 10% de PCP. Do total produzido, o autor concluiu que 80%, 75% e 30% da produção concentraram-se nos primeiros 5 dias.

FISCHER et al. (1981), citado por IGARASI (2002), analisaram a produção de efluente, em silagens de gramíneas tropicais ensiladas com alta umidade, e constataram que 75% do efluente foram produzidos durante os primeiros cinco dias após a ensilagem.

De acordo com WOOLFORD (1984) e PAHLOW et al. (2003), o esgotamento da disponibilidade de oxigênio da massa ensilada contribui para ruptura da membrana celular da planta, facilitando a perda de água do conteúdo celular. Sendo assim, a elevada produção de efluente, nos primeiros dias da ensilagem, pode ser devida à integridade da membrana celular, cujo comportamento do efluente pode ser acompanhado de forma similar. Para esses autores, quando a fermentação afeta a membrana celular da planta, causando extravasamento do conteúdo celular, a produção de efluente ocorre nos primeiros estágios da ensilagem, conforme observado no presente trabalho.

Entretanto, é importante ressaltar que, em virtude do moderado grau de compactação (550 kg/m^3) e do elevado tamanho de partícula (60 mm x 150 mm) das silagens estudadas, observou-se maior extensão do período de produção de efluentes, uma vez que tanto a água livre como aquela presente no conteúdo celular são extraídas e percolam mais rapidamente em condições de compactação excessiva (densidade maior 650 kg/m^3) e menor tamanho de partícula (0,5 a 1,0 cm).

A ausência de produção de efluentes nas silagens com 5% e 10% de PCP, tanto para as silagens do capim Tanzânia quanto nas do capim Marandu, podem ser explicadas pelo elevado teor de matéria seca dos materiais no período que antecedeu o processo de ensilagem. Observaram-se teores de matéria seca de 33,0% e 35,5%; e

33,5% e 36,9% nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu com 5% e 10% de PCP, respectivamente.

O efeito do teor de umidade sobre a produção de efluentes é amplamente citado na literatura nacional e internacional, sendo as silagens de gramíneas e leguminosas avaliadas por diversos autores, que obtiveram diminuição na produção de efluentes à medida que o teor de matéria seca aumentou (HAIGH, 1999; IGARASI, 2002; BERNARDES, 2003).

De acordo com BALSALOBRE et al. (2001), as perdas via efluente estão associadas à atividade de água, quanto maior a atividade de água, maiores serão as produções de efluente. A atividade de água do material, assim como a condutividade elétrica, são associadas ao teor de matéria seca da forragem e também ao tratamento físico aplicado ao material no momento do corte.

Estimativa da produção de efluentes

Em virtude da produção de efluente ser inversamente proporcional aos teores de matéria seca da forragem, no momento da ensilagem, diversos autores propuseram algumas equações de regressão, tendo como objetivo estimar a quantidade de efluente produzida, em função do teor de matéria seca presente na forragem. SUTTER (1957), citado por WOOLFORD (1984), propôs uma equação na qual o volume de efluente produzido pode ser obtido pelo conhecimento do conteúdo de matéria seca da cultura no início da ensilagem, pela fórmula: $V = 669,4 - 2,24MS$. HAIGH (1999) usou a seguinte equação: $V = 12.983 - 0,051MS$, em que nas duas equações o volume de efluente é expresso em L/t. de silagem, e o conteúdo de matéria seca em g/kg.

Nas Tabelas 07 e 08, encontram-se os dados obtidos de produção de efluentes das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, estimados por meio das duas equações analisadas. Observa-se nas silagens do capim Tanzânia sem adição de PCP, que a equação proposta por SUTTER (1957) subestimou a produção de efluentes. Em relação às silagens do capim Marandu sem adição de PCP, constatou-se, de forma contrária, que a equação proposta por SUTTER (1957) superestimou a produção de efluentes. A

equação proposta por HAIGH (1999) não detectou a produção de efluentes nas silagens com 5% e 10% de PCP.

Tabela 07. Produção de efluente (L./t. silagem) observada durante trinta e três dias de coleta e produção estimada pelas equações propostas por Sutter (1957) e Haigh (1999), nas silagens do capim Tanzânia submetidas aos tratamentos controle, adição de 5% e 10% de PCP.

Silagens % PCP ¹	Produção de Efluentes		
	Observada	Estimada	
		Sutter (1957)	Haigh (1999)
0	69,6	57,88	-
5	-	-	-
10	-	-	-

¹ PCP = 0%, 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 08. Produção de efluente (L./t. silagem) observada durante trinta e três dias de coleta e produção estimada pelas equações propostas por Sutter (1957) e Haigh (1999), nas silagens do capim Marandu, submetidas aos tratamentos controle, adição de 5% e 10% de PCP.

Silagens % PCP ¹	Produção de Efluentes		
	Observada	Estimada	
		Sutter (1957)	Haigh (1999)
0	23,1	39,96	-
5	-	-	-
10	-	-	-

¹ PCP = 0%, 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

A análise das equações propostas por SUTTER (1957) e HAIGH (1999) permite concluir que há necessidade de teores de matéria seca, mínimos no material a ser ensilado, visando à ausência de produção de efluentes pelas silagens resultantes. Nesse sentido, estimaram-se teores equivalentes a 29,8% e 25,4% de matéria seca nas equações de Sutter e Haigh, visando a igualdade das equações. As forragens dos capins Tanzânia e Marandu no presente estudo apresentaram teores de matéria seca de 27,3%; 33,3%; 35,0% e 28,1%; 33,5%; 36,9%, respectivamente, nas silagens dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP.

Composição do efluente

Os dados sobre a composição do efluente das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, sem a adição de polpa cítrica peletizada, encontram-se nas Tabelas 09 e 10 e Gráficos 3 e 4.

Em relação aos dados obtidos para DQO e DBO do efluente, observa-se maior concentração dessas variáveis no 9º, 24º e 33º dia; e 6º e 9º dia após a ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu, respectivamente. Já as relações DQO/DBO dos efluentes apresentaram-se mais elevadas no 6º, 9º e 21º; e no 3º e 12º dia após a ensilagem dos capins supracitados.

BRAILE & CAVALCANTE (1993) destacaram a importância em se determinar as concentrações de DQO e de DBO para definir o tipo de tratamento biológico ou físico de uma água residuária. Dessa forma, de acordo com esse autor, quando a relação DQO/DBO apresentar valor inferior a 2, utiliza-se o tratamento biológico; e, superior a 2, o tratamento físico-químico.

Diante do exposto, e pela análise das Tabelas 09 e 10 e Gráficos 3 e 4, pode-se inferir sobre a necessidade do tratamento biológico do efluente produzido pelas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, uma vez que a relação DQO/DBO foi inferior a 2, ao longo de todo o período de coleta de efluente.

Tabela 09. Concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), em silagens do capim Tanzânia, sem a adição de polpa cítrica peletizada.

Variáveis	Dias										
	3	6	9	12	15	18	21	24	27	30	33
DQO (mg/L)	36.50	33.76	38.800	34.36	32.20	34.43	37.433	39.50	34.93	35.46	40.40
DBO (mg/L)	21.17	19.05	22.750	19.82	18.68	19.96	21.502	22.87	20.26	20.55	23.44
DQO/DBO	1,72	1,77	1,71	1,73	1,72	1,72	1,74	1,73	1,72	1,73	1,72

* DBO = mg O₂ / litro DQO = mg O₂ / litro

Tabela 10. Concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e demanda química de oxigênio (DQO), em silagens do capim Marandu, sem a adição de polpa cítrica peletizada.

Variáveis	Dias				
	3	6	9	12	15
DQO (mg/L)	38.100	44.716	41.633	41.400	34.556
DBO (mg/L)	22.088	25.966	24.219	23.946	20.057
DQO/DBO	1,72	1,72	1,72	1,73	1,72

* DBO = mg O₂ / litro DQO = mg O₂ / litro

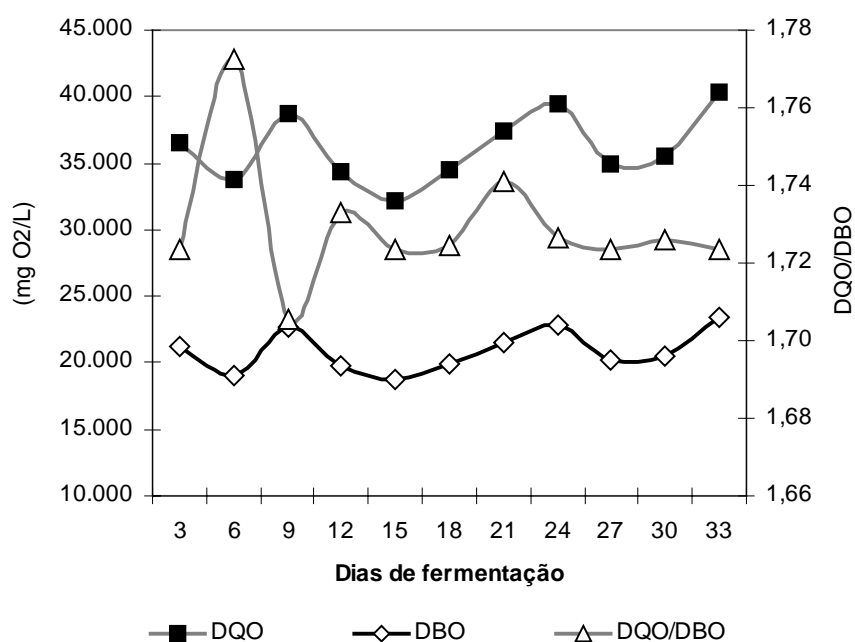


Figura 3. Disposição gráfica da concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e relação DQO/DBO do efluente das silagens do capim Tanzânia ao longo do tempo.

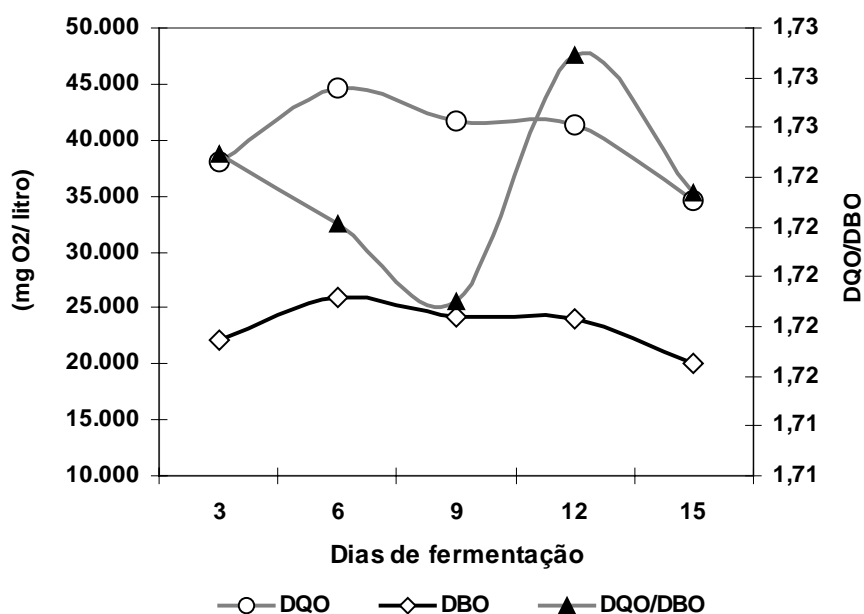


Figura 4. Disposição gráfica da concentração de demanda bioquímica de oxigênio (DBO), demanda química de oxigênio (DQO) e relação DQO/DBO do efluente das silagens do capim Marandu ao longo do tempo.

LOURES (2004) avaliou a composição do efluente em silagens de capim Tanzânia e encontrou relação DQO/DBO de 5,06, 2,95 e 3,39 no efluente produzido aos 60, 90 e 136 dias da ensilagem, justificando, em função dos valores encontrados, a adoção do tratamento físico-químico do efluente produzido.

Quanto aos valores médios observados, durante o período de produção de efluentes das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, de DBO (20.919 e 23.255 mg/L), de DQO (36.163 e 40.083 mg/L), e relação DQO/DBO (1,73 e 1,72), todos encontram-se dentro da amplitude aceita na literatura em efluente de silagens de gramíneas. McDONALD et al. (1991) e SAVOIE & JOFRIET (2003) verificaram que a DBO variava na literatura de 40.000 a 90.000 mg O₂/L, enquanto LOURES (2000) observou valor médio de 31.000 mg/L. Embora os valores obtidos de DBO não sejam tão elevados quanto os encontrados em diversos trabalhos, ainda, assim, representam um alto valor, uma vez que a Legislação Brasileira estipula valores de DBO e DQO de, no máximo, 60 a 90 mg/L, respectivamente, para os esgotos e dejetos lançados em cursos de água ou rios (COPAM, 1986; FEAM, 1998; LOURES, 2004).

CONCLUSÕES

A adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada inibiu totalmente a produção de efluente nas silagens avaliadas, evidenciando o seu grande potencial absorvente.

As estimativas de produção de efluentes pelas equações matemáticas não se mostraram adequadas nesse estudo, havendo subestimação e superestimação dos resultados.

As concentrações de DBO e DQO indicam o grande potencial poluente do efluente produzido, com riscos de impacto ambiental, justificando, assim, a utilização de aditivos absorventes que venham a inibir sua produção.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. CD ROOM.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION – APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 19 Ed. Washington, D.C: APHA, 1995, 1268 p.

ANDRIOLLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1999. CD ROOM.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA Jr., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.890-911.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2003. 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2003.

BRAILE, P.M.; CAVALCANTE, J.E.W.A. **Manual de tratamento de águas residuárias industriais**. São Paulo: Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, 1993. 764 p.

CASTRO, F.G. **Uso de pré-emurchecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de Tifton 85 (*Cynodon sp.*)**. 2002. 136 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, R.N. et al. Efeito 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., Piracicaba, 2001. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.124-126.

COPAM. **Legislação Ambiental**. 3 Ed. Belo Horizonte: Imprensa Oficial. 183 p. 1986.

FEAM. **Licenciamento ambiental**: Coletânea de legislação. In: Manual de saneamento e proteção ambiental para municípios. Belo Horizonte: FEAM, 1998. 382 p.

HAIGH, P.M. Effluent production from grass silages treated with additives and made in large-scale bunker silo. **Grass and Forage Science**, v.54, p.208-218, 1999.

HENRIQUE, W.; BOSE, M.L.V. Efeitos de aditivos enzimáticos-bacterianos sobre a qualidade da silagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.3, p.429-438, 1992.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

LOURES, D.R.S. **Características do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Camerrom).** 2000. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000..

LOURES, D.R.S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim.** 2004. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.

MUCK, R.E.; MOSER, L.E.; PITT, R.E. Postharvest Factors Affecting Ensiling. In: **Silage Science and Technology.** ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 199 - 250.

NUSSIO, L.G.; CAMPO, F.P.; PAZIANI, S. de F., et al. Volumosos suplementares: Estratégias de decisão e utilização. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002, p.193-232.

O'DONNELL, C.O.; WILLIAMS, A.G.; BIDDLESTONE, A.J. The effects of pressure and stage I of ensilage on the mechanical properties and effluent production potential of grass silage. **Grass and Forage Science**, v.52, p.12-56, 1997.

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of Ensiling. In: **Silage Science and Technology.** ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 31-93.

REIS, R.A.; COAN, R.M. Produção e utilização de silagem de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E PRODUÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2001, p.91-120.

RIBEIRO, K.G.; PEREIRA, O.G.; SOUZA, P.P.O. de. 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., Recife. **Anais...**Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002.

RODRIGUES, L. R. de A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1986. p.375-387.

SAVOIE, P.; JOFRIET, J.C. Silage Storage. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, p.405 -468.

SILVA, M.O.S.A. **Análises físico-químicas para controle de estação de tratamento de esgotos**. São Paulo: CETESB, 1977. 266 p.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.P.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**, 2 ed. Campinas. Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p. 263-273. (Boletim Técnico 100).

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 305 p.

CAPÍTULO 4 – COMPOSIÇÃO QUÍMICA, ESTABILIDADE EM AEROBIOSE E DESENVOLVIMENTO DE MICRORGANISMOS NAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA

RESUMO - O estudo foi conduzido na FCAVJ/UNESP, utilizando-se dos capins Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu). Os capins foram colhidos aos 64 e 49 dias de rebrota com máquina colhedora de forragem e submetidos aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP (% matéria verde). Foram utilizados tambores de metal (200 litros) como silos experimentais. As determinações foram realizadas, considerando-se os tempos de 0, 2, 4 e 6 dias, após a quebra da vedação dos silos, com exceção da estabilidade aeróbia em câmara climática, que teve duração de sete dias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com três repetições de campo, utilizando-se do esquema de parcelas subdivididas. Observou-se desenvolvimento de *Bacillus* nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu com a exposição das silagens ao ar. Não foi verificado crescimento de fungos e leveduras nas silagens de capim Marandu. Não foram observadas variações nos teores de MS, N-FDA, FDN, FDA, LIG, HEM, CEL e valores de pH, nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Os teores de N-FDN, N-NH₃ e fração B3 das silagens do capim Tanzânia aumentaram com o decorrer do tempo. As silagens com 10% de PCP apresentaram maior elevação de temperatura com a exposição ao ar. Detectou-se presença de *Listeria* spp. em 33,4% das amostras de silagem do capim Tanzânia e em 26,41% das amostras de silagem do capim Marandu. Dentre essas, 2,53% e 2,33%, respectivamente foram positivas para *Listeria monocytogenes*. A adição de polpa cítrica peletizada promoveu silagens com melhores características químicas, fermentativas e microbiológicas.

Palavras-chave: bactérias, digestibilidade *in vitro*, silagem de capim, *Listeria* spp.

INTRODUÇÃO

A estabilidade da silagem é determinada pela deterioração aeróbia (pós-fermentação) que ocorre após a abertura do silo. KUNG JR. & RANJIT (1998) demonstraram que, quando as silagens são expostas ao ar, microrganismos oportunistas iniciam a atividade metabólica, produzindo calor e consumindo nutrientes, resultando em perdas, as quais, segundo McDONALD et al. (1991), podem chegar a 15%.

A fermentação pós-abertura será mais intensa quanto melhor for a qualidade da silagem, em função dos maiores teores de carboidratos solúveis e ácido lático residuais. PAHLOW et al. (2003) comentaram que a maior concentração de ácido lático na silagem é o motivo da menor estabilidade aeróbia, em razão do fato de os microrganismos utilizarem esse substrato após a abertura do silo, gerando CO₂, etanol e ácido acético, além de grande quantidade de calor. Além disso, esses autores comentaram que o metabolismo dos microrganismos aeróbicos resulta em aumento do pH, em virtude da catabolização dos aminoácidos e liberação da amônia após a deaminação.

De acordo com McDONALD et al. (1991), a deterioração aeróbia da silagem está associada, principalmente, com o desenvolvimento de fungos e leveduras. O processo se inicia com as leveduras, que transformam os açúcares em álcool. Esses microrganismos apresentam alta resistência às variações do pH e sobrevivem em meio anaeróbio. A população de leveduras pode aumentar acentuadamente de 2,0 log UFC/g de silagem para 12,0 log UFC/g de silagem em apenas três dias de aeração (PITT et al. 1991). Na seqüência, aparecem os fungos, que degradam uma ampla variedade de nutrientes, incluindo carboidratos estruturais e lignina (ROTZ & MUCK, 1994).

Nos capins tropicais, a utilização de aditivos estimulantes da fermentação, como a polpa cítrica peletizada, pode provocar a ocorrência de fungos leveduriformes e filamentosos (BERNARDES, 2003). Algumas silagens bem fermentadas, confeccionadas com aditivos e apresentando altos teores de ácido lático e açúcares remanescentes, parecem estar sujeitas à rápida deterioração por esses microrganismos. O provável motivo da instabilidade está diretamente relacionado ao

maior aporte de nutrientes (energia) para os microrganismos envolvidos na degradação aeróbia (KUNG JR., 2001).

Alguns trabalhos na literatura mostram uma menor estabilidade aeróbia das silagens aditivadas com polpa cítrica peletizada. Nesse sentido, VEIGA et al. (2000), trabalhando com silagem do capim Tanzânia, confirmaram essa tendência. Nesse trabalho, os autores observaram menor estabilidade para silagens aditivadas com 10% de polpa cítrica peletizada, o que sugere que houve uma maior concentração de carboidratos solúveis residuais.

BERNARDES (2003) constatou que o desenvolvimento de leveduras em silagens de capim Marandu, aditivadas com 5% e 10% de polpa cítrica peletizada, aumentou significativamente após a abertura dos silos. JOBIM et al. (1999) observaram que o desenvolvimento de leveduras e de fungos, em silagens de grão úmido de milho e espigas de milho, aumentou significativamente após dois dias da abertura dos silos. Nas silagens de espigas de milho, as populações de leveduras e de fungos apresentaram crescimento superior ao observado na silagem de grãos. Segundo WOOLFORD (1984), silagens com contagem de leveduras superior a 5,0 log UFC/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração.

Outro gênero de microrganismo que merece destaque quanto à atividade na deterioração aeróbia de silagens é o *Bacillus*. Esses microrganismos podem contribuir para a deterioração de silagens, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas. Segundo WOOLFORD (1990), inicialmente acreditava-se que os bacilos exerciam função secundária quando comparado às leveduras na deterioração das silagens. No entanto, diversos estudos revelaram que esses microrganismos exercem uma função muito mais importante do que se acreditava.

Alguns microrganismos que se desenvolvem na massa ensilada após a abertura do silo podem constituir em risco para a saúde animal e mesmo para aqueles que manuseiam a silagem. Dentre as espécies mais patogênicas aos animais e ao homem, cita-se a *Listeria monocytogenes*, causadora da Listeriose. As infecções (Listeriose) causadas por essa bactéria, ocorrem em função da ingestão de alimentos contaminados, principalmente silagens, podendo acarretar sérios problemas, como

meningite, encefalite e abortos, além de veiculada ao leite, tornando-se um problema de saúde pública (DONALD et al. 1995; SILVA et al. 2001).

No Brasil, estudos sobre contaminação de silagens com bactérias do gênero *Listeria* spp. são raros. No entanto, pode-se inferir que a ocorrência de *Listéria* principalmente em silagens de capins tropicais deve ser considerada, a julgar pela baixa qualidade fermentativa normalmente observada. Nesse contexto, SILVA et al. (2002) avaliaram a presença de *Listeria* spp. e detectaram que 65,6% das amostras oriundas de silagem de Tifton 85, ensilada com diferentes teores de umidade, estavam contaminadas com essa bactéria. Dentre essas, 10% foram positivas para *Listeria monocytogenes*, considerada de elevada patogenicidade aos animais e também ao homem.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo caracterizar a população microbiológica, o padrão de fermentação, a composição química e a estabilidade aeróbia das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivadas ou não com polpa cítrica peletizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Clima

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura e no Laboratório de Microbiologia, pertencentes ao Departamento de Zootecnia e ao Departamento de Patologia Veterinária da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP.

A FCAV/UNESP está geograficamente localizada no município de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 595 metros.

De acordo com a classificação internacional de Koppen, o clima é classificado como mesotérmico, de inverno seco, apresentando uma temperatura média anual máxima de 22,3 °C e mínima de 15,2 °C, no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média situa-se em 1.400 mm, com 85% das chuvas concentrando-se nos meses de outubro a março.

Condição do solo da área experimental

Os capins Tanzânia e Marandu foram colhidos em áreas experimentais de 3,0 ha e 0,5 ha, respectivamente. Ambas as áreas são pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP, e estabelecidas em Latossolo Eutrófico Típico, de textura muito argilosa a moderada, caulítico-oxítico mesoférrico, de relevo suave ondulado (ANDRIOLI & CENTURION, 1999).

As amostragens do solo foram realizadas nos meses de agosto de 2002 e setembro de 2002, e as análises químicas realizadas no Departamento de Solos e Adubos da FCAV/UNESP, sendo os resultados apresentados na Tabelas 1.

Tabela 1 – Análise química do solo das áreas experimentais dos capins Tanzânia e Marandu.

pH em	MO	P resina	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V
CaCl ₂	g/dm ₃	mg/dm ₃	mmol _d /dm ₃						%
Tanzânia									
5,3	20	9	2,3	22	17	25	41	66,3	62
Marandu									
6,1	19	16	3,2	21	17	28	41	69	59

MO: matéria orgânica; SB: soma de bases, V: saturação por bases
Profundidade de amostragem: 0-20 cm.

Corte e Colheita da Forragem

No dia 14/11/2002, a área experimental do capim Tanzânia foi rebaixada, utilizando-se de roçadeira, e o material remanescente retirado da área com auxílio de ancinho enleirador. No dia 15/11/2002, procedeu-se a fertilização da área com 60 kg de N/ha, utilizando-se de 300 kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996), e utilizando-se de uma adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 64 dias (17/01/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e colheita da forragem com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 30 cm do solo (RODRIGUES, 1986) e de forma a serem obtidas partículas variando de

3 a 6 cm. As características do capim Tanzânia no momento da ensilagem constam da Tabela 2.

No dia 16/01/2003, a área experimental do capim Marandu foi rebaixada, utilizando-se, para tanto, de 16 bovinos da raça Nelore com peso médio de 390 kg. No dia 17/01/2003, procedeu-se a fertilização da área com 50 kg de N/ha, utilizando-se de 250kg do adubo fórmula 20-05-20, de acordo com as recomendações de WERNER et al. (1996), e utilizando-se uma adubadeira dotada de sistema pendular de distribuição. Decorrido um período de 49 dias (07/03/2003) de crescimento vegetativo, realizou-se o corte e colheita da forragem com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 25 cm do solo (RODRIGUES, 1986), e de forma a serem obtidas partículas variando de 3 a 6 cm. As características do capim Marandu no momento da ensilagem constam da Tabela 2.

Tabela 2 - Características dos capins Tanzânia e Marandu no momento da ensilagem.

Variáveis	Tanzânia ¹	Marandu ²
Idade (dias)	64	49
Altura (cm)	120	88
Massa de Forragem (t MS/ha)	6,3	5,7
MS (%)	27,3	28,1
Folha (%)	74,4	66,8
Caule (%)	25,6	33,2

¹ Corte realizado a 30 cm do solo.

² Corte realizado a 25 cm do solo.

É importante ressaltar que, no corte das forragens dos capins Tanzânia e Marandu, a máquina forrageira teve seu conjunto de facas afiado e o conjunto de contrafacas aproximado para que se obtivesse o menor tamanho de partícula possível.

Preparo das silagens

Após a colheita, nos períodos correspondentes, as forragens dos capins Tanzânia e Marandu foram encaminhadas ao Setor de Forragicultura da FCAV/UNESP e submetidas aos seguintes tratamentos: 1) Controle: ensilagem do capim após o corte;

2) Controle + adição de 5% de polpa cítrica peletizada na matéria verde; e 3) Controle + adição de 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde.

A adição de polpa cítrica peletizada nos tratamentos com 5% e 10%, tanto no capim Tanzânia quanto no capim Marandu, foi realizada no momento do processo de ensilagem, efetuando-se a pesagem da forragem e da polpa cítrica peletizada de acordo com os tratamentos estabelecidos.

Como silos experimentais foram utilizados tambores (200 L) de metal com 80 cm de altura e 50 cm de diâmetro. A forragem foi compactada por pisoteio humano (98 kg), admitindo-se camadas de 20 cm de espessura, de forma a ser obtida uma densidade de 550 kg/m³. Na seqüência do processo, os silos foram fechados com lona plástica preta (300 micras) e com auxílio de fitas plásticas adesivas.

Após a confecção, os silos foram acomodados em local parcialmente protegido da radiação solar e da chuva e mantidos sob temperatura ambiente.

Parâmetros Avaliados

Após um período de 210 dias (15/08/2003 - capim Tanzânia) e 184 dias (28/08/2003 - Capim Marandu), os silos experimentais foram abertos e em cada tratamento foi avaliada a composição química, o perfil fermentativo e atividade microbológica nos seguintes tempos: 0, 2, 4 e 6 dias após a quebra da vedação dos silos.

É importante ressaltar que os silos foram manejados de forma que o tempo zero fosse considerado o momento da abertura e, a cada dois dias, foi retirada uma camada de 20 cm de cada silo, visando à coleta das amostras para as análises laboratoriais correspondentes.

Após a abertura dos silos, 2,5 kg de silagem de cada silo foram retirados e colocados em caixas de isopor com capacidade de sete litros, sendo essas caixas acondicionadas em câmara climática a uma temperatura de 25 ± 1°C, para avaliação da estabilidade em aerobiose. As temperaturas das silagens foram tomadas às 0, 24, 48, 72, 96, 120, 144 e 168 horas, após a acomodação das caixas na câmara

climática, com auxílio de termômetros de bulbo seco, inseridos a 10 cm no centro da massa de silagem de cada tratamento.

A temperatura do ambiente foi controlada pelo termostato do aparelho “refrigerador” e também por intermédio de termômetros suspensos no ar. Além disso, promoveu-se a manutenção da umidade relativa (UR) do ar em 65%, com auxílio de termo higrômetro e mediante a colocação de recipientes, contendo água, na câmara climática.

A estabilidade em aerobiose foi calculada utilizando-se a metodologia proposta por DRIEHUIS et al. (2001) que adota como critério o tempo observado para que a silagem, após a abertura do silo, apresente elevação em 1°C em relação à temperatura do ambiente.

A taxa de recuperação da matéria seca foi obtida pelo quociente entre a quantidade de matéria seca recuperada dos silos (abertura) e a quantidade de matéria seca inicialmente acondicionada nos silos (fechamento) e expressa em porcentagem, conforme proposto por MARI (2003) e descrito na equação abaixo:

$$\text{RMS} = \left(\frac{\text{MFf} \times \text{MSf}}{\text{Mfi} \times \text{Msi}} \right) \times 100$$

onde:

RMS = taxa de recuperação da matéria seca;

Mfi = massa de forragem no fechamento (kg);

Msi = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFf = massa de forragem na abertura (kg);

MSf = teor de matéria seca da silagem na abertura (%).

Análises Químicas

As análises químicas da forragem e das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e de Nutrição Animal (LANA),

pertencentes ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP - Campus de Jaboticabal.

Com a abertura dos silos experimentais, as amostras foram coletadas e divididas em três porções. A primeira foi utilizada na determinação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1980); as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), pelo método seqüencial de análise, segundo as técnicas descritas por ROBERSTSON & VAN SOEST (1981). Para determinação dos teores de celulose foi utilizado ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994). Adotou-se o método seqüencial de análise de fibra, de forma que não houvesse contaminação da pectina na FDA das amostras. Os teores de hemicelulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA, e a lignina calculada pela diferença entre a fração FDA e a celulose. A partir dos resíduos das análises de FDN e FDA, procedeu-se a determinação de N-FDN e N-FDA. A fração B3 (proteína verdadeira associada à parede celular) foi determinada pela diferença entre a fração N-FDN e N-FDA. O teor de carboidratos solúveis (CS) da forragem foi determinado conforme JOHNSON et al. (1966). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pela metodologia de TILLEY & TERRY (1963), utilizando-se inóculo ruminal de bovinos alimentados com silagem de milho. O poder tampão das forragens foi mensurado de acordo com a metodologia de PLAYNE & McDONALD (1966). A segunda porção foi levada à prensa hidráulica (800 kg/cm²) para retirada do suco da silagem, o qual foi utilizado na determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), segundo AOAC (1980), e pH com uso do potenciômetro (SILVA, 1998). Uma porção da amostra de cada tratamento foi coletada e acondicionada em saco plástico devidamente identificado e, a seguir, encaminhada ao laboratório visando às análises microbiológicas.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, pertencente ao Departamento de Patologia Veterinária da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal - SP.

Para as análises microbiológicas, foram previamente pesados 25 g (matéria verde) de cada silagem e, posteriormente, diluídos em 225 mL de solução salina estéril (8,5 g de NaCl / litro de água destilada). Após a agitação por 10 minutos, foram retirados 10 mL do extrato para as diluições posteriores. A partir dos extratos diluídos (10^{-1} a 10^{-5}), foram realizadas as sementeiras (0,1 mL por placa) nos meios específicos de cultivo para cada microrganismo estudado.

Na determinação do desenvolvimento de enterobactérias nas silagens foi utilizado o meio de cultura Violet Red Bile Agar (Oxoid[®]), na qual as bactérias apresentam colônias púrpuras, com incubação aeróbia por 24 a 48 horas, em temperatura de 35 °C, de acordo com JONSSON (1991).

O desenvolvimento de *Bacillus* foi avaliado conforme SPECK (1976), utilizando-se o meio Agar Nutriente (Difco[®]), onde as bactérias caracterizam-se por apresentar colônias opacas, com as culturas incubadas em aerobiose a 30 °C por até 72 horas.

A contagem total de leveduras foi realizada conforme a metodologia descrita por KURTMAN & FELL (1998). O meio de cultura utilizado foi o YN (Difco[®]), acidificado com ácido láctico a 10%, para obtenção de pH 4,0, e suplementado com antibióticos (Ácido Nalixídico e Ampicilina), ambos aditivos visando a inibição de bactérias, sendo as amostras incubadas por 72 horas a 30 °C. Vale ressaltar que as colônias de leveduras são caracterizadas pela cor bege. Na contagem de fungos filamentosos foi utilizado o mesmo meio de cultura e temperatura, sendo a incubação realizada por 120 horas. A diferenciação entre leveduras e fungos foi realizada por meio da estrutura física das colônias, uma vez que as leveduras são microrganismos que apresentam colônias formadas por organismos unicelulares, enquanto que os fungos são pluricelulares filamentosos (McDONALD et al. 1991).

A determinação da ocorrência e identificação das espécies de *Listeria* spp. foram realizadas de acordo com a metodologia descrita por BRASIL (1993). O meio de cultura utilizado foi o Listeria Selective Agar (Formulação Oxford -Oxoid[®]) adicionado do Suplemento Seletivo (Formulação Oxford – Oxoid[®]). O meio de cultura utilizado é específico para o crescimento de *Listeria* spp., com inibidores de crescimento de bactérias Gram negativas. As placas foram incubadas a 35 °C por 24 a 48 horas.

Isolamento de *Listeria* spp.

Das colônias típicas (pequenas, amarronzadas e côncavas) foram realizados esfregaços corados pelo método de Gram. As colônias que apresentaram bactérias em forma de bastonetes curtos e irregulares, não-esporuladas e gram positivas, foram repicadas para placas de Petri, contendo o mesmo meio de cultura usado anteriormente, visando basicamente à manutenção até a realização das análises bioquímicas, conforme a metodologia de SILVA et al. (2001), para sua identificação.

Análises bioquímicas para identificação de *Listeria* spp.

Das colônias típicas, observadas anteriormente na microscopia, procedeu-se a repicagem de uma colônia pura em tubos de cultura contendo Caldo Cérebro Coração (BHI - Oxoid®). Esses foram incubados a 37 °C por 24 horas. Decorrido esse tempo, foi observado o crescimento da bactéria e, na seqüência, realizadas as seguintes análises: teste de catalase, teste de produção de hemólise, teste de motilidade, teste de nitrato, teste em agar TSI, teste de fermentação da dextrose, xilose, rhamnose, manitol, maltose e esculina (SILVA et al. 2001).

Teste da Catalase: A partir de placas contendo a cultura pura, foram transferidas alíquotas com alça microbiológica da cultura para uma lâmina de microscopia, misturando-a com uma gota de peróxido de hidrogênio 3%, e logo, após foi observada a ocorrência de borbulhamento imediato (teste positivo) ou não-borbulhamento (teste negativo). As cepas de *Listeria* spp. são catalase positivas.

Teste de Motilidade: A partir dos tubos contendo BHI, foi inoculada cada cultura suspeita em um tubo contendo Agar Sulfeto Indol Motilidade (SIM), através de picada com agulha estéril no centro do meio de cultura, até uma distância de 1 cm do fundo. Esses tubos foram incubados a 25 °C por até 7 dias e observados diariamente. As cepas de *Listeria* spp. são móveis e desenvolvem uma zona de migração típica, espalhando-se na parte superior do meio e mantendo-se restrita à inoculação por picada no fundo do tubo. Esse tipo de migração produz uma massa de crescimento

característica, lembrando um guarda-chuva.

Teste de verificação de Hemólise: Com uma caneta hidrográfica, foram demarcados 20 a 25 setores no fundo de uma placa de Agar Sangue N. 2, suplementado com sangue de cavalo, e foram inoculados a partir dos tubos de BHI, cada uma das culturas suspeitas, por picada, em um dos setores demarcado. As placas foram incubadas a 35 °C e foi observada a formação de um halo transparente de hemólise ao redor das colônias. As cepas de *L. monocytogenes* formam halos discretos que não se estendem muito para fora da colônia, enquanto as cepas de *L. ivanovii* formam halos grandes e bem definidos e *L. innocua* não apresenta hemólise.

Teste de fermentação da Dextrose, Xilose, Rhamnose, Manitol, Maltose e Esculina: A partir dos tubos com BHI, contendo as culturas puras, foi inoculada uma alçada de cada inóculo em tubos contendo Caldo Púrpura Base, suplementado com 0,5% do carboidrato a ser testado. Incubados à 37 °C por 168 horas, foram observados diariamente se havia produção de ácido (alteração da cor do meio de púrpura para amarelo) e produção de gás (coletados em tubo Durhan). Nenhuma cepa de *Listeria* spp. produz gás a partir desses compostos de carbono e todas fermentam a dextrose, a maltose e a esculina. A *L. monocytogenes* também fermenta a rhamnose, mas não fermenta a xilose e o manitol.

Teste de Nitrato: A partir dos tubos de BHI foi transferida uma alíquota com alça microbiológica estéril com inóculo de cada cultura para tubos contendo caldo nitrato e incubados a 35 °C por 120 horas. Após a incubação, foi adicionado aos tubos 0,25 mL de cada um dos reagentes para teste de nitrato (A = solução 0,8% de ácido sulfanílico: B = solução 0,5% de alfa-naftol). O desenvolvimento de uma cor rósea púrpura, em no máximo 10 minutos, confirma o teste positivo. Em caso de resultado negativo, adiciona-se 0,2 g. de zinco em pó, deixa-se em repouso por 10 minutos para observar se o meio permanece com a cor inalterada (teste positivo). No caso de adquirir uma coloração rósea púrpura, o teste é negativo. As cepas de *Listeria* spp. não reduzem o nitrato.

Reação em Agar Tríplice Açúcar Ferro (TSI): A partir dos tubos contendo BHI, foi inoculada cada cultura em um tubo contendo TSI, por picada em estrias na rampa do Agar. Os tubos foram incubados à 37 °C por 24 horas e observados para verificar se houve ocorrência de reação típica da Listéria: rampa e fundo ácido (amarelados), sem produção de H₂S (não-escurecimento do agar). Os tubos foram incubados com a tampa ligeiramente afrouxada, para manter condições aeróbias. Esse cuidado preveniu reações ácidas errôneas na rampa.

Após a verificação de todas as análises bioquímicas, estas eram comparadas com a Tabela 03 (SILVA et al. 2001) para a classificação das espécies de *Listeria* spp.

Tabela 03. Classificação de algumas espécies de *Listeria* spp. (SILVA et al. 2001).

TSI	Nitrato	Xilose	Esculina	Maltose	Dextrose	Manitol	Rhamnose	Motilidade	Hemólise	Catalase	Classif.
+	-	-	+	+	+	-	+	+	+	+	<i>L. m.</i>
+	-	-	+	+	+	-	-	+	-	+	<i>L. i.</i>
+	-	-	+	+	+	+	+	+	-	+	<i>L. g.</i>
+	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	<i>L. v.</i>
+	+	-	-	+	+	+	+	+	+	+	Outros

L. m = *Listeria monocytogenes*; *L. i* = *Listeria innocua*; *L. v.* = *Listeria ivanovii*; *L. g.* = *Listeria grayi*; Outros = outros contaminantes.

Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental utilizado para ambos os experimentos foi o inteiramente casualizado (DIC), com três repetições de campo, utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tratamentos, e o fator atribuído à subparcela, o tempo. Os dados foram analisados utilizando-se o programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, pelo procedimento de análise de variância.

Utilizou-se o teste Tukey (P<0,05) na comparação de médias entre causas de variação, adotando-se 5% como nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição química e digestibilidade *in vitro* da forragem e da polpa cítrica peletizada

A composição química bromatológica e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca das forragens frescas dos capins Tanzânia e Marandu estão demonstradas na Tabela 04.

Tabela 04. Médias dos teores de matéria seca (MS), carboidratos solúveis (CHOsol.), poder tampão (PT), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nitrogênio ligado ao FDN (N-FDN), nitrogênio ligado ao FDA (N-FDA), fração B3 (B3), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina (LIG) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) dos capins Tanzânia (64 dias de crescimento) e Marandu (49 dias de crescimento).

Variáveis	Tanzânia	Marandu
MS (%)	27,3	28,1
CHOsol. (% MS)	3,2	2,8
Poder Tampão (e.mg/100 g MS)	19,3	18,4
PB (% MS)	8,0	9,7
FDN (% MS)	72,1	74,6
FDA (% MS)	52,2	44,7
N-FDN (% N total)	23,4	39,1
N-FDA (% N total)	14,8	8,8
B3 (% N total)	8,6	30,3
Hemicelulose (% MS)	19,9	29,9
Celulose (% MS)	43,8	37,2
Lignina (% MS)	8,4	7,4
DIVMS (% MS)	48,2	49,6

Na Tabela 05 encontram-se os dados referentes à composição química bromatológica e de digestibilidade *in vitro* da matéria seca da polpa cítrica peletizada utilizada no estudo.

Tabela 05. Composição químico bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca da polpa cítrica peletizada.

Variáveis	Valor Médio
MS (%)	89,6
CHOsol. (% MS)	19,2
PB (% MS)	6,8
FDN (% MS)	26,9
FDA (% MS)	21,3
Hemicelulose (% MS)	5,6
Celulose (% MS)	19,7
Lignina (% MS)	1,6
DIVMS (%)	74,4

Desenvolvimento de microrganismos

Nas Tabelas 06 e 07, encontram-se os dados referentes ao desenvolvimento de *Bacillus* nas silagens do capim Tanzânia, e de enterobactérias e *Bacillus* nas silagens do capim Marandu com o desabastecimento dos silos. Não foi constatado desenvolvimento de enterobactérias nas silagens do capim Tanzânia, provavelmente em função dos valores de pH (4,65) observados nessas silagens, que provavelmente, inibiram o desenvolvimento desses microrganismos.

Tabela 06. Desenvolvimento de *Bacillus* (log UFC/g de silagem) nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	Tempo (dias)			
	0	2	4	6
	<i>Bacillus</i>			
0	0,1	1,5	0,8	0,9
5	1,5	1,4	0,2	0,9
10	1,7	0,9	0,2	0,1

¹ PCP = 0% (Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 07. Desenvolvimento de enterobactérias e *Bacillus* (log UFC/g de silagem) nas silagens do capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	Tempo (dias)			
	0	2	4	6
	Enterobactérias			
0	0,15	-	-	-
5	-	-	-	0,08
10	-	-	-	-
	Bacillus			
0	1,4	1,2	1,5	4,0
5	0,7	1,5	0,9	1,1
10	1,3	0,9	0,8	0,9

¹ PCP = 0% (Controle) 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Nas silagens do capim Marandu (Tabela 07), constatou-se que a população de enterobactérias esteve presente nas silagens do tratamento controle, no dia da abertura dos silos e, no tratamento, com 5% de PCP, no sexto dia após a quebra da vedação.

OSTLING & LINDGREN (1995) comentaram que, durante a deterioração aeróbia das silagens, as enterobactérias têm oportunidade para reiniciar o seu crescimento de forma significativa. LINDGREN et al. (1985) avaliaram a deterioração aeróbia das silagens de gramíneas e gramíneas misturadas com leguminosas e observaram que houve crescimento de enterobactérias após a exposição ao ar, sendo este mais intenso em temperatura ao redor de 30 °C e na superfície dos silos, em relação às amostras retiradas a 30 cm de profundidade. De acordo com os autores, as silagens coletadas na superfície dos silos apresentavam maiores valores de pH e menores concentrações de ácido láctico, sendo, portanto, um ambiente mais propício ao desenvolvimento desse grupo de microrganismo.

BERNARDES (2003) constatou que a população de enterobactérias esteve presente nas silagens do capim Marandu do tratamento controle (3,9 log UFC/g de silagem) e aumentou consideravelmente com o decorrer dos tempos de desabastecimento dos silos, embora não tenha sido observado desenvolvimento para os tratamentos com 5% e 10% de PCP.

JOBIM (1996), avaliou o desenvolvimento de enterobactérias após a abertura do silo nas silagens de grão úmido e de espigas de milho, constatando que o maior tempo de aeração favoreceu o desenvolvimento dessas bactérias. O autor registrou 1,2; 1,5; 2,4 e 2,6 log UFC/g de silagem, nas silagens de grãos úmidos; e 1,0; 2,3; 2,7 e 3,5 nas silagens de espiga, na abertura dos silos e nos tempos de 2, 4 e 6 dias de aeração, respectivamente.

Em relação ao desenvolvimento de *Bacillus* nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Tabelas 06 e 07), observam-se aumento no crescimento nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu do tratamento controle, com o decorrer do desabastecimento dos silos. Em relação aos tratamentos com 5% e 10% de PCP, observa-se diminuição da população desses microrganismos com o decorrer do tempo, tanto nas silagens de capim Tanzânia como nas de Marandu. Esse fato pode ser explicado pela baixa porosidade das silagens ao oxigênio atmosférico, inibindo, dessa forma, o desenvolvimento dos microrganismos supracitados.

BERNARDES (2003) verificou que a população de *Bacillus* aumentou significativamente nas silagens de Marandu do tratamento controle, com o decorrer do desabastecimento dos silos. Nos tratamentos com 5% e 10% de PCP, o autor não detectou a presença desses microrganismos nas silagens resultantes.

Diversas pesquisas têm sido realizadas visando monitorar o número de esporos de *Bacillus* em silagens. Estes números variaram consideravelmente nas amostragens dos silos. Nas silagens de capim pré-secadas, esse número variou de 1×10^3 a 4×10^8 UFC/g de silagem e, na de silagem de milho, de 8×10^2 a 10^9 UFC/g de silagem (PAHLOW et al. 2003).

PAHLOW et al. (2003) comentaram que os *Bacillus* podem contribuir na deterioração de silagens, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas, sendo que as espécies mais comuns envolvidas na deterioração de silagens são *B. cereus*, *B. lentus*, *B. firmus* e *B. sphaericus*. Outras espécies são capazes de crescimento anaeróbio sem prejuízos à qualidade da forragem ensilada (McDONALD et al. 1991), pois o crescimento em geral é errático, com pouco ou nenhum desenvolvimento, quando bactérias ácido-láticas multiplicam-se rapidamente.

Segundo WOOLFORD (1990), inicialmente, acreditava-se que os *Bacillus* exerciam função secundária, quando comparados às leveduras na deterioração das silagens. No entanto, diversos estudos revelaram que esses microrganismos exercem uma função muito mais importante do que se acreditava.

McDONALD et al. (1991) relataram que os *Bacillus* provocam significativas alterações na composição química das silagens, principalmente em relação às proteínas, já que a maioria das espécies de *Bacillus* são proteolíticas. PHUNSTOK et al. (2004) estudaram as silagens de milho, sorgo, alfafa e trigo em relação as alterações no perfil de aminoácidos e constataram aumento nas concentrações das poliaminas putrescina, cadaverina e espermidina e decréscimo nas concentrações de arginina, metionina e lisina. Segundo esses autores, a presença de poliaminas na silagem acarreta odor pútrico ao alimento, como foi observado no presente estudo nas silagens de capim Tanzânia e Marandu sem adição de polpa cítrica peletizada.

No que se refere ao desenvolvimento de fungos nas silagens do capim Tanzânia (Tabela 08) verifica-se que as silagens dos tratamentos controle e com 5% de PCP apresentaram crescimento de fungos filamentosos na abertura dos silos e, no sexto dia de aeração das silagens com 5% de PCP, respectivamente.

Tabela 08. Desenvolvimento de fungos e leveduras (log UFC/g de silagem) nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	Tempo (dias)			
	0	2	4	6
	Fungos			
0	0,20	-	-	-
5	0,60	-	-	0,26
10	-	-	-	-
	Leveduras			
0	-	-	-	-
5	-	-	-	1,8
10	-	-	-	-

¹ PCP = 0% (Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Nas silagens do capim Marandu não foram observados desenvolvimento de fungos. O baixo desenvolvimento de fungos pode ser explicado pela baixa aeração na massa ensilada como resultado da significativa compactação, fato esse que dificultou sobremaneira a permeabilidade e porosidade das silagens ao oxigênio atmosférico.

BERNARDES (2003) verificou a presença de fungos filamentosos nas silagens com 10% de PCP na abertura dos silos (1,4 log UFC/g de silagem), por causa, basicamente, da dificuldade de compactação e aeração da massa ensilada. Segundo MUCK et al. (1991), os fungos apresentam crescimento mais lento que as leveduras, e, normalmente, apresentam menor população durante a armazenagem em razão da sua maior sensibilidade à falta de oxigênio.

É importante ressaltar que o desenvolvimento dos microrganismos (enterobactérias, *Bacillus*, leveduras e fungos) após a quebra da vedação das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, encontram-se abaixo dos dados da literatura, provavelmente, em função das condições dos materiais no momento da ensilagem, bem como o tipo de silo, que permitiu baixa permeabilidade ao oxigênio atmosférico.

Com relação ao desenvolvimento de leveduras nas silagens do capim Tanzânia (Tabela 08), pode-se verificar que as silagens dos tratamentos controle e com 10% de PCP não apresentaram desenvolvimento desses microrganismos. Da mesma forma, as silagens de capim Marandu dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP, não apresentaram crescimento de leveduras. Nas silagens dos Capins Tanzânia e Marandu do tratamento controle, a ausência de desenvolvimento de leveduras pode ser justificada pelo menor aporte de nutrientes para os microrganismos, sendo que a polpa cítrica peletizada pode garantir maior suprimento de nutrientes para assimilação e metabolismo dos mesmos, com posterior crescimento, em função da maior concentração molar de ácido lático das silagens aditivadas ou pela presença de pectina.

Nas silagens do capim Marandu com 10% de PCP, a ausência de leveduras pode ser explicada pela produção de ácido acético e propiônico, produzidos durante o processo fermentativo e também após a quebra da vedação. De acordo com PAHLOW et al. (2003) os ácidos acético, propiônico e valérico, produzidos durante a fase de fermentação podem exercer efeito inibitório ou letal sobre as células das leveduras.

Desenvolvimento de *Listéria*

O desenvolvimento de *Listeria* spp. nas silagens esta diretamente ligado ao pH. Quando o pH for inferior a 5,2, as bactérias do gênero *Listeria* não se desenvolvem, mas sua inibição ocorre somente em pH mais ácido, ao redor de 3,2 (PAHLOW et al. 2003). Em silagens com pH elevado, poderá ocorrer desenvolvimento de *Listeria* spp., salvo se o teor de MS for muito elevado, ao redor de 70% (CORROT, 1998). De acordo com JOBIM & GONÇALVES (2003), a *Listeria* é capaz de multiplicar-se naturalmente no solo, água e vegetais. Pode multiplicar-se em temperatura extremas (1°C a 45°C), com temperatura ótima de crescimento entre 30°C a 37°C.

Nas Figuras 1 e 3, pode-se observar a ocorrência de *Listeria* spp. nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidos aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos. Encontrou-se a presença de *Listeria* spp. em 33,4% das amostras de silagem do capim Tanzânia (Figura 1) e em 26,41% das amostras de silagem do capim Marandu (Figura 3). Dentre essas, 2,53% (Figura 2) e 2,33% (Figura 4) foram positivas para *Listeria monocytogenes*, nas silagens do capim Tanzânia e Marandu, respectivamente. Os dados encontrados no presente estudo estão abaixo daqueles reportados por SILVA et al. (2002) que verificaram a presença de *Listeria* spp. em 65,6% das amostras oriundas de silagem de Tifton 85, ensiladas com diferentes teores de umidade. Dessas, 10% foram positivas para *Listeria monocytogenes*.

Na Figura 1, observa-se que, na abertura dos silos, as silagens do capim Tanzânia dos tratamentos controle e com 5% de PCP corresponderam a 83,3% e 16,7% das amostras contaminadas com *Listeria* spp., respectivamente. Nas silagens do capim Marandu (Figura 3), constatou-se que 72,7% e 27,3% das silagens com 5% e 10% de PCP apresentaram contaminação com *Listeria* spp.

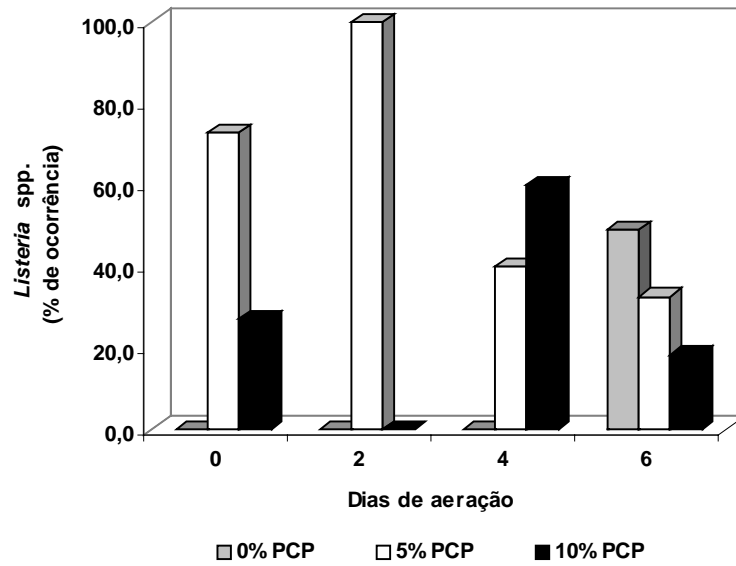


Figura 1. Porcentagem de ocorrência de *Listeria* spp, a partir de colônias típicas isoladas nas silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada (PCP), com o decorrer do desabastecimento dos silos.

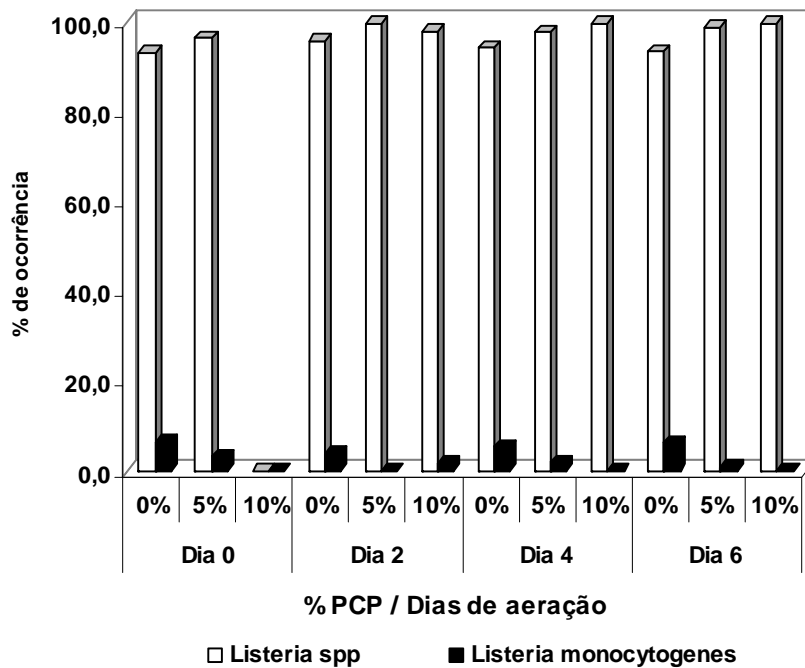


Figura 2. Identificação de *Listeria* spp e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas de silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada (PCP), com o decorrer do desabastecimento dos silos.

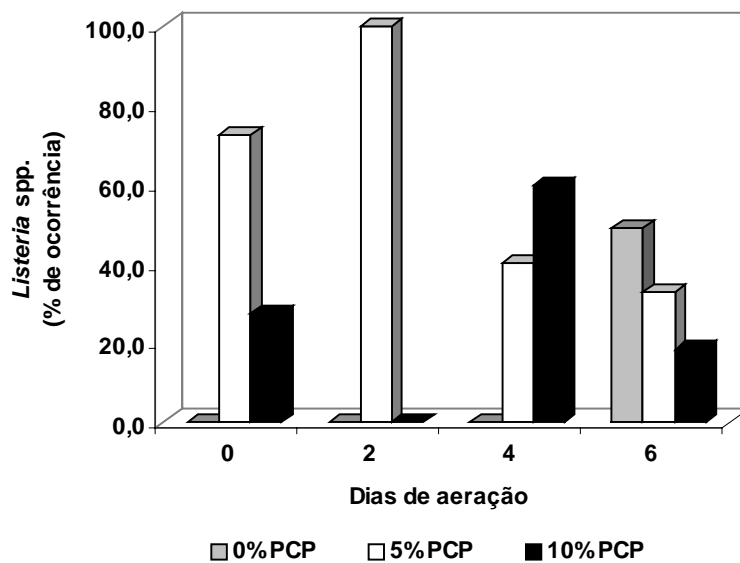


Figura 3. Porcentagem de ocorrência de *Listeria* spp, a partir de colônias típicas isoladas nas silagens do capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada (PCP), com o decorrer do desabastecimento dos silos.

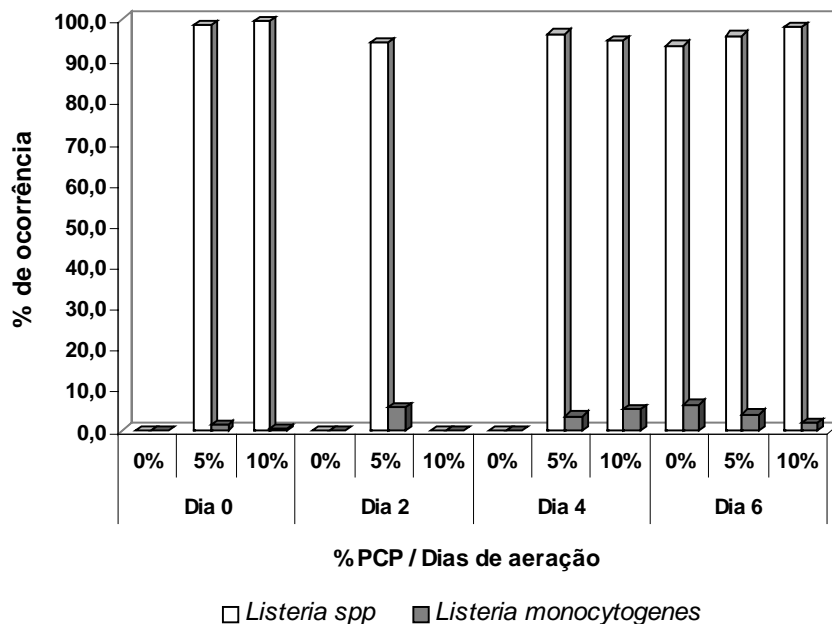


Figura 4. Identificação de *Listeria* spp. e de *Listeria monocytogenes*, a partir de colônias típicas isoladas nas silagens do capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada (PCP), com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Com o decorrer do desabastecimento dos silos, tanto as silagens do capim Tanzânia quanto as do capim Marandu apresentaram contaminação com *Listeria* spp., independentemente da adição ou não de PCP.

Em relação aos tratamentos, observou-se que 36,4%; 32,1% e 31,5% das amostras das silagens do capim Tanzânia (Figura 1) dos tratamentos controle e com 5% e 10% de PCP, estavam contaminadas com *Listeria* spp. Nas silagens do capim Marandu (Figura 3), observou-se que 12,2%; 61,3% e 26,4% das amostras estavam contaminadas com *Listeria* spp, respectivamente para os tratamentos controle e com adição de 5% e 10% de PCP.

Observou-se que as silagens do capim Tanzânia dos tratamentos controle e com 5% de PCP apresentaram contaminação com *Listeria monocytogenes* durante todo o período de exposição das silagens ao ar, fato esse não observado nas silagens com 10% de PCP, provavelmente em virtude dos baixos teores de matéria seca (22,8% e 23,6%) e elevados valores de pH (4,8 e 4,7), indicando que o padrão de fermentação inadequado e a baixa pressão osmótica das silagens influenciaram a ocorrência dessa bactéria.

Nas silagens do capim Marandu, observou-se (Figura 4) que as silagens com 5% de PCP apresentaram contaminação constante com *Listeria* spp., no decorrer do desabastecimento dos silos. Esse comportamento não foi observado nos tratamentos controle e com 10% de PCP.

De acordo com FENLON & WILSON (1998), a presença de ar aumenta a atividade de microrganismos aeróbios, com conseqüente atraso no abaixamento do pH da silagem. O pH alto favorece o desenvolvimento de *L. monocytogenes* e de algumas enterobactérias, causando deterioração da silagem e possíveis prejuízos sanitários. Esses autores comentaram que ocorre uma relação direta entre a contaminação da silagem com *L. monocytogenes* e a presença de enterobactérias. Portanto, a presença de alta contaminação com enterobactérias na silagem pode ser um importante indicador da baixa qualidade de fermentação e que existe potencial risco de contaminação com *L. monocytogenes*. No presente estudo, não foi observada relação direta entre a população de enterobactérias (quase nula) nas silagens dos capins Tanzânia e

Marandu com a contaminação com *L. monocytogenes*, contrariando assim a afirmação dos autores supracitados.

Alterações químicas com a abertura dos silos

Nas Tabelas 09 e 10, encontram-se os dados referentes aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Na Tabela 09, observa-se que a presença de PCP aumentou os teores de MS e PB das silagens (P<0,05), sendo que as silagens que receberam o aditivo apresentaram maiores teores dessas variáveis. Com o decorrer do tempo e retirada da massa de silagem, verifica-se que não houve variação nos teores de MS. Já os teores de PB apresentaram diminuição (P<0,05) com o decorrer do desabastecimento dos silos, corroborando com os dados obtidos por BERNARDES (2003) com silagens de capim Marandu, submetidas aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP. Nas silagens do capim Marandu (Tabela 10) observa-se que a PCP não teve efeito sobre os teores de MS e PB das silagens, tanto na abertura dos silos quanto no decorrer do período de exposição ao ar.

Tabela 09. Médias dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH das silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	MS (%)	PB (% MS)	N-NH₃ (% N total)	pH
0	22,8 ^B	7,9 ^B	24,5 ^A	4,8 ^A
5	23,6 ^B	9,0 ^{AB}	24,8 ^A	4,7 ^A
10	24,8 ^A	9,6 ^A	22,3 ^A	4,4 ^A
CV (%)	3,97	11,02	22,63	9,70
Tempo (dias)				
0	23,6 ^A	9,1 ^{AB}	21,7 ^{BC}	4,6 ^A
2	24,2 ^A	9,7 ^A	20,3 ^C	4,5 ^A
4	23,3 ^A	8,5 ^{BC}	26,0 ^{AB}	4,7 ^A
6	23,8 ^A	8,2 ^C	27,5 ^A	4,7 ^A
CV (%)	5,13	6,53	16,38	6,06

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05)

CV: coeficiente de variação ¹ PCP = 0% (Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 10. Médias dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH das silagens do capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	MS (%)	PB (% MS)	N-NH ₃ (% N total)	pH
0	33,3 ^A	7,0 ^A	16,8 ^A	4,7 ^A
5	34,7 ^A	7,3 ^A	12,8 ^{AB}	4,7 ^A
10	36,7 ^A	8,0 ^A	11,7 ^B	4,5 ^A
CV (%)	14,93	11,85	28,16	3,57
Tempo (dias)				
0	34,7 ^A	7,5 ^A	22,5 ^A	4,5 ^A
2	35,8 ^A	7,4 ^A	11,1 ^B	4,7 ^A
4	34,0 ^A	7,8 ^A	11,0 ^B	4,7 ^A
6	35,2 ^A	7,1 ^A	10,5 ^B	4,7 ^A
CV (%)	4,38	10,20	25,52	1,54

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05)

CV: coeficiente de variação

¹ PCP = 0% (Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Em relação aos teores de N-NH₃ das silagens do capim Tanzânia (Tabela 09), observa-se que a inclusão de PCP não promoveu diminuição significativa (P>0,05) nos teores dessa variável, provavelmente, em virtude dos baixos teores de MS observados. Entretanto, com o desabastecimento dos silos, observa-se que as silagens apresentaram incremento significativo (P<0,05) nos teores de N-NH₃. Pode-se afirmar que as silagens dos tratamentos controle e com 5% de PCP, sofreram proteólise com o prolongamento do tempo de exposição ao ar, condizendo com o crescimento de *Bacillus* que apresentaram amplo crescimento após a quebra da vedação.

Nas silagens do capim Marandu (Tabela 10), observa-se que os teores de N-NH₃ sofreram redução (P<0,05) com o incremento dos níveis de PCP nas silagens. Além disso, observa-se que, com o decorrer do período de exposição das silagens ao ar, os teores de N-NH₃ sofreram redução considerável (P<0,05), provavelmente por causa da adequada qualidade fermentativa das silagens, traduzida pela quase ausência de desenvolvimento de microrganismos indesejáveis (enterobactérias, fungos e leveduras) e relativamente baixos valores de pH.

BERNARDES (2003) encontrou acréscimo significativo nos teores de $N-NH_3$ com o decorrer do desabastecimento dos silos, nos tratamentos controle e com 5% de PCP. O autor concluiu que estas silagens sofreram proteólise com o decorrer do período de exposição ao ar.

Os valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu encontram-se nas Tabelas 09 e 10. Por meio da análise dos dados, observa-se que os valores de pH não sofreram variação com a adição de PCP com o decorrer do tempo de desabastecimento dos silos, tanto nas silagens do capim Tanzânia quanto nas do Marandu. Os valores de pH obtidos nos tratamentos com 5% e 10% de PCP no presente estudo, nas silagens do capim Tanzânia e Marandu, estão acima daqueles encontrados por BERNARDES (2003). Já os valores de pH nas silagens do tratamento controle encontram-se abaixo dos valores encontrados pelo autor supracitado.

De acordo com WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991), o pH, juntamente com a concentração de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal, são parâmetros normalmente empregados na qualificação da silagem. Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são esperados em uma silagem bem conservada. No entanto, o pH não deve ser empregado como critério exclusivo na avaliação da fermentação, pois seu efeito inibidor é dependente da velocidade de declínio da concentração iônica e do teor de umidade do material ensilado.

Os teores de N-FDN, N-FDA, fração B3, lignina e valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, encontram-se nas Tabelas 11 e 12. Observa-se que os teores de N-FDN, N-FDA e lignina das silagens do capim Tanzânia (Tabela 11) não sofreram influência significativa da adição de PCP, embora sejam perceptíveis as diminuições gradativas dessas variáveis com o incremento dos níveis de PCP nas silagens. Nas silagens do capim Marandu, observa-se que a adição de PCP não apresentou efeito sobre os teores de N-FDN. Em relação aos teores de N-FDA e lignina, a adição de PCP promoveu redução ($P < 0,05$) dessas variáveis. Os teores de N-FDA apresentaram elevação com o decorrer do desabastecimento dos silos ($P < 0,05$) nas silagens do capim Tanzânia e permaneceram inalterados nas silagens do capim Marandu.

Tabela 11. Médias dos teores de nitrogênio ligado à fibra em detergente neutro (N-FDN), nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido (N-FDA), fração nitrogenada B3, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	N-FDN *	N-FDA *	B3 *	Lignina (% MS)	DIVMS (%)
0	42,8 ^A	30,2 ^A	12,6 ^A	11,5 ^A	48,7 ^C
5	37,1 ^A	28,3 ^A	8,8 ^B	10,8 ^A	57,5 ^B
10	31,7 ^A	23,6 ^A	8,1 ^B	10,8 ^A	63,0 ^A
CV (%)	31,18	33,51	12,42	12,43	2,14
Tempo (dias)					
0	33,8 ^{BC}	24,3 ^A	9,5 ^B	11,7 ^A	55,9 ^A
2	29,4 ^C	23,5 ^A	5,9 ^C	11,4 ^A	56,4 ^A
4	41,3 ^{AB}	30,2 ^A	11,1 ^A	10,4 ^A	56,4 ^A
6	44,2 ^A	31,4 ^A	12,8 ^A	10,6 ^A	56,9 ^A
CV (%)	18,56	22,40	59,71	15,40	2,56

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05)

CV: coeficiente de variação

* N total

¹ PCP = 0% (Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 12. Médias dos teores de nitrogênio ligado à fibra em detergente neutro (N-FDN), nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido (N-FDA), fração nitrogenada B3, lignina e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens do capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	N-FDN *	N-FDA *	B3 *	Lignina (% MS)	DIVMS (%)
0	30,7 ^A	21,0 ^A	9,7 ^A	8,9 ^A	47,3 ^C
5	31,0 ^A	19,9 ^{AB}	11,1 ^A	8,5 ^{AB}	55,4 ^B
10	28,9 ^A	17,8 ^B	11,1 ^A	7,2 ^B	59,7 ^A
CV (%)	18,74	12,61	50,41	14,24	2,25
Tempo (dias)					
0	30,9 ^A	19,5 ^A	11,4 ^A	8,0 ^A	54,7 ^A
2	28,6 ^A	18,9 ^A	9,7 ^A	8,2 ^A	54,4 ^A
4	29,5 ^A	18,7 ^A	10,8 ^A	8,3 ^A	53,2 ^A
6	31,6 ^A	21,0 ^A	10,6 ^A	8,1 ^A	54,2 ^A
CV (%)	14,39	18,04	32,72	8,04	2,98

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey (P>0,05)

CV: coeficiente de variação

* N total

¹ PCP = 0%(Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Em relação à fração B3 (Tabelas 11 e 12), obtida pela diferença entre as frações N-FDN e N-FDA, a adição de PCP promoveu redução significativa ($P < 0,05$) dessa fração nas silagens do capim Tanzânia e não teve efeito sobre as silagens do capim Marandu. De acordo com SNIFFEN et al. (1992), a fração B3 tem significativa importância nas reações proteolíticas ocorridas durante a ensilagem, uma vez que aumentos na fração de $N-NH_3$ podem ser provenientes da degradação da fração B3.

Com o decorrer do período de desabastecimento dos silos, observa-se (Tabelas 11 e 12) aumento dos teores de N-FDN e da fração B3 e manutenção dos teores de N-FDA e lignina das silagens do capim Tanzânia. Para as silagens do capim Marandu, constata-se manutenção dos teores de N-FDN, de N-FDA, de lignina e da fração B3 com o aumento do período de exposição das silagens ao ar. BERNARDES (2003) observou-se pequeno acréscimo nos teores de N-FDN e na fração B3, à medida que a PCP foi adicionada na ensilagem, contrariando os resultados obtidos com as silagens dos capins Tanzânia e Marandu do presente estudo.

Em relação a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), esta foi alterada pela adição de PCP nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Tabelas 11 e 12), obtendo maiores valores de digestão nas silagens que receberam o aditivo. Com o decorrer do desabastecimento dos silos, as silagens do capim Tanzânia não apresentaram elevação na digestibilidade. Em relação às silagens do capim Marandu, houve decréscimo nos valores de DIVMS com o decorrer da abertura dos silos, evidenciando queda no valor nutritivo pela deterioração do alimento. Os dados encontrados no presente estudo corroboram com aqueles encontrados por BERNARDES (2003) com as silagens do capim Marandu submetidas aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP. De acordo com McDONALD et al. (1991), as perdas de energia pela deterioração aeróbia, após a abertura dos silos podem chegar a 15%. No presente estudo, especificamente, nas silagens do capim Marandu, as perdas de energia chegaram a 0,91%, do momento de abertura dos silos até o sexto dia de aeração. BERNARDES (2003) encontrou perda de 5% na DIVMS nas silagens do capim Marandu dos tratamentos controle e com adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada, sendo, portanto, superiores aos resultados do presente estudo.

NUSSIO et al. (2002) relataram que se deve considerar a instabilidade após a abertura do silo como uma forma adicional de perda de matéria seca e energia e, portanto, deve-se considerá-la às perdas inerentes ao sistema de produção.

A análise dos dados referentes aos teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose das silagens dos capins Tanzânia e Marandu estão apresentadas nas Tabelas 13 e 14. A adição de PCP diminui os teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose ($P < 0,05$) nas três silagens estudadas do capim Tanzânia. No capim Marandu (Tabela 14), a adição de PCP teve efeito significativo ($P < 0,05$) na redução dos teores de FDN e FDA das silagens. Em relação aos teores de hemicelulose e celulose, não foram constatadas diferenças significativas com o incremento dos níveis de PCP nas silagens.

Os teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose (Tabelas 13 e 14) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu não mostraram variação significativa com o decorrer do desabastecimento dos silos. Esse fato demonstra a ausência de hidrólise ácida ou enzimática das frações FDN e hemicelulose.

Tabela 13. Médias dos teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) das silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	FDN *	FDA *	Hemicelulose *	Celulose *
0	78,8 ^A	58,5 ^A	20,3 ^A	46,9 ^A
5	74,4 ^{AB}	56,6 ^A	18,2 ^B	45,6 ^{AB}
10	70,1 ^B	53,2 ^B	17,0 ^C	42,3 ^B
CV (%)	5,66	4,25	4,89	6,80
Tempo (dias)				
0	75,9 ^A	57,4 ^A	18,1 ^A	46,0 ^A
2	73,3 ^A	54,9 ^A	18,6 ^A	43,5 ^A
4	73,8 ^A	55,8 ^A	18,6 ^A	44,8 ^A
6	74,8 ^A	56,2 ^A	18,6 ^A	45,4 ^A
CV (%)	3,02	4,65	13,10	5,20

Médias seguidas de letras iguais, nas colunas, não diferem pelo teste Tukey ($P > 0,05$)

CV: coeficiente de variação

* % Matéria seca

¹ PCP = 0%(Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Tabela 14. Médias dos teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM) e celulose (CEL) das silagens de capim Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, com o decorrer do desabastecimento dos silos.

Silagens (% PCP) ¹	FDN *	FDA *	Hemicelulose *	Celulose *
0	75,2 ^A	50,8 ^A	24,4 ^A	41,9 ^A
5	72,1 ^{AB}	48,5 ^{AB}	23,8 ^A	39,8 ^A
10	69,8 ^B	45,8 ^B	24,0 ^A	38,6 ^A
CV (%)	5,95	8,17	4,41	7,92
Tempo (dias)				
0	71,2 ^A	47,6 ^A	24,0 ^A	39,1 ^A
2	73,1 ^A	48,6 ^A	24,6 ^A	40,3 ^A
4	72,3 ^A	48,6 ^A	23,8 ^A	40,2 ^A
6	72,7 ^A	48,8 ^A	23,8 ^A	40,7 ^A
CV (%)	2,59	4,83	4,19	4,69

Médias seguidas de letras iguais não diferem pelo teste Tukey (P>0,05)

CV: coeficiente de variação

* % Matéria seca

¹ PCP = 0, 5 e 10% de polpa cítrica peletizada

BERNARDES (2003) encontrou diminuição acentuada dos teores de FDN, FDA, hemicelulose e celulose das silagens do capim Marandu com a adição de PCP. Este mesmo autor constatou ainda hidrólise das frações FDN e hemicelulose com o decorrer do desabastecimento dos silos. O autor não atribuiu a redução dessas frações aos fungos filamentosos, uma vez que a população desses microrganismos não foi detectada a partir do segundo dia de aeração.

Estabilidade em aerobiose por meio da alteração da temperatura

O conceito de estabilidade aeróbia, adotado no presente estudo, foi caracterizado como sendo o tempo observado para que a massa de silagem, após a abertura do silo, apresentasse elevação em 1 °C em relação à temperatura do ambiente, conforme sugerido por DRIEHUIS et al. (2001). Maiores acúmulos de temperatura representam que houve maior aquecimento da massa ensilada após a abertura, sendo reflexo da maior intensidade de reações promovidas pelos microrganismos (leveduras, fungos, enterobactérias, *Bacillus*) oportunistas ao ambiente aeróbico, os quais se utilizam dos nutrientes disponíveis na silagem, provocando,

assim, aquecimento da massa e perdas no valor nutritivo da silagem (BALSALOBRE et al. 2001; NUSSIO et al. 2002).

Os resultados dos tratamentos e dos respectivos acúmulos de temperatura nos sete primeiros dias após a abertura dos silos experimentais das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, estão apresentados nas Tabelas 15 e 16. Observa-se que as silagens do capim Tanzânia, em estudo, foram estáveis, tendo como parâmetro a metodologia imposta, não superando a temperatura ambiente (25°C) em 1°C.

Tabela 15. Elevação da temperatura e taxa de recuperação da matéria seca (RMS) das silagens do capim Tanzânia, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada.

Tempos (dias)	Silagens (% PCP) ¹			Média	CV (%)
	0	5	10		
0	22,0 ^{ABb}	22,1 ^{Ab}	23,9 ^{Aa}	22,7 ^A	2,50
1	21,6 ^{ABb}	22,7 ^{Aab}	23,7 ^{Aa}	22,7 ^A	-
2	21,2 ^{ABb}	22,4 ^{Aa}	23,1 ^{ABa}	22,2 ^{AB}	-
3	20,7 ^{Bb}	21,5 ^{Aab}	22,2 ^{Ba}	21,5 ^{CD}	-
4	21,1 ^{ABb}	21,5 ^{Aab}	22,3 ^{Ba}	21,7 ^{BCD}	-
5	21,0 ^{ABb}	22,1 ^{Aab}	22,9 ^{Aba}	22,0 ^{ABC}	-
6	21,1 ^{ABb}	19,4 ^{Bc}	22,7 ^{Aba}	21,0 ^D	-
7	22,4 ^{Aa}	22,0 ^{Aa}	22,7 ^{Aba}	22,3 ^{AB}	-
Média	21,4 ^B	21,7 ^B	22,9 ^A	-	-
CV (%)	3,64	-	-	-	-
RMS (%)	91,1 ^a	89,5 ^b	88,8 ^b	-	4,23

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

CV: coeficiente de variação

¹ PCP = 0%(Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

Em relação às silagens de capim Marandu (Tabela 20), observa-se que apresentaram aumento da temperatura com a adição de PCP, superando, no caso do tratamento com 10% PCP, a temperatura limite (25 °C) que caracteriza as silagens com menor ou maior grau de estabilidade em aerobiose.

É importante ressaltar que, ao longo do período de exposição aeróbia, a tendência é a elevação da temperatura, especificamente nas silagens com 10% de PCP. A explicação para esse fato, possivelmente incorre na maior disponibilidade de nutrientes, como o ácido lático remanescente e os carboidratos fermentescíveis da

polpa cítrica peletizada, para oxidação por leveduras, *Bacillus* e fungos, como discutido anteriormente neste capítulo.

Tabela 16. Elevação da temperatura e taxa de recuperação da matéria seca (RMS) das silagens do capim Marandu submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada.

Tempos (dias)	Silagens (% PCP) ¹			Média	CV (%)
	0	5	10		
0	23,6 ^{Ac}	25,0 ^{Ab}	25,8 ^{BCa}	24,8 ^A	0,85
1	23,6 ^{Ac}	24,5 ^{Abb}	26,7 ^{Aa}	24,9 ^A	-
2	22,5 ^{CDc}	23,9 ^{CDb}	25,3 ^{CDa}	23,9 ^{CD}	-
3	22,3 ^{Dc}	23,4 ^{Db}	24,5 ^{Ea}	23,4 ^E	-
4	22,7 ^{BCDc}	23,5 ^{CDb}	24,8 ^{DEa}	23,7 ^{DE}	-
5	23,2 ^{Abc}	24,0 ^{BCb}	25,3 ^{CDa}	24,2 ^{BC}	-
6	23,2 ^{Abc}	23,9 ^{CDb}	25,9 ^{Ba}	24,3 ^B	-
7	22,9 ^{BCc}	23,6 ^{CDb}	26,8 ^{Aa}	24,4 ^B	-
Média	23,0 ^C	24,0 ^B	25,6 ^A	-	-
CV (%)	1,03	-	-	-	-
RMS (%)	89,9 ^a	89,6 ^a	89,1 ^b	-	1,12

Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas nas colunas e minúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P>0,05).

CV: coeficiente de variação

¹ PCP = 0%(Controle), 5% e 10% de polpa cítrica peletizada

BERNARDES (2003) e IGARASI (2002) avaliaram a estabilidade aeróbia das silagens do capim Marandu e capim Tanzânia aditivadas com PCP, durante 7 dias e 5 dias, respectivamente. Ambos os autores verificaram que a adição de PCP promoveu maior temperatura acumulada que as silagens controle, condizendo com os dados do presente estudo.

A análise das Tabelas 15 e 16 demonstram os valores de recuperação da matéria seca (RMS) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. Os dados de RMS encontrados estão abaixo daqueles reportados por BERNARDES (2003), que encontrou valores de 91,3%; 91,0% e 90,4% de RMS nas silagens do capim Marandu submetidas ao tratamento controle e à adição de 5% e 10% de PCP, respectivamente.

A maior concentração de nutrientes, nas silagens dos tratamentos com 10% de PCP implicam em menor recuperação da matéria seca (RMS) das silagens resultantes. Esse fato pode ser explicado pelo consumo do ácido láctico produzido, por fungos, leveduras e *Bacillus*, potencializando a oxidação dos nutrientes da silagem e acarretando liberação de CO₂ e calor, fatores esses que implicam em perdas de matéria seca pela liberação de carbono volátil.

CONCLUSÕES

A inclusão da polpa cítrica peletizada no processo de ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu promoveu silagens com menor estabilidade aeróbia, traduzida pelo aumento da temperatura.

Houve influência significativa da adição da polpa cítrica peletizada sobre os constituintes da parede celular das silagens avaliadas, embora esses não tenham sofrido variação ao longo do período de exposição aeróbia.

A exposição das silagens ao ar não acarretou perdas significativas de energia, uma vez que os valores de digestibilidade *in vitro* da matéria seca não variaram no período.

A adição de polpa cítrica peletizada não garantiu condições ótimas de pH para inibição das cepas de *Listeria* spp.

A presença de *Listeria monocytogenes*, nas silagens avaliadas, reforça os riscos sanitários da utilização dessas silagens nos sistemas de produção pecuária.

REFERÊNCIAS

ANDRIOLI, I.; CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., 1999, Brasília. **Anais...** Brasília: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 1999. CD ROOM.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists.** 11 ed. Washington, 1980. 1015 p.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA Jr., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.890-911.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada.** 2003. 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – FCAV/ UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BRASIL. **Ministério da Agricultura. Métodos analíticos para o controle de produtos de origem animal e seus ingredientes.** I - Métodos Microbiológicos. Brasília, 1993.

CORROT, G. Qualité bacteriologique de l'enrubannage: spores butyriques et listeria. In: *Recoller e Conserver L'herbe Aujour'hui.* **Journes Association Française Pour la Production Fourragère**, p. 27-35, 1998.

DONALD, A.S.; FENLON, D.R.; SEDDON, B. The relationship between ecophysiology, indigenous microflora and growth of *Listeria monocytogenes* in grass silage, **Journal of Applied Bacteriology**, v.79, p.141-148, 1995.

DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, W.H.; VAN WIKSELAAR, P.G. Fermentation characteristics and aerobic stability of grass silage inoculant with *Lactobacillus buchneri*, with or without homofermentative lactic acid bacteria. **Grass and Forage Science**, v.56, p.330-343, 2001.

FENLON, D.R.; WILSON, J. the quantitative assessment of *Listeria monocytogenes* growth in a laboratory ensiling system allowing limited aerobic spoilage. **Grass and Forage Science**, v.53, p.292-295, 1998.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. 2002. 132 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – ESALQ, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. .

JOBIM, C. C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v.21, n. 3, p. 671-676, 1999.

JOBIM, C.C. **Avaliação das características microbiológicas, químicas e digestibilidade das silagens de grãos úmidos e de espigas de milho**. 1996. 98 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), FCAV/UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1996.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de Forragens Conservadas. In: SIMPÓSIO VOLUMOSOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES: VALOR ALIMENTÍCIO DE FORRAGENS, 1., 2003, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2003, p. 1-27.

JOHNSON, R.R.; BALWANI, T.L.; JOHNSON, L.J. et al. Corn plant maturity. II. Effect on in vitro cellulose digestibility and soluble carbohydrate content. **Journal of Animal Science**, v.25, p.617-623, 1966.

JONSSON, A. Growth of *Clostridium tyrobutyricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal Science Food Agriculture**, v.54, p.557-568, 1991.

KUNG JR. L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., Piracicaba, 2001, **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 2001, p.53-74.

KUNG JR., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. **Journal Dairy Science**, v.84, p.1149-1155, 1998.

KURTMAN, C.P.; FELL, J.W. **The Yeast: A Taxonomic study**. Amsterdam: Elsevier, 1998, 1055 p.

LINDGREN, S.; PETTERSSON, K.; KASPERSON, A. et al. Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. **Journal Science Food and Agriculture**, v.36, p.765-774, 1985.

MARI, L. J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hoscht. Ex. A. Rich) Stapft. Cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem**. 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia). ESALQ, Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Piracicaba, 2003.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.

MUCK, R.E.; PITT, R.E.; LEIBENSPERGER, R.Y. A model of aerobic fungal growth in silage. 1. Microbial characteristics. **Grass Forage Science**, v.46, n.3, p. 283-290, 1991.

NUSSIO, L.G.; CAMPO, F.P.; PAZIANI, S. de F., et al. Volumosos suplementares: Estratégias de decisão e utilização. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 3., 2002, Lavras. **Anais...** Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002, p.193-232.

OSTLING, C.; LINDGREN, S. Influences of enterobacteria on the fermentation and aerobic stability of grass silages. **Grass and Forage Science**, v.50, p.41-47, 1995.

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of Ensiling. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, p. 31-93.

PHUNTSOK, T.; ZHENG, M.A.; FROETSCHER, Y.W. et al. Silage polyamines: quantitation and relationship to fermentation of forage amino acids. Disponível em: <<http://www.ads.uga.edu/anrpt>> Acesso em 02/11/2004.

PITT, R.E.; MUCK, R.E.; PICKERING, N.B. A model of aerobic fungal growth in silage. 2. Aerobic stability. **Grass and Forage Science**, v.46, p.301-312, 1991.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.17, n.2, p. 264-268, 1966.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: THE ANALYSIS OF DIETARY FIBER IN FOOD. New York, 1981, p.123-158.

RODRIGUES, L. R. de A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1986. p.375-387.

ROTZ, C.A.; MUCK, R.E. Changes in forage quality during harvest and storage. In: FORAGE, QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION. Madison: ASA, CSSA, SSSA, p.828-868, 1994.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 166 p.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 166 p.

SILVA, J.M.N.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; REIS, R.A. et al. Ocorrência de *Listeria* spp. nas silagens de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROOM.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V.C.A.; SILVEIRA, N.F.A. **Manual de métodos de análises microbiológicas de alimentos**. 2 ed. São Paulo: Varela, 2001b, 295 p.

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

SPECK, M.L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 1976, 701 p.

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

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of ruminant**. New York, Corvallis: O & B Books. 476 p.

VEIGA, K.Z.; TERZIAN, M.C. NUSSIO, L.G. et al. Efeito do tamanho de partícula, adição de polpa cítrica e inoculante bacteriano em silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 8., 2000. **Anais...**São Paulo: Universidade de São Paulo, 2000.

WERNER, J.C.; PAULINO, V.T.P.; CANTARELLA, H. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. (Boletim Técnico 100). 2 ed. Campinas. Instituto Agrônomo & Fundação IAC, 1996, p. 263-273.

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 305 p.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal Applied Bacteriology**., v.68, p.101-116, 1990.

CAPÍTULO 5 – DEGRADABILIDADE *IN SITU* DA MATÉRIA SECA E DA FIBRA EM DETERGENTE NEUTRO DAS SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU, ADITIVADAS COM POLPA CÍTRICA PELETIZADA

RESUMO - O presente trabalho teve por objetivo avaliar as degradabilidades *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. O estudo foi conduzido no Setor de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAVJ/UNESP, utilizando-se das silagens dos capins Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu), colhidos aos 97 e 106 dias da formação inicial. As áreas experimentais dos capins Tanzânia e Marandu foram implantadas no Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana - Colina/SP. Os capins foram colhidos utilizando-se de máquina forrageira rebocada, modelo CRC 180. As forragens foram submetidas aos seguintes tratamentos: 1) ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu após o corte; 2) ensilagem dos capins + 5% de polpa cítrica peletizada na matéria verde; e ensilagem dos capins + 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos com 50 cm de altura e 28 cm de diâmetro. As compactações das silagens foram realizadas com “soquete” de ferro e buscando-se uma densidade de 550 kg/m³. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tempos de incubação, e o fator atribuído à subparcela os tratamentos (três níveis de polpa cítrica). A adição de polpa cítrica peletizada promoveu aumento nas degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca das silagens dos capins Tanzânia e Marandu. As silagens do capim Tanzânia apresentaram maiores valores de DP e DE da MS e menores da FDN que as de capim Marandu.

Palavras-chave: aditivo, degradabilidade, metabolismo, *Panicum maximum*, volumoso

INTRODUÇÃO

A conservação das gramíneas forrageiras tropicais, na forma de silagem, tem sido adotada e recomendada por diversos técnicos no sentido de minimizar os problemas decorrentes da estacionalidade de produção forrageira, marcadamente nas regiões Sudeste e Centro-Oeste do Brasil.

Diversas espécies podem ser utilizadas para produção de silagens. E, dentre essas, aquelas pertencentes aos gêneros *Panicum* e *Brachiaria* vêm crescendo rapidamente e já representam grandes percentuais da área cultivada para silagem no Brasil. Grande parte desse crescimento advém das altas produções por hectare e do bom valor nutritivo, quando manejadas corretamente (REIS & COAN, 2001).

No entanto, as informações referentes ao valor nutritivo e a degradabilidade dos nutrientes dessas silagens são escassas na literatura nacional, quando se consideram os capins Tanzânia e Marandu. Nesse sentido, o conhecimento mais aprofundado sobre a degradação ruminal das espécies forrageiras possibilita a adoção de sistemas mais modernos e completos de formulação e alimentação animal (VALADARES FILHO, 1994). Os sistemas mais modernos de formulação de dietas para ruminantes levam em consideração a cinética da degradação das diferentes frações dos alimentos, particularmente da proteína e dos carboidratos não estruturais (VALADARES FILHO, 1994).

A qualidade de uma silagem pode, essencialmente, ser expressa em termos de três características próprias: 1) a extensão da digestão potencial, que determina a quantidade de material indigestível; 2) a taxa de fermentação ruminal, que influencia o tempo em que a fração digestível ocupa espaço no rúmen); e 3) a taxa de redução do tamanho de partícula que influencia ambos, a taxa de passagem da fração indigestível e a taxa de fermentação da fração digestível. No entanto, o seu nível de influência é pouco conhecido, em virtude das dificuldades em ser mensurada (ØRSKOV, 1986). De acordo com esse autor, as três características estão envolvidas no controle do consumo voluntário e, pelo menos as duas primeiras, podem ser estimadas usando-se a técnica de degradação *in situ*.

A técnica de degradação *in situ* tem sido considerada por muitos pesquisadores como um método simples e rápido para determinar a qualidade de uma forragem e/ou

silagem (MEHREZ & ØRSKOV, 1977; LINDBERG, 1985). Entretanto, o maior problema encontrado nesse método é a ação filtrante que o tecido de náilon impõe ao processo, permitindo a passagem de pequenas partículas em ambos os sentidos. Além disso, normalmente ocorrem variações nos resultados obtidos com essa técnica, estando comumente relacionados com a falta de padronização da metodologia, inclusive na interpretação cinética dos dados experimentais (NOCEK, 1988).

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a degradabilidade *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivados ou não com polpa cítrica peletizada.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e Clima

O experimento foi conduzido no Setor de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal – SP.

A FCAV/UNESP está geograficamente localizada no município de Jaboticabal, no Estado de São Paulo, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste do Meridiano de Greenwich e a uma altitude de 595 metros. De acordo com a classificação internacional de Koppen, o clima é classificado como mesotérmico, de inverno seco, apresentando uma temperatura média anual máxima de 22,3 °C e mínima de 15,2 °C, no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média situa-se em 1.400 mm, com 85% das chuvas concentrando-se nos meses de outubro a março.

Áreas experimentais

As áreas experimentais dos capins Tanzânia e Marandu foram implantadas nos dias 24/11/2003 e 26/11/2003, utilizando-se de semeadora de plantio direto, modelo Tornado 1.300, dotada de rolo compactador e destorroador. Para tanto, foram utilizados 12 kg de sementes por hectare, com valor cultural de 34%. Os capins Tanzânia e Marandu foram formados em áreas experimentais de 5,0 ha e 4,3 há, respectivamente, pertencentes ao Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da

Alta Mogiana, com sede em Colina – SP, Unidade da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

Corte e Colheita da Forragem

Decorrido um período de 97 dias da sementeira (01/03/2004) do capim Tanzânia e de 106 dias (10/03/2004) da sementeira do capim Marandu, realizou-se o corte e colheita da forragem das áreas experimentais com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada para que o corte fosse realizado a 30 cm (Tanzânia) e 25 cm (Marandu) do solo (RODRIGUES, 1986), de forma a obter-se partículas variando de 3 a 6 cm. As características dos capins Tanzânia e Marandu no momento da ensilagem constam da Tabela 1.

Tabela 1. Características dos capins Tanzânia e Marandu no momento da ensilagem.

Parâmetros	Tanzânia ¹	Marandu ²
Idade (dias)	97	106
Altura (cm)	140	120
Massa de Forragem (t MS/ha)	4,3	7,7
MS (%)	25,6	27,4
Folha (%)	74,3	66,8
Caule (%)	25,7	33,2

¹ Corte realizado a 30 cm do solo.

² corte realizado a 25 cm do solo.

Preparo das silagens

As forragens dos capins Tanzânia e Marandu, nos períodos correspondentes, foram submetidas aos seguintes tratamentos, após a colheita: 1) Controle: ensilagem do capim após o corte; 2) Controle + adição de 5% de polpa cítrica peletizada na matéria verde; e 3) Controle + adição de 10% de polpa cítrica peletizada na matéria verde.

A adição de polpa cítrica peletizada nos tratamentos com 5% e 10%, tanto na forragem do capim Tanzânia quanto na do capim Marandu, foi realizada no momento do

processo de ensilagem, efetuando-se a pesagem da forragem e da polpa cítrica peletizada de acordo com os tratamentos estabelecidos.

Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos com 50 cm de altura e 28 cm de diâmetro, perfazendo doze tambores (2 capins x 3 tratamentos x 2 repetições). A forragem foi compactada, utilizando-se de uma “soquete” de ferro, admitindo-se camadas de 10 cm de espessura e de forma a obter-se uma densidade de 550 kg/m³. Na seqüência do processo, os silos foram fechados com lona plástica preta (300 micras) e com auxílio de fitas plásticas adesivas.

Após a confecção dos silos, estes foram acomodados em local totalmente protegido da radiação solar e da chuva e mantidos sob temperatura ambiente.

Parâmetros Avaliados

Após um período de 105 dias (14/06/2004 - capim Tanzânia) e 96 dias (14/06/2004 - Capim Marandu), os silos experimentais foram abertos e para cada tratamento foi avaliada a composição química, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e o padrão de fermentação.

As análises químicas da forragem e das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram realizadas no Laboratório de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal.

Com a abertura dos silos experimentais, as amostras foram coletadas e divididas em duas porções. A primeira foi utilizada na determinação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1980); as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), pelo método seqüencial de análise, segundo as técnicas descritas por ROBERSTON & VAN SOEST (1981). Na determinação dos teores de celulose foi utilizado o ácido sulfúrico a 72% (VAN SOEST, 1994). Adotou-se o método seqüencial de análise de fibra para que não houvesse contaminação da pectina na FDA das amostras. Os teores de hemicelulose foram calculados pela diferença entre os teores de FDN e FDA, e a lignina calculada pela diferença entre a fração FDA e a celulose. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pela metodologia

descrita por TILLEY & TERRY (1963), utilizando-se inóculo ruminal de animais alimentados com silagem de milho. A segunda porção foi levada à prensa hidráulica (800 kg/cm²) para retirada do suco da silagem, o qual foi utilizado para determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) segundo AOAC (1980), e pH com uso do potenciômetro (SILVA, 1998).

Animais experimentais e ensaio de degradabilidade *in situ*

No ensaio de degradabilidade *in situ* das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram utilizados três bovinos, das raças Nelore, ½ sangue Red Angus/Nelore e Holandês, com peso médio de 510 kg, idade de 28 meses, castrados e canulados no rúmen. Os animais foram alojados em baia única, com aproximadamente 40 m², com cochos e bebedouros coletivos.

O experimento teve duração de 27 dias, sendo 10 dias para adaptação dos animais à dieta e manejo experimental e 17 dias para as coletas seqüenciais.

As dietas oferecidas (na matéria natural) aos animais experimentais foram constituídas por silagem de milho (28,0 kg/animal/dia), farelo de algodão 38% (0,30 kg/animal/dia), uréia (0,02 kg/animal/dia) e sal mineral (0,06 kg/animal/dia) e foram formuladas pelo NRC (1996) visando ao ganho de peso vivo de 0,200 kg/animal/dia.

Para o ensaio de degradabilidade *in situ*, bolsas de náilon (50 micras) foram confeccionadas, medindo 7 x 14 cm e fechadas em seladora à quente. Aproximadamente 5 gramas das silagens secas foram moídas em moinho do tipo Willey (crivos de 5 mm) e acondicionadas nas bolsas, as quais foram fixadas em diferentes pontos de uma corrente de metal de 62 cm de comprimento (450 gramas) presa à tampa da cânula por uma das extremidades. Procurou-se manter a relação próxima a 20 mg de matéria seca/cm² de área de superfície das bolsas, conforme recomendações de KIRKPATRICK & KENNELLY (1987).

Os horários de incubação no rúmen foram de 3, 6, 9, 12, 24, 48, 72, 96 e 120 horas, sendo os sacos colocados no rúmen de acordo com os horários iniciais de incubação, para serem retirados após o período de incubação correspondente a cada horário. Após o término de cada período de incubação, os sacos de náilon foram

colocados em um recipiente com gelo durante 15 minutos e, a seguir, lavados em água corrente até que a água se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da matéria seca foi realizada em estufa a 60 °C por 72 horas, de acordo com SILVA (1998).

As frações solúveis (a) das silagens foram obtidas submergindo duas bolsas de náilon de cada tratamento incubado, em água a 39 °C, por 60 minutos, lavadas manualmente e depois secas em estufa de circulação forçada de ar por 72 horas e a 60 °C.

Os resíduos de degradação de todas as silagens incubadas foram analisados para MS e FDN (AOAC, 1980). Os dados de desaparecimento *in situ* da matéria seca das silagens dos capins Tanzânia e Marandu foram obtidos pela diferença de peso, encontrados entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

As degradabilidades potenciais (DP) foram calculadas segundo o modelo $DP = a + b(1 - e^{-c.t})$, para $t > L$ proposto por MEHREZ & ØRSKOV (1977). Em que, a - fração imediatamente solúvel; b - fração insolúvel potencialmente degradável; c - taxa constante de degradação da fração b; t - tempo de incubação; e L - tempo de colonização.

As degradabilidades efetivas (DE) foram calculadas pela equação proposta por ØRSKOV & McDONALD (1979) considerando-se a taxa de passagem de 2% e 5%/hora, sendo $DE = a + b.c / (c + k)$. Em que a é a fração imediatamente solúvel; b é a fração insolúvel potencialmente degradável; c é a taxa constante de degradação da fração b; e Kp é a taxa de passagem de 2% e 5% / hora.

Delineamento experimental e análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, utilizando-se o esquema de parcelas subdivididas, sendo o fator das parcelas os tempos de incubação, e o fator atribuído à subparcela os tratamentos (três níveis de polpa cítrica). Os dados foram analisados utilizando-se o programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido

pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP, pelo procedimento de análise de variância. Utilizou-se o teste Tukey ($P < 0,05$) na comparação de médias entre causas de variação, adotando-se 5% como nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2, encontram-se os dados referentes à composição química, ao padrão de fermentação e à digestibilidade *in vitro* da matéria seca das silagens dos capins Tanzânia e Marandu submetidos ou não à adição de polpa cítrica peletizada (PCP).

Tabela 2. Composição química (% MS), padrão de fermentação e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu submetidos ou não à adição de polpa cítrica peletizada.

Silagens	MS (%)	% Matéria Seca						pH	N-NH ₃ *	DIVMS (%)
		PB	FD N	FDA	HEM	CEL	LIG			
ST0	25,6	7,2	68,5	43,8	24,8	35,5	8,3	5,1	18,6	44,5
ST5	28,8	7,6	61,8	40,2	21,6	32,5	7,7	4,8	12,8	59,4
ST10	33,6	8,4	57,7	38,0	19,7	31,5	6,5	4,4	11,2	61,2
SM0	26,9	6,2	69,0	43,9	25,1	29,6	14,3	4,9	19,3	45,9
SM5	29,1	6,7	65,2	43,0	22,2	31,0	12,0	4,6	11,6	56,3
SM10	32,4	6,2	57,0	38,5	18,5	29,4	9,1	4,1	10,7	61,6

ST0, ST5 e ST10 = silagens de Tanzânia com 0% (Controle), 5% e 10 % de PCP

SM0, SM5 e SM10 = silagens de Marandu com 0% (Controle), 5% e 10% de PCP

* N-NH₃ (N Total)

Os resultados do ensaio de degradação *in situ* da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Fração solúvel (a) e insolúvel potencialmente degradável (b), degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE), considerando taxas de passagem de 2% e 5%/h, e taxa de degradação da fração b (Kd) da MS e FDN das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada.

Silagens	a	b	DP	DE		Kd
	%			Kp 2%	Kp 5%	% / h
	Matéria Seca (MS)					
ST0	27,3	38,3	62,0	51,1	42,5	3,27
ST5	29,3	43,1	69,6	57,5	47,9	3,77
ST10	31,6	46,0	74,5	61,6	51,3	3,72
SM0	25,2	41,0	60,3	48,7	39,6	2,70
SM5	30,0	36,3	62,9	52,6	44,4	3,28
SM10	31,3	44,9	71,9	59,1	49,0	3,25
	Fibra em Detergente Neutro (FDN)					
ST0	-	54,6	54,6	37,9	24,7	2,11
ST5	-	51,7	51,7	35,5	22,7	3,30
ST10	-	50,1	50,1	33,6	20,4	2,67
SM0	-	50,8	50,8	34,5	21,7	3,07
SM5	-	49,3	49,3	34,7	23,0	3,90
SM10	-	49,4	49,4	32,8	19,5	2,38

ST0, ST5 e ST10 = silagens de Tanzânia com 0% (Controle), 5% e 10 % de PCP
 SM0, SM5 E SM10 = silagens de Marandu com 0% (Controle), 5% e 10% de PCP.

Observa-se (Tabela 3) que a fração solúvel (a) da MS das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, com 10% de PCP, foram maiores que as demais silagens, da mesma forma que a fração insolúvel potencialmente degradável (b). TEIXEIRA et al. (1998) ensilaram o capim Elefante submetido aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de polpa cítrica peletizada em relação à matéria verde. Os autores encontraram valores da fração solúvel (a) de 24,23%, 24,63%, 25,09%, e da fração insolúvel potencialmente degradável (b) de 52,20%, 56,96% e 53,83%, para os respectivos tratamentos.

PEREIRA et al. (2000) ensilaram o capim Elefante, adicionado com 50% de resíduo do beneficiamento da soja e 50% de resíduo do beneficiamento do milho, e encontraram valor de 49,75% de fração solúvel (a) e o mesmo valor da fração insolúvel potencialmente degradável (b) da MS, estando acima dos valores encontrados no presente estudo. Em relação à fração insolúvel potencialmente degradável (b), observa-

se que as silagens do capim Tanzânia com 5% e 10% de PCP apresentaram maiores valores desta variável, quando comparado às silagens do capim Marandu.

A degradabilidade potencial (DP) e a efetiva (DE) da MS das silagens com 10% de PCP (Tabela 3), considerando-se as taxas de passagem (Kp) de 2% e 5%/h, foram maiores, mesmo com uma taxa de degradação (Kd) menor, quando comparada com as silagens com 5% de PCP, e maior que a das silagens do tratamento controle.

REIS et al. (2004) avaliaram as silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e encontraram valores de 59,71% e 33,73% para a degradabilidade potencial (DP) e a efetiva (DE) da MS, considerando nessa última, uma taxa de passagem de 5%/h. Os dados de DP e DE da MS, encontrados no presente estudo com as silagens dos capins Tanzânia e Marandu do tratamento controle foram superiores aos reportados pelos autores supracitados.

SIMILI et al. (2002) avaliaram a degradabilidades potencial (DP) e efetiva (DE) da MS dos capins Elefante e Tanzânia em dois dias de ocupação. Os autores encontraram 78,6%, 78,13%, 58,2% e 56,0% para os respectivos capins.

MELLO et al. (2002) avaliaram a degradabilidade efetiva da MS dos cultivares Tanzânia, Colômbio e Mombaça de *Panicum maximum*, colhidos aos 50 dias de rebrota. Os autores encontraram valores de 48,6%, 47,7% e 45,5% para as respectivas forragens.

Em relação à degradabilidade potencial (DP) e à efetiva (DE) da matéria seca, considerando-se para esta última a taxa de passagem de 2% e 5%/h (Tabela 3), as silagens do capim Tanzânia apresentaram maiores valores que as de capim Marandu, independentemente dos tratamentos avaliados.

Os valores de degradação efetiva da MS das silagens dos capins Tanzânia e Marandu podem ser considerados elevados, quando comparados com os obtidos a partir da incubação de silagem do capim Elefante (36,6%) e capim Marandu (33,73%), reportados por VALADARES FILHO, (1990) e REIS et al. (2004), respectivamente.

Em relação à taxa de degradação (Kd) da MS das silagens, por meio da análise da Tabela 3, observa-se que as silagens do capim Tanzânia com 5% e 10% de PCP apresentaram maiores valores dessa variável. TEIXEIRA et al. (1998) encontraram

taxas de degradação (K_d) de 1,9%, 2,1% e 2,6%/h nas silagens do capim Elefante, submetidas aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP.

Quanto aos parâmetros de degradação ruminal da FDN das silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Tabela 3), submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, pode-se observar que a fração insolúvel potencialmente degradável (b) e a degradabilidade potencial (DP) foram menores (49,3%) na silagem do capim Marandu aditivado com 5% de PCP e maiores (54,6%) na silagem do capim Tanzânia sem adição de PCP. TEIXEIRA et al. (1998) encontraram valores de 68,81%, 85,00% e 67,06% da fração potencialmente degradável (b), e de 73,78%, 94,89 e 67,06% para a DP da FDN das silagens do capim Elefante, submetidos aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP. Os valores encontrados pelos autores supracitados foram superiores àqueles encontrados no presente experimento.

A degradabilidade efetiva (DE) da FDN (Tabela 3) referente à taxa de passagem de 2% e 5%/h foi menor na silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP, quando comparada aos outros tratamentos. Observa-se que a adição crescente de PCP proporcionou menores valores de DE (K_p 2 e 5%/h) nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, embora, fosse esperado maiores valores de DE, em função da menor proporção de FDN nas silagens resultantes.

A DE (K_p 5%/h) encontrada no presente experimento nas diferentes silagens foi semelhante à reportada por TEIXEIRA et al. (1998), que avaliaram a DE das silagens do capim Elefante submetidas aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP e encontraram valores de 21,81%, 27,33% e 21,25%, respectivamente.

Quanto à taxa de degradação da fração b (K_d), a análise da Tabela 3 evidencia menor valor (2,11%) na silagem do capim Tanzânia sem a adição de PCP, seguida pela silagem de capim Marandu com 10% de PCP (2,38%). TEIXEIRA et al. (1998) encontraram valores de 1,6%, 1,3% e 2,3% para a K_d das silagens do capim Elefante submetidas aos tratamentos controle e à adição de 5% e 10% de PCP.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos e nas condições do presente experimento, pode-se concluir que a adição de polpa cítrica peletizada promoveu incremento na degradabilidade potencial e na efetiva da matéria seca e diminuição para essas variáveis, em relação à fibra em detergente neutro.

As silagens do capim Tanzânia com 10% de polpa cítrica apresentaram maiores valores de degradabilidade potencial e efetiva da matéria seca e menores da fibra em detergente neutro.

REFERÊNCIAS

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists**. 13 Ed. Washington,. 1980, 1015 p.

KIRKPATRICK, B. K.; KENNELLY, J. J. In situ degradability of protein and dry matter from single protein sources and from a total diet. **Journal of Animal Science**, v.65, n.2, p. 567-576, 1987.

LINDBERG, J.E. Estimation of rumen degradability of feed proteins with the in sacco technique and various in vitro methods. A Reviews. **Acta Agricultural**, Second Supplement., v. 25, p. 65-97, 1985.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agriculture Science**, v.88, n. 3, p. 645-650, 1977.

MELLO, S.Q.S.; ALVES, J.B.; BERGAMASCHINE, A.F. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca e da fibra em detergente neutro de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. em três estádios de maturidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROOM.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of beef cattle**. 7^a Ed. Washington, 242 p. 1996.

NOCEK, J. E. In situ and other methods to estimative ruminal protein and energy digestibility a review. **Journal Dairy Science**, v. 71, n. 8, p. 2051-2069, 1988.

ØRSKOV, E. R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v. 92, n.2, p. 499-503, 1979.

ØRSKOV, E.R. Evaluation of fibrous diets for ruminants. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON FEEDINGS EVALUATION MODERN ASPECTS – PROBLEMS – FUTURE TRENDS, 1985. **Proceedings...**Rowett Research Institute: 1986, p.38-41.

PEREIRA, E.S.; PAIVA, P.C. A.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V. et al. Degradação da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro de silagens de Capim Elefante adicionados de resíduos do beneficiamento do milho e da soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.2354-2358, 2000.

REIS, R.A.; COAN, R.M. Produção e utilização de silagem de gramíneas. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E PRODUÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...**Goiânia: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, 2001, p.91-120.

REIS, R.A.; PIRES, A.J.V.; SIQUEIRA, G.R. et al. Degradabilidade da matéria seca de silagens de milho, sorgo e *Brachiaria brizantha*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROOM.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: THE ANALYSIS OF DIETARY FIBER IN FOOD. **Proceedings...**New York, 1981, p.123-158.

RODRIGUES, L. R. de A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1986. p. 375-387.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 166 p.

SIMILI, F.F.; LIMA, M.L.P.; NOGUEIRA, J.R. et al. Degradabilidade *in situ* do capim Elefante var. Guaçu e capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2002. CD ROOM.

TEIXEIRA, L.F.A.C.; EVANGELISTA, A.R.; TEIXEIRA, J.C. et al. Cinética da digestão ruminal *in situ* da silagem de capim elefante com adição de polpa cítrica seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. CD ROOM.

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

VALADARES FILHO, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31., 1994, Maringá. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1994, p.95.

VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. et al. Degradação *in situ* da matéria seca e proteína bruta de vários alimentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n.6, p.512-522, 1990.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of ruminant**. New York, 1994. 476 p.

CAPÍTULO 6 – DESEMPENHO E CARACTERÍSTICAS DE CARÇA DE GARROTES CONFINADOS RECEBENDO DIETAS COM SILAGENS DOS CAPINS TANZÂNIA E MARANDU OU SILAGEM DE MILHO

RESUMO - O estudo foi conduzido no confinamento experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento dos Agronegócios da Alta Mogiana – Colina/SP. Como silos experimentais foram utilizados silos de superfície (12m x 5m x 1m). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (dietas) e 6 repetições (animais). As dietas experimentais foram: 1) Silagem de capim Tanzânia para ganho de 1,0 kg/dia; 2) Silagem de capim Tanzânia + 10% de polpa cítrica peletizada (PCP) para ganho de 1,0 kg/dia; 3) Silagem de capim Marandu para ganho de 1,0 kg/dia; 4) Silagem de capim Marandu + 10% de PCP para ganho de 1,0 kg/dia; 5) Silagem de capim Marandu para ganho de 1,2 kg/dia; 6) Silagem de capim Marandu + 10% de PCP para ganho de 1,2 kg/dia; 7) Silagem de milho para ganho de 1,0 kg/dia e 8) Silagem de milho para ganho de 1,2 kg/dia. Os animais alimentados com dietas à base de silagem do capim Marandu aditivado com 10% de PCP, e formulados para ganhos de peso de 1,0 kg/dia e 1,2 kg/dia, apresentaram os maiores consumos de MS (8,67 kg MS/dia e 9,07 kg MS/dia). Não houve diferença significativa nas variáveis de ganho de peso vivo, peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, ganho de peso na carcaça, espessura de gordura e área de olho de lombo. Os animais que receberam as dietas com silagem dos capins Tanzânia e Marandu com 10% de PCP resultaram, em média, em 79,5% do desempenho proporcionado pela silagem de milho. A taxa de remuneração do capital e taxa interna de retorno foram maiores nos animais alimentados com dietas de silagem de milho. As silagens de capim apresentaram resultados satisfatórios, recomendando-se sua utilização nos sistemas de produção.

Palavras-chave: aditivo, análise econômica, carcaça, confinamento, desempenho

INTRODUÇÃO

A qualidade visando menores custos, conceito cada vez mais presente nas metas gerenciais das propriedades agrícolas, passa necessariamente pela combinação harmoniosa dos conhecimentos de administração, meio ambiente, genótipo animal e nutrição, sendo esses componentes essenciais à evolução dos sistemas de produção em pecuária de corte. A adoção desordenada e inoportuna de tecnologias sofisticadas, sem um planejamento consistente da evolução dos sistemas, compromete a eficiência, a economicidade dos investimentos e, conseqüentemente, a sua produtividade (COAN et al. 2004).

Visando ao avanço em produtividade e competitividade na produção de bovinos de corte, diversas alternativas tecnológicas têm sido propostas e, dentre elas, a utilização do confinamento tem assumido posição de destaque.

O confinamento de bovinos apresenta inúmeras vantagens, dentre as quais podem ser destacadas a redução da idade de abate dos animais, a produção de carne de melhor qualidade, o retorno do capital investido em curto prazo de tempo, a diluição dos custos fixos, a depreciação de maquinários, o descanso das áreas de pastagem durante a seca, a elevada produção de esterco, o melhor rendimento de carcaça, entre outras (COAN et al. 2004).

Até há alguns anos, a prática de confinamento de bovinos de corte, no Brasil, tinha como principal premissa a possibilidade de aproveitar o diferencial de preços da arroba do boi gordo, entre a safra e a entressafra. Esse fato possibilitava o recebimento de um valor da arroba pelo menos 30% mais alto que o praticado na safra, além de permitir que o pecuarista produzisse animais mais novos, com melhor acabamento de carcaça e com custo relativamente baixo da arroba engordada. Nos dias atuais essa condição não se aplica mais, uma vez que o diferencial de preço da arroba da safra para a entressafra, situa-se ao redor de 4% a 12% (BURGUI, 2001).

Na região Centro-Oeste do Brasil, a incorporação dessa tecnologia nos sistemas de produção de bovinos de corte tem aumentado significativamente, estimando-se ao redor de 2,1 milhões de cabeças confinadas, no ano 2004, quando comparadas com as 825 mil cabeças em 1992 (ANUALPEC, 2004). Entretanto observa-se que essa

atividade tem apresentado rentabilidade reduzida, e as justificativas para sua adoção não são mais preponderadamente de ordem econômica e sim de ordem estratégica, uma vez que permite solucionar o problema da estacionalidade de produção forrageira por meio da utilização de volumosos conservados.

No Brasil, nas últimas décadas, a utilização de volumosos conservados na forma de silagem, em confinamento, foi restrita à utilização da planta inteira de milho (*Zea mays*) e de sorgo (*Sorghum vulgare*), em virtude da possibilidade de produções elevadas (40 t. de massa verde/ha) e com alto valor nutritivo, embora com custo relativamente elevado na produção dessas silagens (NUSSIO, 2001).

Nos dias atuais, em virtude da maior competitividade da pecuária com a agricultura, pelo uso do solo, e em busca de melhor remuneração sobre o capital investido, têm-se buscado pela utilização de tecnologias de produção associadas, que repercutem em benefícios integrados ao sistema de produção como um todo (COAN et al. 2004). Sendo assim, a utilização da silagem de capim, confeccionada com o excedente de produção das águas para utilização no período seco do ano, através do confinamento, tem permitido ganhos em eficiência no manejo das pastagens e minimização dos custos de alimentação no confinamento, em função do menor custo por tonelada de matéria seca obtido com essas silagens.

Vale ressaltar, no entanto, que as gramíneas forrageiras tropicais, como aquelas pertencentes aos gêneros *Brachiaria* e *Panicum*, quando ensiladas em estágio de desenvolvimento vegetativo, apresentam limitações ao processo de ensilagem, em razão dos baixos teores de matéria seca, elevado poder tampão e baixos teores de carboidratos solúveis, justificando, assim, a utilização de aditivos condicionadores, como é o caso da polpa cítrica peletizada, para promover incremento nos teores de açúcares totais e de matéria seca da massa a ser ensilada.

Um ponto fundamental, quando se utiliza um aditivo, é conhecer o quanto ele pode melhorar o padrão de fermentação, o consumo, a digestibilidade, a produção animal, e se é economicamente viável (VILELA, 1998). Normalmente, os estudos se detêm apenas aos aspectos qualitativos das silagens resultantes, deixando de lado a análise

de viabilidade econômica na adoção da tecnologia, não permitindo, dessa forma, sua utilização ou não em empreendimentos pecuários de grande escala.

Nesse sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar as silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, como volumosos no confinamento de bovinos, em comparação à silagem de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de execução e clima

O experimento foi conduzido no Confinamento Experimental do Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Alta Mogiana, Unidade da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA), da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo.

O Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios da Lata Mogiana está geograficamente localizado no município de Colina, no Estado de São Paulo. De acordo com a classificação internacional de Koppen, o clima é classificado como mesotérmico, de inverno seco, apresentando uma temperatura média anual máxima de 32,3 °C e mínima de 14,6 °C, no mês mais frio. A precipitação pluviométrica média situa-se em 1.480 mm, com 82% das chuvas concentrando-se nos meses de novembro a março.

Corte e colheita da forragem

Decorrido um período de 97 dias (01/03/2004) da semeadura do capim Tanzânia e de 106 dias (10/03/2004) da semeadura do capim Marandu, realizou-se o corte e colheita da forragem das áreas experimentais com máquina colhedora de forragem, modelo CRC 180, regulada de forma que o corte fosse realizado a 30 cm (Tanzânia) e 25 cm (Marandu) do solo (RODRIGUES, 1986), possibilitando a obtenção de partículas variando de 3 a 6 cm.

As forragens dos capins Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) e Marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex. A. Rich.) Stapf. cv. Marandu) nos períodos correspondentes, foram submetidas aos seguintes tratamentos, após a colheita:

1-) Controle: ensilagem do capim após o corte; e 2-) Controle + adição de 10% de polpa cítrica peletizada (PCP) na matéria verde. A adição de polpa cítrica peletizada no tratamento com 10%, tanto na forragem do capim Tanzânia quanto na do capim Marandu, foi realizada no momento do processo de ensilagem, por processo manual, efetuando-se a distribuição da polpa cítrica peletizada sobre camadas de 20 a 40 cm de forragem, após a descarga de cada carreta.

O milho foi semeado, utilizando-se o híbrido Agromen 2012, no dia 14/11/2003, e, após um período médio de 70 dias, procedeu-se o corte das plantas com máquina forrageira, modelo Z-10, regulada visando à obtenção de partículas com 0,5 cm a 1,0 cm.

Os silos experimentais foram confeccionados em superfície, com 5 metros de largura x 12 metros de comprimento e 1,0 metro de altura. A compactação da forragem foi realizada mediante a passagem sucessiva de trator dotado de tração 4 x 4 integrada e apresentando peso médio de 4.900 kg.

Na seqüência do processo, os silos de superfície foram fechados com lona plástica preta (300 micras) e com terra alocada nas extremidades. Após a confecção, os silos foram recobertos com uma camada de 10 a 15 cm de capim picado, com o objetivo de minimizar o processo de “ressecamento” da lona pela radiação solar.

Análises químicas e de *digestibilidade in vitro* das silagens e dos alimentos

Após um período de 161 dias da ensilagem do capim Tanzânia, 152 dias da ensilagem do capim Marandu e, aproximadamente, 190 dias da ensilagem do milho, os silos experimentais de superfície foram abertos e, em cada silagem avaliada a composição química, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, o padrão de fermentação e o perfil microbiológico nos tempos 0 (abertura), 30, 45, 60, 75 e 90 dias da abertura.

As análises químicas, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e o padrão de fermentação das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ou não à adição de polpa cítrica peletizada, da silagem de milho, bem como dos alimentos concentrados utilizados na formulação das rações (milho moído, polpa cítrica peletizada e farelo de

algodão 38), foram realizadas no Setor de Forragicultura, pertencente ao Departamento de Zootecnia da FCAV/UNESP - Câmpus de Jaboticabal - SP.

Nas silagens, em cada tempo de avaliação, foram coletadas amostras, que foram divididas em três porções. A primeira foi utilizada para determinação dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), de acordo com a metodologia descrita por AOAC (1980); as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), pelo método seqüencial de análise, segundo as técnicas descritas por ROBERSTON & VAN SOEST (1981). Adotou-se o método seqüencial de análise de fibra para que não houvesse contaminação da pectina na FDA das amostras. A partir dos resíduos das análises de FDN e FDA, procedeu-se a determinação de N-FDN e N-FDA. A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada pela metodologia descrita por TILLEY & TERRY (1963), utilizando-se inóculo ruminal de animais alimentados com silagem de milho. A segunda porção foi destinada à determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃), segundo AOAC (1980), e pH com uso do potenciômetro (SILVA, 1998). Uma porção da amostra de cada tratamento foi coletada e acondicionada em saco plástico devidamente identificado e, a seguir, encaminhada ao laboratório para as análises microbiológicas.

Análises microbiológicas

As análises microbiológicas das silagens foram realizadas no Laboratório de Microbiologia, pertencente ao Departamento de Patologia Veterinária da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal – SP.

As amostras de silagem foram coletadas no painel de cada silo experimental, e considerando-se a fatia de consumo diário. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em caixa de isopor com gelo e imediatamente encaminhadas ao Laboratório de Microbiologia, visando às análises subseqüentes.

Nas análises microbiológicas, inicialmente, foram pesadas 25 g (matéria verde) de cada silagem e, posteriormente, diluídas em 225 mL de solução salina estéril (8,5 g de NaCl / litro de água destilada). Após a agitação por 10 minutos, foram retirados 10 mL do extrato para as diluições posteriores. A partir dos extratos diluídos (10^{-1} a 10^{-5})

foram realizadas as sementeiras (0,1 mL por placa) nos meios específicos para cada microrganismo estudado.

Na contagem total de lactobacilos, foi utilizada a metodologia descrita por JONSSON (1991). O meio de cultura utilizado foi o MRS (Oxoid[®]), sendo as placas de Petri incubadas a 35 °C, por 72 horas, em anaerobiose, em jarra com sistema Gas-Pak.

A presença de clostrídeos foi determinada de acordo com a metodologia de TOSI et al. (1982). O meio de cultura utilizado foi o Reinforced Clostridial Agar (Oxoid[®]), e as culturas incubadas a 35 °C, por 48 a 96 horas, em anaerobiose.

Para determinação do desenvolvimento de enterobactérias nas silagens foi utilizado o meio de cultura Violet Red Bile Agar (Oxoid[®]), com incubação aeróbia por 24 a 48 horas, em temperatura de 35 °C, de acordo com JONSSON (1991).

O desenvolvimento de *Bacillus* foi avaliado conforme SPECK (1976), utilizando-se o meio Agar Nutriente (Difco[®]), sendo as culturas incubadas em aerobiose, a 30 °C, por até 72 horas.

A contagem total de leveduras foi realizada conforme a metodologia descrita por KURTMAN & FELL (1998). O meio de cultura utilizado foi o YN (Difco[®]), acidificado com ácido láctico a 10% para obtenção de pH 4,0 e suplementado com antibióticos (Ácido Nalixídico e Ampicilina), sendo as amostras incubadas por 72 horas a 30 °C. Da mesma forma, para contagem de fungos foi utilizado o mesmo meio de cultura e temperatura, sendo a incubação realizada por 120 horas. A diferenciação entre leveduras e fungos foi realizada por meio da estrutura física das colônias, uma vez que as leveduras são microrganismos que apresentam colônias formadas por organismos unicelulares, enquanto que os fungos são multicelulares filamentosos (McDONALD et al. 1991).

Para determinação da ocorrência das espécies de *Listeria* spp., foi utilizada a metodologia descrita por BRASIL (1993). O meio de cultura utilizado foi o Listeria Selective Agar (Formulação Oxford -Oxoid[®]) adicionado do Suplemento Seletivo (Formulação Oxford – Oxoid[®]), previamente esterilizado, sendo esse método determinado sementeira direta. As placas foram incubadas a 35 °C por 24 a 48 horas.

Animais, baias experimentais e tratamentos

Como animais experimentais, foram utilizados 48 bovinos da raça Nelore, machos, castrados, com idade média de 24 meses, peso vivo médio de 369,05 kg \pm 15,06 kg. É importante ressaltar que os animais apresentavam variação, quanto a estrutura corporal.

Os animais foram identificados, individualmente, com marcação à fogo. A distribuição dos animais por baia e tratamento foi realizada por sorteio, sendo cada tratamento composto por 6 animais. Os animais permaneceram em baias de piso cimentado, medindo 3 m x 6 m, todas cobertas, constituídas de cochos e bebedouros individuais. No início do período de adaptação, que teve duração de 35 dias (05/07/04 a 09/08/2004), todos os animais foram submetidos a jejum de água e alimentos por 16 horas e, a seguir, pesados em balança eletrônica. Após esse procedimento, os animais foram distribuídos em oito tratamentos, tendo como fonte de alimento volumoso, cinco diferentes silagens. As dietas dos respectivos tratamentos foram formuladas para atender as exigências nutricionais, de forma a propiciar níveis de desempenho animal de 1,0 kg/dia e 1,2 kg/dia, conforme as recomendações do NRC (1996) do programa Rações Lucro Máximo (R.L.M. 2.0).

As características químico bromatológicas e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos alimentos concentrados e das silagens constam da Tabela 1 e a composição do suplemento mineral, utilizado nas dietas experimentais, na Tabela 2.

As composições e os níveis nutricionais das dietas experimentais encontram-se na Tabela 3. As silagens e os níveis de desempenho animal esperado em cada dieta experimental foram os seguintes:

- 1) Silagem de capim Tanzânia para ganho de 1,0 kg/dia;
- 2) Silagem de capim Tanzânia + 10% de polpa cítrica peletizada para ganho de 1,0 kg/dia;
- 3) Silagem de capim Marandu para ganho de 1,0 kg/dia;
- 4) Silagem de capim Marandu + 10% de polpa cítrica peletizada para ganho de 1,0 kg/dia;
- 5) Silagem de capim Marandu para ganho de 1,2 kg/dia;

- 6) Silagem de capim Marandu + 10% de polpa cítrica peletizada para ganho de 1,2 kg/dia;
- 7) Silagem de milho para ganho de 1,0 kg/dia;
- 8) Silagem de milho para ganho de 1,2 kg/dia.

Tabela 1. Composição química bromatológica e digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos alimentos concentrados e das silagens utilizadas nas dietas experimentais.

Alimentos	% Matéria seca					DIVMS (%)
	MS (%)	PB	FDN	FDA	EE	
Milho moído	87,9	8,7	9,0	3,0	4,3	81,2
Farelo de algodão 38	91,1	41,2	32,0	16,0	5,4	66,9
Polpa cítrica peletizada	89,2	6,4	23,1	3,0	3,7	70,1
Silagem de milho	25,4	8,5	55,2	37,9	2,5	58,7
Uréia pecuária	98,8	281,0*				
Sulfato de amônio	97,5	131,3*				
Silagem de Marandu	27,5	4,9	64,9	45,1	2,4	50,1
Silagem de Marandu + 10% PCP [†]	31,0	6,5	54,1	38,2	2,6	59,9
Silagem de Tanzânia	25,5	65,0	65,2	44,6	2,7	52,2
Silagem de Tanzânia + 10% PCP [†]	28,8	8,1	58,1	37,9	2,6	62,8

[†] PCP: polpa cítrica peletizada

* Equivalente protéico

Tabela 2. Composição (níveis/kg do produto) do suplemento mineral utilizado nas dietas experimentais.

Minerais	Níveis
Cálcio	110 g
Fósforo	60 g
Magnésio	10 g
Enxofre	40 g
Sódio	160 g
Cobre	1500 mg
Manganês	1500 mg
Zinco	4500 mg
Iodo	150 mg
Cobalto	70 mg
Selênio	20 mg
Monensina sódica	250 mg

Tabela 3. Composição e níveis nutricionais estimados das dietas experimentais (% na matéria seca) utilizadas no confinamento.

Ingredientes	Tratamentos [#]													
	STZ	STZP	SMA1	SMAP1	SMA2	SMAP1	SMA1	SMAP1	SMA2	SMAP1	SMA1	SMI1	SMA1	SMI2
	Composição das Dietas (% MS)													
Silagem de Tanzânia	38,35													
Silagem de Tanzânia + 10% PCP		61,59												
Silagem de Marandu			35,51		18,00									
Silagem de Marandu + 10% PCP				56,69		28,45								
Silagem de Milho												59,01		29,57
Milho moído	35,94	25,24	37,58	27,00	38,77	39,30						16,05		27,04
Polpa cítrica peletizada	19,0	9,00	19,00	9,00	30,60	20,51						21,00		31,00
Farelo de algodão 38	4,91	2,47	6,11	5,61	10,93	9,94						2,04		10,79
Sal mineral	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70						0,70		0,70
Uréia	1,00	0,90	1,00	0,90	0,90	1,00						1,10		0,81
Sulfato de amônio	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10						0,10		0,09
Relação Vo/Co ^z	38/62	61/39	35/65	56/44	18/82	28/72						59/41		30/70
Níveis nutricionais														
MS (%)	64,57	51,86	67,09	56,14	77,94	72,49						51,55		70,30
PB (% MS)	11,68	11,44	11,69	11,58	13,38	13,61						11,82		13,69
FDN (% MS)	34,10	40,85	32,79	36,91	25,72	26,80						39,38		29,28
FDA (% MS)	19,69	24,83	18,65	23,52	11,93	14,20						23,86		14,70
EE (% MS)	3,47	3,09	3,54	3,21	3,84	3,70						3,05		3,63
NDT (%) ¹	67,00	67,04	67,00	67,00	71,14	71,72						66,93		71,00
PDR (%) ¹	8,13	8,20	8,04	8,11	8,88	9,17						8,58		9,12

¹ Estimado(a) pelo programa Rações Lucro Máximo (RLM 2.0) ^z Relação volumoso/concentrado

[#] STZ = silagem do capim Tanzânia (1,0 kg/dia); STZP = silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP (1,0 kg/dia); SMA1= silagem do capim Marandu (1,0 kg/dia); SMAP1 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,0 kg/dia); SMA2 = silagem do capim Marandu (1,2 kg/dia); SMAP2 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,2 kg/dia); SMI1 = silagem de milho (1,0 kg/dia); SM2 = silagem de milho (1,2 kg/dia).

Durante a fase de adaptação, os animais tiveram consumo à vontade de silagem de milho nos primeiros quinze dias, sendo, na seqüência, adaptados às respectivas dietas experimentais. À medida que os animais iniciaram a adaptação e consumo das silagens experimentais, iniciou-se o fornecimento das rações concentradas referentes a cada tratamento, sendo essas compostas por milho moído, farelo de algodão 38, polpa cítrica peletizada, uréia pecuária, sulfato de amônio e suplemento mineral.

Parâmetros avaliados

A fase de coleta de dados foi dividida em três períodos, espaçados em 31 dias (Período 1), 28 dias (Período 2) e 27 dias (Período 3). A cada término do período experimental, os animais eram submetidos a jejum completo por 16 horas, sendo, então, pesados em balança eletrônica, visando à obtenção do ganho de peso corporal diário.

As dietas experimentais foram fornecidas à vontade, em duas refeições diárias, às 8 horas e às 15 horas, e as silagens retiradas dos silos pouco antes do horário de fornecimento e misturadas ao concentrado no momento do fornecimento aos animais. As quantidades dos alimentos, tanto as silagens como os concentrados, foram adequadas ao consumo diário dos animais e em função do tratamento específico, admitindo-se sobra entre 5% a 10% do oferecido, objetivando caracterização de consumo à vontade.

Duas vezes por semana, foram coletadas amostras das silagens, dos concentrados e das sobras. As amostras semanais das silagens e das sobras foram secas em estufa, a 65 °C, com circulação de ar forçado (SILVA, 1998), agrupadas de acordo com o período experimental correspondente (amostra composta/período), moídas em moinho do tipo Willey, identificadas, embaladas e acondicionadas à temperatura ambiente para as devidas análises químicas. Nas amostras das sobras, foram determinados os teores de matéria seca, de acordo com a metodologia descrita por SILVA (1998).

Decorrido um período de 86 dias (03/11/2004) do início da fase de coleta de dados (Períodos 1, 2 e 3), os animais foram submetidos a jejum completo por 16 horas e, depois de pesados, foram encaminhados ao frigorífico Minerva, em

Barretos – SP, cerca de 20 km de distância do confinamento. Os animais foram abatidos pelo padrão adotado pelo frigorífico Minerva, utilizando-se de pistola pneumática para o atordoamento, seguido da sangria, evisceração e limpeza.

Após o abate dos animais, foram pesadas as meias carcaças, obtendo-se os pesos de carcaça quente, que foram utilizados na determinação do rendimento de carcaça e, em seguida, as carcaças foram armazenadas em câmara fria por 24 horas e à 1°C. No dia seguinte, da meia carcaça esquerda retirou-se a secção compreendida pela 9ª, 10ª e 11ª costelas, conforme metodologia descrita por HANKINS & HOWE (1946), visando estimar a composição física da carcaça por meio da separação de seus constituintes por esse método indireto, conforme demonstrado na Figura 1.

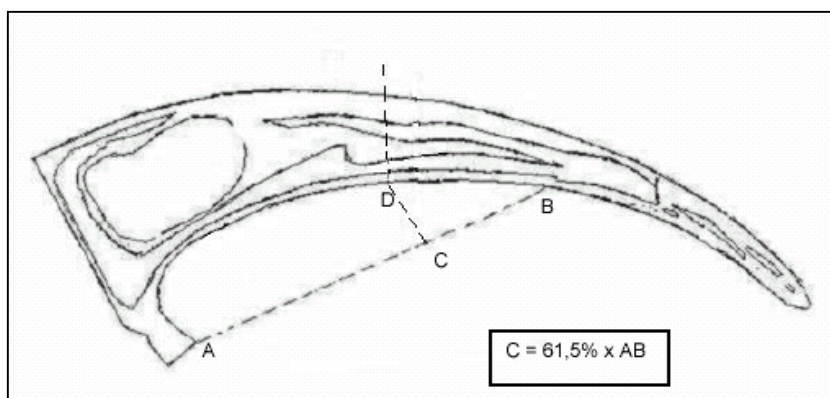


Figura 1. Vista da secção da 9ª, 10ª e 11ª costelas, por meio de um corte perpendicular à coluna dorsal, na altura da 12ª costela.

O valor da reta “AB” foi obtido a partir da ponta do osso até o fim da costela. Em seguida foi calculado 61,5% da reta “AB”, determinado-se o ponto “C”. No ponto “C” foi traçada uma reta perpendicular a “AB”, obtendo-se o ponto “D”. O corte foi realizado passando pelo ponto “D” (de acordo com a linha tracejada), e a porção separada para a análise foi a que continha o músculo *Longissimus thoracis* (lado esquerdo da Figura 1).

Após a retirada, a gordura, os ossos e os músculos foram separados e pesados. As proporções desses componentes na seção determinaram suas proporções na carcaça, por intermédio das equações desenvolvidas pelos mesmos autores, em que: músculo obtido em $Y = 16,08 + 0,80X$; tecido adiposo em $Y = 3,54$

+ 0,80X e ossos em $Y = 5,52 + 0,57X$, sendo X o percentual do constituinte na secção.

Além disso, retirou-se uma secção entre as 12^a e 13^a costelas, que corresponde à posição onde são realizadas as leituras da área de olho de lombo e da espessura da gordura de cobertura. Com o auxílio de uma grade quadriculada (Lin Bife) utilizada para essa finalidade, foram tomadas as medidas reais da área de olho de lombo (AOL) e espessura da gordura de cobertura (EGC).

Avaliação econômica

Na avaliação econômica desse confinamento, consideraram-se os custos das dietas testadas, segundo a metodologia descrita por SAMPAIO et al. (2002), que visa comparar sistemas de avaliação de dietas.

Os indicadores de eficiência econômica foram calculados segundo LOPES & CARVALHO (2001), que definem o resultado econômico como a diferença entre as receitas e os custos, ou seja, o resultado operacional é igual ao total da receita menos o custo operacional efetivo.

No cálculo dos custos dos concentrados e das silagens, foram considerados os preços dos ingredientes e dos respectivos volumosos no mês de agosto de 2004, divulgados pelo boletim semanal Boi & Companhia (nº 584), da Scot Consultoria – Bebedouro - SP.

Os juros sobre o capital de giro foram calculados considerando-se o pagamento à vista, no início do confinamento, do boi magro e da alimentação, e também os valores de remuneração efetuados pela poupança no mês de agosto de 2004, valores publicados pelo jornal Folha de S. Paulo.

Os cálculos da taxa interna de retorno (TIR) foram realizados pela composição do fluxo de caixa, que envolveu os custos de alimentação, aquisição de animais, os outros custos (mão-de-obra, produtos veterinários, combustível, entre outros), sendo considerados em 15% do total, e o juro sobre o capital investido.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com 8 tratamentos (dietas) e seis repetições (animais). Os dados foram analisados

utilizando-se o programa de Análise Estatística ESTAT, desenvolvido pelo Departamento de Ciências Exatas da FCAV/UNESP – Câmpus de Jaboticabal - SP, pelo procedimento de análise de variância. Utilizou-se o teste Tukey ($P < 0,05$) na comparação de médias entre as causas de variação, adotando-se 5% como nível de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Perfil microbiológico e fermentativo das silagens

Nas Figuras 2 e 3, encontram-se os dados referentes ao desenvolvimento de *Bacillus*, fungos, leveduras e enterobactérias nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidos ou não à adição de 10% de polpa cítrica peletizada, bem como na silagem de milho.

Em relação ao desenvolvimento de *Bacillus* nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Figuras 2) e na silagem de milho (Figura 3), observa-se presença desses microrganismos em todas as silagens avaliadas e durante todo o período de exposição das silagens ao ar.

Após a abertura dos silos, detectou-se redução da população de *Bacillus* nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu com 10% de PCP e na silagem de milho, provavelmente, em função dos maiores teores de matéria seca observados (Figuras 4 e 5), acarretando aumento da pressão osmótica e, também, em virtude da diminuição da população de leveduras (Figuras 2 e 3), que pode ter resultado em menor consumo de ácidos orgânicos, os quais tem efeito acentuado no controle de *Bacillus*.

Inúmeros trabalhos de pesquisa têm sido realizados visando monitorar o número de esporos de *Bacillus* em silagens. Esses números variaram, consideravelmente, nas amostragens dos silos. Nas silagens de capim pré-secadas, esse número variou de 1×10^3 a 4×10^8 UFC/g de silagem e, na de silagem de milho, de 8×10^2 a 10^9 UFC/g de silagem (PAHLOW et al. 2003). De acordo com esse autor, os *Bacillus* podem contribuir para a deterioração de silagens, por possuírem enzimas sacarolíticas e proteolíticas, sendo as espécies mais comuns envolvidas na deterioração de silagens *B. cereus*, *B. lentus*, *B. firmus* e *B. sphaericus*.

No que se refere ao desenvolvimento de fungos nas silagens (Figuras 2 e 3), verifica-se que somente nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu com 10% de PCP e na silagem de milho, foram detectados crescimentos desses microrganismos durante o período de exposição das silagens ao ar, provavelmente em função do maior aporte de nutrientes proporcionado por essas silagens. Nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, sem adição de PCP, não foram observados desenvolvimento de fungos, provavelmente em decorrência da baixa aeração da massa ensilada como resultado dos baixos teores de matéria seca (Figura 4), baixo aporte de nutrientes, aliados à significativa compactação, fatores que determinaram baixa permeabilidade e porosidade das silagens ao oxigênio atmosférico.

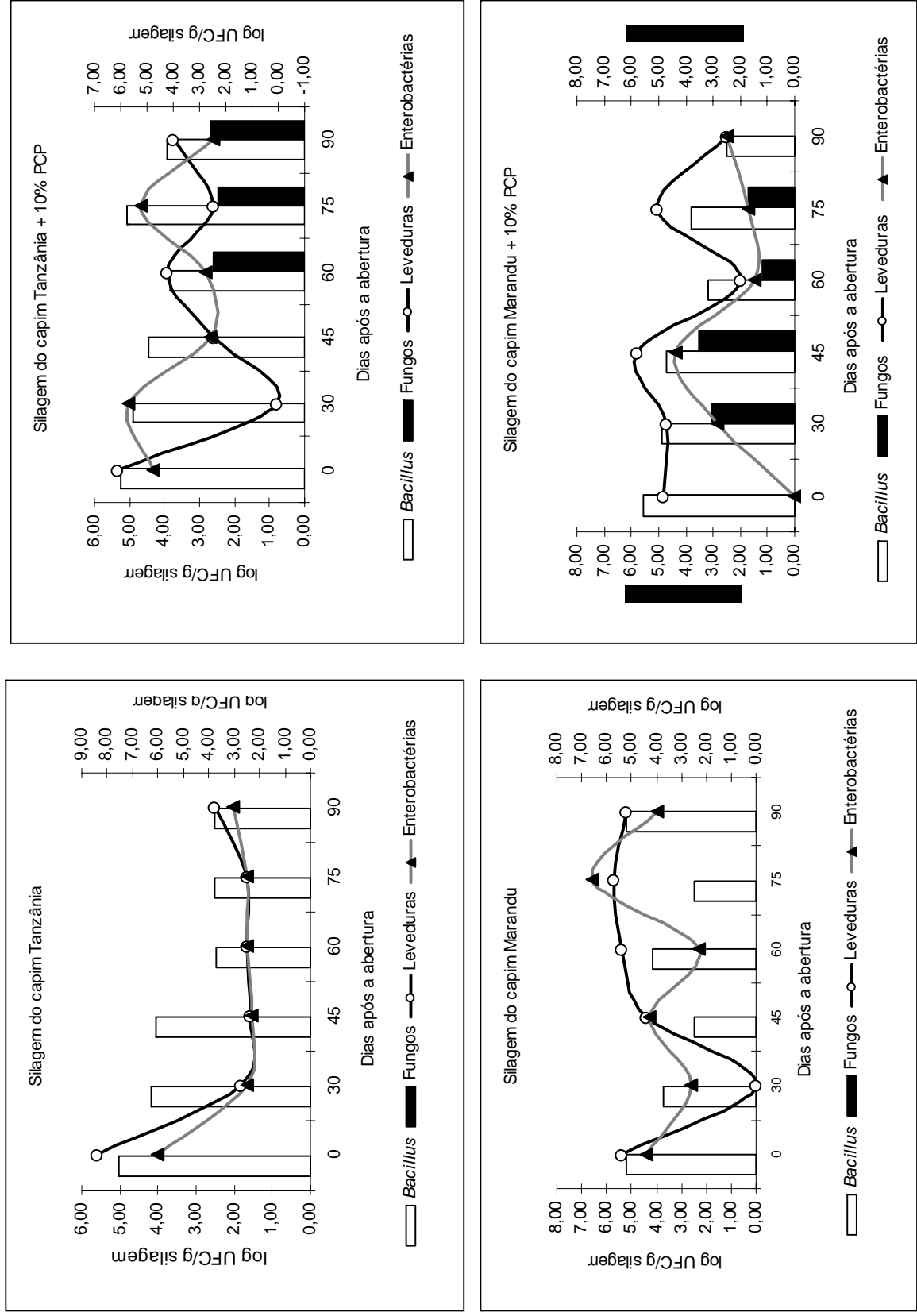


Figura 2. Desenvolvimento de *Bacillus*, fungos, leveduras e enterobactérias em silagens dos capins Tanzânia e Marandu após a abertura dos silos.

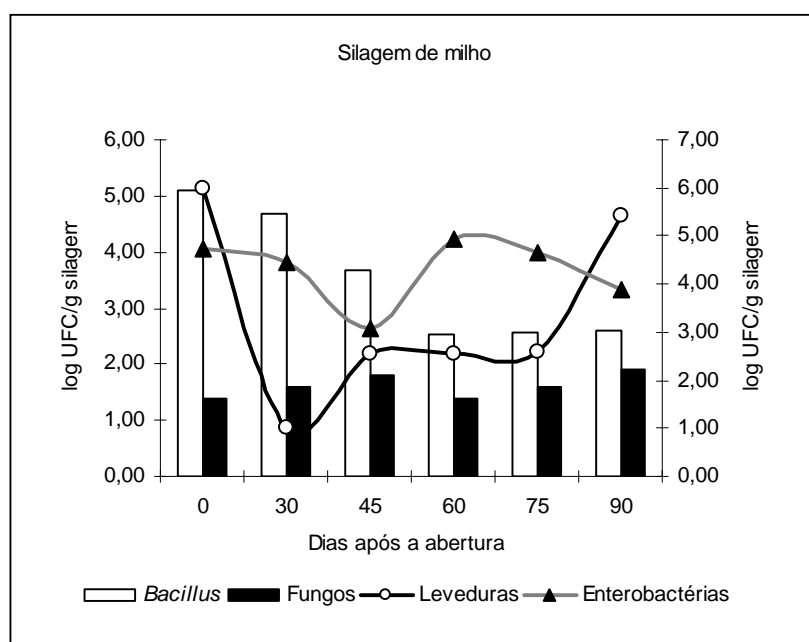


Figura 3. Desenvolvimento de *Bacillus*, fungos, leveduras, enterobactérias, clostrídeos e lactobacilos na silagem de milho após a abertura do silo.

BERNARDES (2003) verificou a presença de fungos filamentosos nas silagens com 10% de PCP na abertura dos silos (1,4 log UFC/g de silagem), por causa, basicamente, da dificuldade de compactação e aeração da massa ensilada. Segundo MUCK et al. (1991), os fungos apresentam crescimento mais lento que as leveduras e, normalmente, apresentam menor população durante a armazenagem em razão da sua maior sensibilidade à falta de oxigênio.

JOBIM et al. (1999) avaliou o desenvolvimento de fungos, após a abertura do silo nas silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho, e verificou que o maior tempo de aeração favoreceu o desenvolvimento desses microrganismos. O autor registrou 0,6; 1,4; 3,2 e 2,7 log UFC/g de silagem, nas silagens de grãos úmidos; e 1,2; 2,0; 3,5 e 3,8 nas silagens de espiga, na abertura dos silos e nos tempos de 2, 4 e 6 dias de aeração, respectivamente.

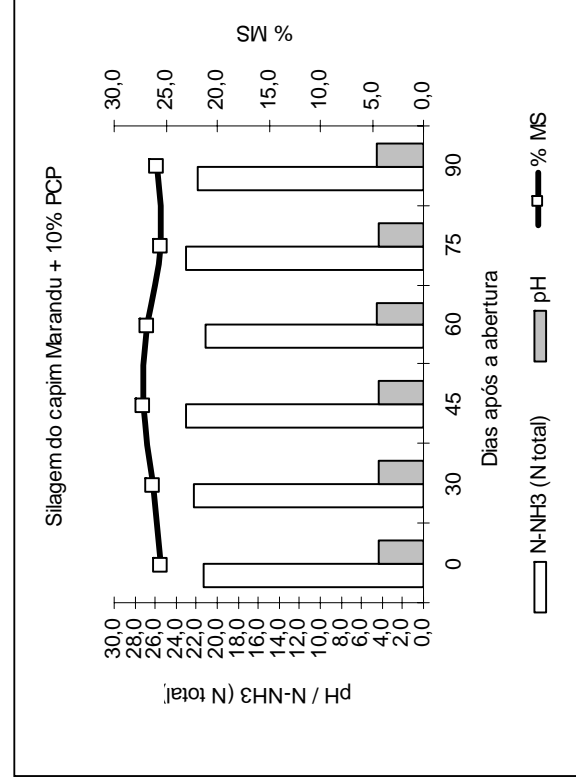
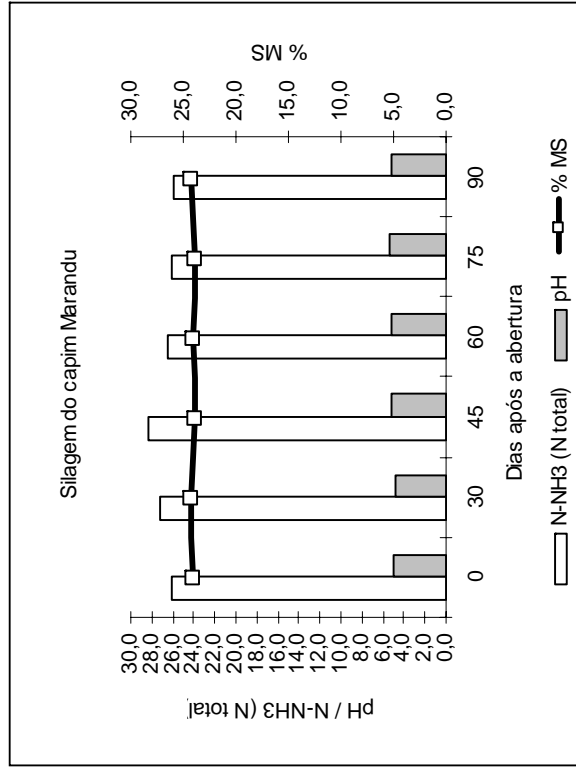
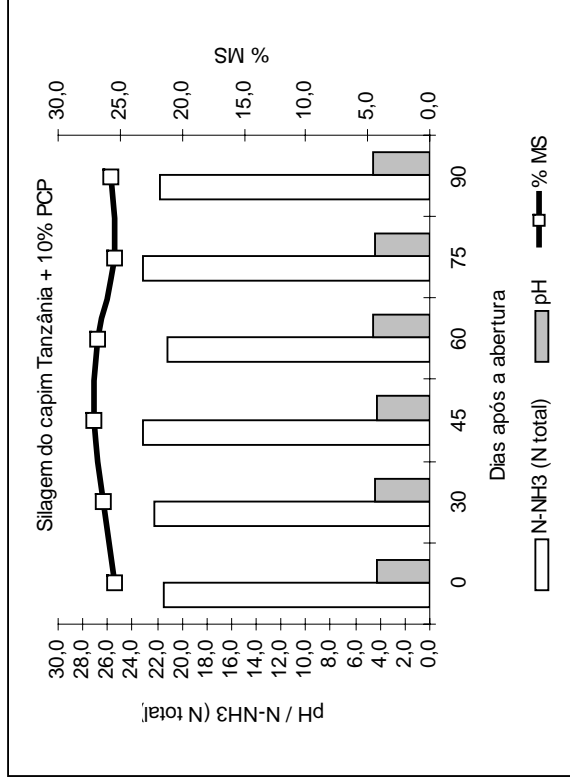
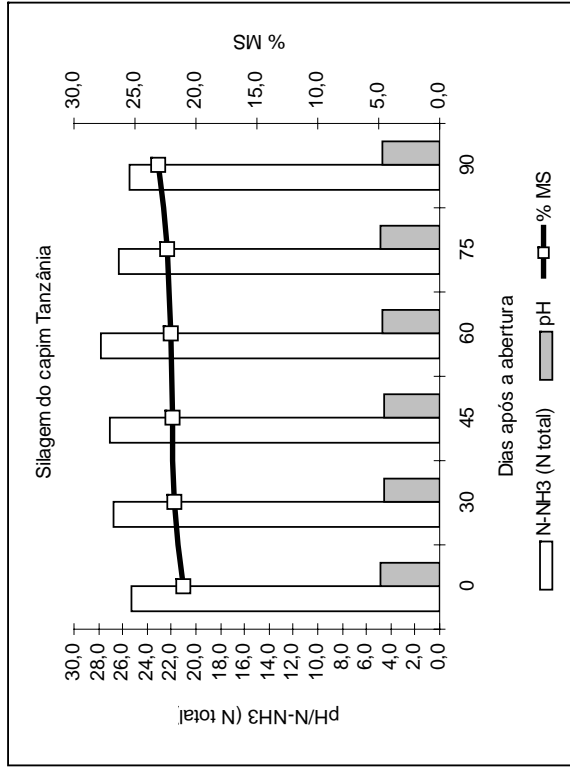


Figura 4. Teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu após a abertura dos silos.

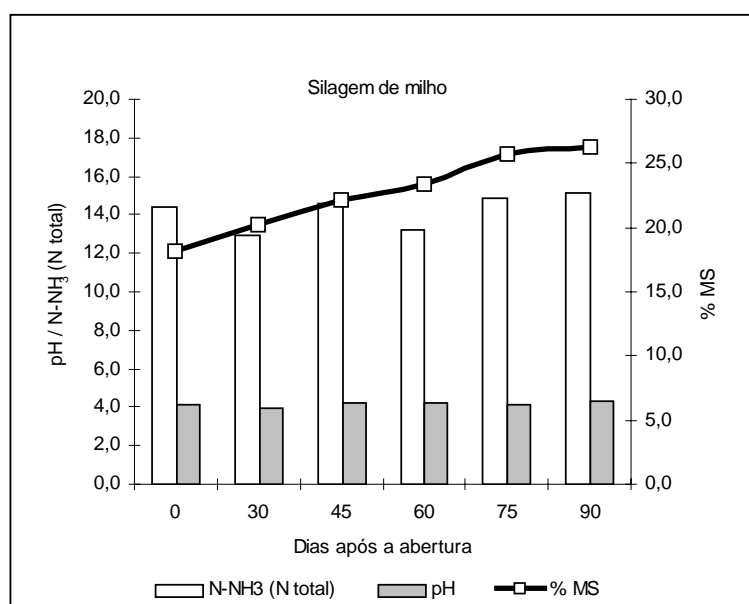


Figura 5. Teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH da silagem de milho após a abertura do silo.

Com relação ao desenvolvimento de leveduras nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu (Figura 2) e na silagem de milho (Figura 3), pode-se verificar que as silagens dos capins Tanzânia do tratamento controle, Tanzânia com 10% de PCP, Marandu e silagem de milho apresentaram decréscimo na população de leveduras, após a abertura dos silos, estendendo-se até 30 dias da exposição ao ar. Após esse período, a população de leveduras sofreu aumento até 90 dias da abertura. Já a silagem do capim Marandu, com 10% de PCP, apresentou decréscimo mais tardiamente, aos 60 dias, sofrendo significativo aumento até os 75 dias e redução até os 90 dias da abertura, respectivamente.

De acordo com WOOLFORD (1984), há um consenso em relação à importância de fungos e leveduras, como principais agentes de deterioração das silagens. Assim, a população de leveduras pode aumentar, acentuadamente, de menos 2,0 log UFC/g a até 12 log UFC/g de silagem em apenas 2 a 3 dias de aeração. Considerando-se que silagens com contagem de leveduras superior a 5,0 log UFC/g de silagem são altamente susceptíveis à deterioração (WOOLFORD, 1990), pode-se classificar as

silagens avaliadas no presente estudo como não propensas à rápida deterioração, quando se considera somente o número de leveduras presentes nas silagens.

Os dados de desenvolvimento de enterobactérias nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu e na silagem de milho encontram-se nas Figuras 2 e 3. Pode-se observar presença de enterobactérias durante todo o período de exposição das silagens ao ar, com exceção da silagem do capim Marandu aditivado com 10% de PCP, que não apresentou desenvolvimento desses microrganismos na abertura do silo.

OSTLING & LINDGREN (1995) comentaram que, durante a exposição das silagens ao ar, as enterobactérias têm oportunidade para reiniciar o seu crescimento de forma significativa. Essa condição foi observada, especificamente, na silagem do capim Marandu, aditivada com 10% de PCP, que apresentou crescimento significativo de enterobactérias logo após a abertura do silo.

BERNARDES (2003) constatou que a população de enterobactérias esteve presente nas silagens do capim Marandu do tratamento controle (3,9 log UFC/g de silagem) e aumentou consideravelmente com o decorrer dos tempos de desabastecimento dos silos, embora não tenha sido observado desenvolvimento nas silagens com 5% e 10% de PCP. JOBIM et al. (1999) constatou o desenvolvimento de enterobactérias após a abertura do silo nas silagens de grãos úmidos e de espigas de milho. O autor verificou aumento da população de enterobactérias com o decorrer dos tempos de exposição das silagens ao ar.

De acordo com FENLON & WILSON (1998), a presença de ar aumenta a atividade de microrganismos aeróbios, com conseqüente atraso no abaixamento do pH da silagem. O pH alto favorece o desenvolvimento de enterobactérias, causando deterioração da silagem e possíveis prejuízos sanitários. Esses autores comentaram que ocorre uma relação direta entre a contaminação da silagem com *L. monocytogenes* e a presença de enterobactérias, por causa da baixa qualidade fermentativa dos materiais.

No presente estudo, não foram detectadas evidências de contaminação das silagens avaliadas com *Listeria* spp. e/ou com *Listeria monocytogenes*, provavelmente

em razão da presença de substâncias bacteriocinas produzidas por *Bacillus* (Figuras 2 e 3) ou outros microrganismos e pelos reduzidos valores de pH observados.

Os teores de N-NH₃ e valores de pH das silagens dos capins Tanzânia e Marandu e da silagem de milho estão demonstrados nas Figuras 4 e 5. Observam-se maiores teores de N-NH₃ nas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, sem a adição de polpa cítrica peletizada, quando comparados com as silagens aditivadas com 10% de PCP e com a silagem de milho, sendo que essa última apresentou os menores teores dessa variável.

De acordo com BENACHIO (1965), as silagens são classificadas, quanto ao teor de nitrogênio amoniacal (% do nitrogênio total), em muito boa, quando os valores são inferiores a 10%; aceitável, entre 10% a 15%; e insatisfatória, quando os valores situam-se acima de 20%. Em função disso, as silagens dos capins Tanzânia e Marandu, submetidas ou não à adição de PCP, foram classificadas como insatisfatórias. A silagem de milho foi classificada como aceitável em função dos teores de N-NH₃ observados.

A degradação da proteína na silagem determina considerável desbalanço entre os nutrientes para os animais. Com o aumento das frações nitrogenadas solúveis (poliaminas e amônia), decorrentes da proteólise, ocorre desequilíbrio na relação proteína/energia das silagens, implicando em baixa produção de proteína microbiana, com conseqüente depressão nos níveis de desempenho animal (VAN SOEST, 1994). Além dos efeitos nutricionais diretos, a presença desses compostos nitrogenados afeta negativamente o consumo de matéria seca, pela ação na aceitabilidade das silagens pelos animais (CHARMLEY, 2001).

Em relação aos valores de pH (Figuras 4 e 5), não foram observadas variações nessa variável durante o período de exposição das silagens ao ar. Os valores de pH observados nas diferentes silagens não foram suficientes para a inibição de *Bacillus*, fungos, leveduras e enterobactérias, fator esse que determinou instabilidade das silagens avaliadas durante todo o período de sua utilização.

Os teores de matéria seca (Figuras 4 e 5) não sofreram alterações significativas durante o período de exposição das silagens ao ar, embora a silagem de milho tenha

apresentado, com o tempo, aumento nessa variável, provavelmente, em função da drenagem do efluente para camadas mais profundas do silo, fazendo com que a silagem superficial, retirada para os tratamentos diários, apresentasse menores teores de matéria seca, com o decorrer do tempo.

Desempenho animal e características de carcaça

O consumo de matéria seca em kg/dia e em % do peso vivo, os dados de conversão alimentar (kg MS/kg GPV), o peso inicial e o final (kg), os valores de ganho de peso vivo diário (kg/dia) e as características de carcaça dos animais experimentais, de acordo com os tratamentos, estão dispostos na Tabela 4.

A análise do consumo de matéria seca, em kg/dia e em % do peso vivo, revelou haver diferenças ($P < 0,05$) entre os tratamentos avaliados, sendo que os animais alimentados com dietas à base de silagem do capim Marandu aditivado com 10% de PCP, e formulados para ganhos de peso de 1,0 kg/dia (SMAP1) e 1,2 kg/dia (SMAP2), apresentaram os maiores consumos de MS (8,67 kg MS/dia e 1,99 % PV; 9,07 kg MS/dia e 2,04 % PV), provavelmente, por causa da melhor palatabilidade e padrão de fermentação (Figura 4) dessas silagens. O menor consumo de MS foi observado nos animais alimentados com silagem de milho, formulado para ganho de 1,0kg/dia (SMI1), com consumo de 6,83 kg MS/dia e 1,6% PV, respectivamente.

CORRÊA et al. (2004) avaliaram o desempenho de garrotes de quatro grupos genéticos (Nelore, $\frac{1}{2}$ Angus com Nelore, $\frac{1}{2}$ Simental com Nelore e $\frac{1}{2}$ Canchin com Nelore), em confinamento, recebendo silagem de capim Mombaça com 8% a 10% de PCP e silagem de milho, e verificaram consumo de MS de 8,51 kg/dia e 2,14 % PV; 10,49 kg/dia e 2,18 % PV; 9,93 kg/dia e 2,05 % PV; 8,90 kg/dia e 2,05 % PV, respectivamente. Em relação às silagens do capim Mombaça e de milho, os autores verificaram consumo de 9,47 kg/dia e 2,12 % PV; 9,53 kg/dia e 2,09 % PV, respectivamente. LOURES (2004) avaliou o consumo de matéria seca da silagem do capim Tanzânia *in natura* e emurcheçada, com bovinos da raça Nelore, e encontraram 9,82 kg/dia e 1,94% PV; 11,06 kg/dia e 2,20 % PV, nos respectivos tratamentos.

Tabela 4. Peso vivo, consumo de matéria seca, conversão alimentar, eficiência alimentar e características de carcaça de novilhos confinados com dietas compostas pelas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, em comparação com a silagem de milho.

Características	Tratamentos *										CV %
	STZ	STZP	SMA1	SMAP1	SMA2	SMAP2	SMI1	SMI2			
Número de animais	6	6	6	6	6	6	6	6	6	6	-
Período de confinamento (dias)	86	86	86	86	86	86	86	86	86	86	-
Consumo diário de MS (kg)	8,03 ^{ab}	7,47 ^{ab}	8,31 ^{ab}	8,67 ^a	7,74 ^{ab}	9,07 ^a	6,83 ^b	7,79 ^{ab}	6,83 ^b	7,79 ^{ab}	12,24
Consumo diário de MS (% PV)	1,87 ^{ab}	1,77 ^{ab}	1,89 ^{ab}	1,99 ^a	1,80 ^{ab}	2,04 ^a	1,60 ^b	1,79 ^{ab}	1,60 ^b	1,79 ^{ab}	10,28
Conversão alimentar (kg MS/ kg GPV)	10,05 ^{ab}	9,92 ^{ab}	10,94 ^a	11,17 ^a	9,81 ^{ab}	9,97 ^{ab}	9,69 ^{ab}	7,56 ^b	9,69 ^{ab}	7,56 ^b	16,46
Peso vivo inicial (kg)	394,7	387,3	405,5	400,6	395,0	402,0	392,5	386,7	392,5	386,7	4,96
Peso vivo final (kg)	465,0	454,7	471,7	468,3	465,0	483,2	457,8	478,0	457,8	478,0	5,53
Ganho de peso vivo (kg/dia)	0,82	0,78	0,77	0,79	0,80	0,93	0,75	1,05	0,75	1,05	22,59
Peso da carcaça quente (kg)	264,2	260,8	274,3	273,4	267,2	272,0	260,5	276,2	260,5	276,2	5,68
Rendimento de carcaça (%)	56,8	57,4	58,1	58,4	57,4	56,3	56,9	57,8	56,9	57,8	1,99
Ganho de peso na carcaça (kg/dia)	0,46	0,45	0,45	0,46	0,47	0,53	0,43	0,61	0,43	0,61	22,13
Espessura de gordura subcutânea (mm)	8,8	6,0	8,2	10,3	9,7	11,8	10,3	9,8	10,3	9,8	37,84
Área de olho de lombo (cm ²)	66,2	61,3	72,2	66,5	62,2	67,7	64,2	69,0	64,2	69,0	9,23
Seção HH											
Músculo (%)	52,1 ^{ab}	54,2 ^{ab}	55,1 ^a	52,5 ^{ab}	49,8 ^b	50,4 ^{ab}	50,7 ^{ab}	51,2 ^{ab}	50,7 ^{ab}	51,2 ^{ab}	5,24
Gordura (%)	34,7 ^{ab}	29,9 ^b	30,5 ^{ab}	32,5 ^{ab}	35,2 ^{ab}	36,4 ^a	33,4 ^{ab}	34,3 ^{ab}	33,4 ^{ab}	34,3 ^{ab}	10,22
Ossos (%)	14,7 ^b	16,5 ^a	15,4 ^{ab}	15,3 ^{ab}	15,9 ^{ab}	14,6 ^b	16,5 ^a	15,1 ^{ab}	16,5 ^a	15,1 ^{ab}	6,28
Ganho de peso referência (%) [#]	77,9	74,6	73,3	75,0	76,6	88,9	71,5	100,0	71,5	100,0	-

Médias seguidas de letras iguais, nas linhas, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

* STZ = silagem do capim Tanzânia (1,0 kg/dia); STZP = silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP (1,0 kg/dia); SMA1= silagem do capim Marandu (1,0 kg/dia); SMAP1 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,0 kg/dia); SMA2 = silagem do capim Marandu (1,2 kg/dia); SMAP2 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,2 kg/dia); SMI1 = silagem de milho (1,0 kg/dia); SMI2 = silagem de milho (1,2 kg/dia)

[#] Ganho de peso relativo ao tratamento com silagem de milho (SMI2) formulado para ganho de 1,2 kg/dia

Os dados de consumo de matéria seca, encontrados no presente estudo foram abaixo dos reportados pelos autores supracitados, tanto na silagem do capim Tanzânia, quanto na silagem de milho.

Não foram observadas diferenças significativas no peso vivo inicial e no final dos animais, submetidos aos diferentes tratamentos. No entanto, CORRÊA et al. (2004) encontraram maiores valores de peso vivo final nos animais que receberam silagem de milho, quando comparados aos animais que receberam silagem de capim mombaça com 8% a 10% de PCP.

Em relação ao ganho de peso vivo (Tabela 4), pode-se observar que não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados, embora aquele com silagem de milho, formulado para ganho de 1,2 kg/dia (SMI2), tenha proporcionado maior ganho de peso (1,05 kg/dia), provavelmente, em razão do melhor perfil de aminoácidos proporcionado pela silagem de milho, quando comparado aos outros tratamentos, formulados para o mesmo objetivo de ganho de peso. CORRÊA et al. (2004) constataram maior ganho de peso nos animais alimentados com silagem de milho, quando comparada à silagem do capim Mombaça com 8% a 10% de PCP. Os autores encontraram ganhos de 1,55 kg/dia e 1,31 kg/dia, nos respectivos tratamentos. Os autores atribuíram o menor ganho de peso proporcionado pela silagem do capim Mombaça, à baixa digestibilidade *in vitro* da matéria seca dessa silagem.

Quanto aos valores encontrados para o peso da carcaça, rendimento de carcaça e ganho de peso na carcaça (Tabela 4), não foram verificadas diferenças ($P < 0,05$) em relação a essas variáveis nos animais recebendo as diferentes dietas. CORRÊA et al. (2004) verificaram valores de rendimento de carcaça semelhantes (56,0%) nos animais recebendo dietas com silagem de milho e silagem do capim Mombaça, aditivada com 8% a 10% de PCP.

Os valores de espessura de gordura subcutânea e da área de olho de lombo (AOL), na seção HH, dos animais recebendo as diferentes dietas, não diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) entre si. No entanto, é importante ressaltar que os valores da espessura de gordura subcutânea foram acima de 5 mm, indicando acabamento de carcaça adequado, considerando que essa medida deve se situar entre 5 e 7 mm (LUCHIARI FILHO, 2000; RESENDE et al. 2001).

CORRÊA et al. (2004) encontraram 3,5 mm e 4,7 mm de espessura de gordura nos animais que receberam silagem de capim Mombaça, com 8% a 10% de PCP e silagem de milho, estando abaixo dos valores encontrados neste estudo. Quanto à AOL, CORRÊA et al. (2004) verificaram valores de 79,2 cm² e 83,8 cm², nos respectivos tratamentos, estando acima dos valores médios (66,2 cm²) encontrados no presente estudo.

As características de porcentagem de músculo, gordura e ossos na carcaça, tendo como referência a seção HH, estão demonstradas na Tabela 4. Observaram-se maiores proporções de músculo nos animais pertencentes ao tratamento com silagem do capim Marandu (SMA1) com ganho de 1,0 kg/dia (55,1%) e menores nos animais que receberam a silagem de Marandu (SM2) formulada para ganho de 1,2 kg/dia (49,8%). Os demais valores dos animais recebendo as diferentes dietas não diferiram estatisticamente entre si.

Em relação à gordura, os animais que receberam a silagem do capim Marandu, para ganho de 1,0 kg/dia, apresentaram a maior (36,4%) proporção de gordura; e aqueles que receberam a silagem do capim Tanzânia para ganho de 1,0 kg/dia, a menor (29,9%) proporção.

Quanto à porcentagem de ossos na carcaça, os animais que receberam os tratamentos com silagem do capim Tanzânia, com 10% de PCP e silagem de milho, apresentaram as maiores (16,5%) proporções; e os animais que receberam a silagem do capim Tanzânia e do capim Marandu para ganho de 1,2 kg/dia (SMAP2), as menores (14,7% e 14,6%) proporções dessa variável.

Pela análise do ganho de peso referência (Tabela 4), calculado em comparação com o tratamento que proporcionou o melhor nível de desempenho animal, constata-se que as silagens de capim proporcionaram, em média, 76,8% do desempenho proporcionado pela silagem de milho (SMI2), sendo que o tratamento com silagem do capim Marandu, com 10% de PCP, apresentou o maior valor de ganho de peso referência (88,9%), e o tratamento com silagem de milho (SMI1) o menor valor (71,5%).

CORRÊA et al. (2004) avaliaram o desempenho em confinamento de bovinos de quatro grupos genéticos e verificaram que a dieta com silagem do capim Mombaça, aditivado com 8% a 10% de PCP, proporcionou 84% do ganho de peso vivo, constatado no tratamento que recebia silagem de milho como fonte de alimento volumoso.

Avaliação econômica do confinamento

Os dados de consumo de matéria seca, desempenho, composição (% MS) e custo das dietas experimentais encontram-se na Tabela 5. Pode-se observar que as dietas com silagem de milho (SMI1) e silagem do capim Tanzânia, aditivada com 10% de PCP (STZP), apresentaram os menores custos diários, (R\$ 1,51/dia e R\$ 1,76) e totais (R\$ 129,62 e R\$ 151,20), no período de confinamento, quando comparado com as demais dietas.

Outro fator de extrema importância para este estudo é o de estimar o custo da arroba produzida, pois por ele, pode-se ter um panorama da viabilidade econômica do confinamento, sendo esse o grande entrave na adoção das tecnologias de produção pelos pecuaristas.

Nesse sentido, pela análise da Tabela 5, verifica-se que as dietas com silagem de milho (SMI2 e SMI1) apresentaram os menores custos de alimentação por arroba produzida (R\$ 28,99 e R\$ 29,73), seguida pela dieta com silagem do capim Tanzânia, com 10% de PCP (STZP), que apresentou custo por arroba produzida de R\$ 33,68.

De maneira geral, e considerando-se somente os custos com alimentação, pode-se inferir que todas as dietas avaliadas apresentaram baixo custo por arroba produzida, considerando que o preço médio da arroba durante o período do confinamento, situou-se em R\$ 58,50.

Os dados sobre os custos, as receitas e a avaliação econômica do confinamento encontram-se na Tabela 6.

Observa-se que os custos totais variaram significativamente entre as dietas testadas, sendo a dieta composta por silagem de milho para ganho de 1,0 kg/dia (SMI1), juntamente com a dieta da silagem do capim Tanzânia, com 10% de PCP (STZP), as que apresentaram os menores (R\$ 904,16 e R\$ 929,55) custos totais (subtotal) e menores custos operacionais efetivos (R\$ 912,84 e R\$ 938,48). É importante ressaltar, no entanto, que essas dietas proporcionaram animais com carcaças mais leves (17,4@), quando comparados com os animais que receberam as outras dietas experimentais.

Em relação ao custo operacional total por arroba, constatou-se que as dietas com silagem de milho (SMI1 e SMI2) apresentaram os menores valores (R\$ 51,96 e R\$ 52,16) dessa variável, quando comparadas às demais.

Tabela 5. Médias de desempenho animal no confinamento e custos das dietas experimentais dos diferentes tratamentos.

Características	Tratamentos [#]							
	STZ	STZP	SMA1	SMA1P1	SMA2	SMA1P2	SMA2P1	SMA2P2
Período de confinamento (dias)	86	86	86	86	86	86	86	86
Peso vivo inicial (kg)	394,7	387,3	405,5	400,6	395,0	402,0	392,5	386,7
Peso vivo de abate (kg)	465,0	454,7	471,7	468,3	465,0	483,2	457,8	478,0
Rendimento de carcaça (%)	56,8	57,4	58,1	58,4	57,4	56,3	56,9	57,8
Arroba ganha no confinamento (@)	4,69	4,49	4,41	4,51	4,67	5,41	4,36	6,10
Total de arroba por animal (@)	17,6	17,4	18,3	18,2	17,8	18,1	17,4	18,4
Consumo diário de MS (kg)	8,03	7,47	8,31	8,67	7,74	9,07	6,83	7,79
Ganho de peso vivo (kg/dia)	0,82	0,78	0,77	0,79	0,80	0,93	0,75	1,05
Descrição	Composição das Dietas (% MS)							
Silagem de Tanzânia	170,86							
Silagem de Tanzânia + 10% PCP	185,90	61,59						
Silagem de Marandu	170,29		35,51		18,00			
Silagem de Marandu + 10% PCP	185,90			56,69		28,45		
Silagem de Milho	172,63							
Milho moído	303,03							59,01
Polpa cítrica peletizada	219,78							16,05
Farelo de algodão 38	467,39	25,24	37,58	27,00	38,77	39,30	21,00	27,04
Sal mineral	747,47	9,00	19,00	9,00	30,60	20,51	21,00	31,00
Uréia	830,57	4,91	6,11	5,61	10,93	9,94	2,14	10,79
Sulfato de amônio	470,0	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70	0,70
		1,00	1,00	0,90	0,90	1,00	1,00	0,81
		0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,09
Custo por kg de matéria seca (R\$)	0,253	0,235	0,259	0,246	0,279	0,278	0,221	0,264
Custo diário da dieta (R\$)	2,03	1,76	2,15	2,14	2,16	2,52	1,51	2,06
Custo total da alimentação (R\$)	174,82	151,20	184,86	183,71	186,00	216,47	129,62	176,82
Custo de alimentação / @ ganha no confinamento (R\$)	37,27	33,68	41,92	40,73	39,83	40,01	29,73	28,99

* Preços cotados no Boletim Boi & Companhia nº 584 (Scot Consultoria) em 16/08/2004

STZ = silagem do capim Tanzânia (1,0 kg/dia); STZP = silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP (1,0 kg/dia); SMA1 = silagem do capim Marandu (1,0 kg/dia); SMA1P1 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,0 kg/dia); SMA2 = silagem do capim Marandu (1,2 kg/dia); SMA2P1 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,2 kg/dia); SMA2P2 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,2 kg/dia); SMI1 = silagem de milho (1,0 kg/dia); SMI2 = silagem de milho (1,2 kg/dia).

Tabela 6. Médias dos custos, das receitas e da avaliação econômica das dietas experimentais em regime de confinamento.

Dados gerais	Tratamentos #									
	STZ	STZP	SMA1	SMAP1	SMA2	SMAP2	SMI1	SMI2		
Custo do animal, R\$ (A)	751.67	751.67	751.67	751.67	751.67	751.67	751.67	751.67	751.67	
Custo da alimentação, R\$ (B=85%)	174.82	151.20	184.86	183.71	186.00	216.47	129.62	176.82		
Outros custos (15%), R\$ (C=100% - B)	30.85	26.68	32.62	32.42	32.82	38.20	22.87	31.20		
Subtotal, R\$ (D= A + B + C)	957.34	929.55	969.16	967.80	970.49	1006.34	904.16	959.69		
Peso total de carcaça, @ (E)	17.6	17.4	18.3	18.2	17.8	18.1	17.4	18.4		
Custo operacional total por @, R\$ (F= D/E)	54.39	53.42	52.96	53.18	54.52	55.60	51.96	52.16		
Juros sobre capital de giro, R\$ (G = D * Taxa de poupança) ¹	9,19	8,92	9,30	9,29	9,32	9,66	8,68	9,21		
Custo operacional efetivo, R\$ (H= D + G)	966.53	938.48	978.46	977.09	979.81	1016.01	912.84	968.91		
Total de receita, R\$ (I = E * \$@) [*]	1.029.60	1.017.90	1.070.55	1.064.70	1.041.30	1.058.85	1.017.90	1.076.40		
Resultado operacional, R\$ (J = I - H)	63.07	79.42	92.09	87.61	61.49	42.84	105.06	107.49		
Remuneração do capital, % a.m. {(K = (J/H*100)/(4))}	2.18	2.82	3.14	2.99	2.09	1.41	3.84	3.70		
Taxa interna de retorno, % a.m (L = TIR)	6,53	8,46	9,41	8,97	6,28	4,22	11,51	11,09		

* Preço da @ = R\$ 58,50 em 04/11/2004 (Frigorífico Minerva)¹ Taxa de juros (a.m) = 0,96 % em 12/08/2004 (Jornal Folha de São Paulo)
STZ = silagem do capim Tanzânia (1,0 kg/dia); STZP = silagem do capim Tanzânia com 10% de PCP (1,0 kg/dia); SMA1= silagem do capim Marandu (1,0 kg/dia); SMAP1 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,0 kg/dia); SMA2 = silagem do capim Marandu (1,2 kg/dia); SMAP2 = silagem do capim Marandu com 10% PCP (1,2 kg/dia); SMI1 = silagem de milho (1,0 kg/dia); SMI2 = silagem de milho (1,2 kg/dia).

Quanto ao resultado operacional (Tabela 6) proporcionado pelas dietas experimentais, observa-se que as dietas com silagem de milho, formuladas para ganho de 1,0 kg/dia (SMI1) e 1,2 kg/dia (SMI2), apresentaram os maiores valores de resultado operacional (R\$ 105,06 e R\$ 107,49) ao final do confinamento, repercutindo em maior taxa de remuneração sobre o capital investido (3,80 % a.m e 3,70% a.m) e sobre a taxa interna de retorno (11,51% a.m e 11,09 % a.m) do investimento inicial. Em relação às dietas com silagem de capim, observa-se que a silagem do capim Marandu (SMA1) proporcionou o melhor (R\$ 92,09) resultado operacional, melhor taxa (3,14 % a.m) de remuneração do capital e melhor taxa interna de retorno (9,41% a.m).

De maneira geral, pode-se inferir que as dietas avaliadas proporcionaram resultados econômicos satisfatórios, com remunerações superiores às aplicações disponíveis no mercado financeiro. É importante ressaltar, no entanto, que o confinamento de bovinos de corte proporciona, além de ganhos financeiros de capital, vantagens econômicas indiretas, pois, dentre outros aspectos, permite a terminação mais rápida dos animais, antecipa a realização de receitas, aumenta a escala de produção da propriedade e alivia as lotações das pastagens durante o período seco do ano (COAN et al. 2004).

Quando o resultado econômico do confinamento for semelhante à aplicação financeira, deve-se, mesmo assim, optar por sua utilização, uma vez que os benefícios indiretos, justificam a sua adoção nos sistemas de produção de pecuária.

As dietas compostas pelas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivadas com 10% de PCP, apresentaram, em média, 79,5% do ganho de peso proporcionado pela silagem de milho, embora, com um custo por arroba produzida 3,94% superior. A viabilidade econômica da engorda de bovinos confinados utilizando a silagem de capim deve ser mensurada no contexto do sistema de produção, uma vez que a diluição dos custos fixos, a manutenção das taxas de lotação e o aumento da produtividade, justificam sua adoção nos sistemas de produção pecuários.

Na Figura 6, encontra-se a distribuição porcentual dos valores para o custo do animal, da alimentação e outros custos. Observa-se que, na média de todos os tratamentos (dietas), a aquisição dos animais representa 79% do custo. Esses valores não consideram a remuneração sobre o capital.

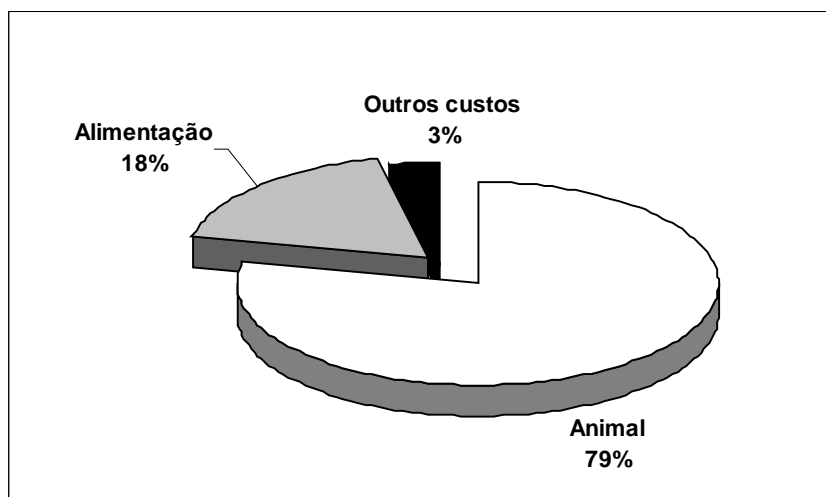


Figura 6. Distribuição percentual dos custos de produção.

O conhecimento da inter-relação entre os componentes do custo, e de como esses são afetados pelo mercado, pode determinar o resultado econômico dessa tecnologia. O preço de aquisição do animal, e, por conseguinte da arroba de entrada no confinamento é o principal fator a determinar a lucratividade dessa atividade, especialmente, quando a mesma é avaliada de forma isolada e não no contexto do sistema de produção como um todo. Como mencionado anteriormente, a inserção do confinamento nas propriedades rurais deve ser analisada como uma estratégia, que visa o aumento da taxa de lotação na propriedade, implicando em diluição dos custos relativos a depreciação de maquinários e estruturas e, conseqüentemente, melhor rentabilidade para a atividade pecuária.

CONCLUSÕES

A magnitude das variações observadas nos parâmetros microbiológicos e fermentativos das silagens dos capins Tanzânia e Marandu, decorrentes da adição ou não de polpa cítrica peletizada ao processo fermentativo, não causaram efeitos consistentes no desempenho produtivo e características de carcaça dos animais avaliados.

A recomendação de adição de polpa cítrica peletizada como aditivo no processo de ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu deve ser embasada em critérios técnicos, econômicos, ambientais e de manejo do sistema de produção da propriedade, na qual está inserida.

O confinamento aliado à análise econômica, revelaram-se fundamentais na avaliação do aditivo e de práticas de manejo a serem adotadas na ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu, uma vez que foram quantificados diversos parâmetros de desempenho, que poderiam alterar a recomendação técnica-econômica de sua utilização.

REFERÊNCIAS

ANUALPEC, 2004. Anuário da pecuária brasileira, São Paulo. FNP Consultoria e Comércio, 2003. 344 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMIST. **Official methods of analyses of the Association of Official analytical chemists**. 11 ed. Washington, 1980. 1015 p.

BENACHIO, S. Niveles de melaza en silo experimental de milho criollo (*Sorghum vulgare*). **Agronomia Tropical**, v.14, n.4, p.651-658, 1965.

BERNARDES, T.F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex. A. Rich) Stapf cv. Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2003. 108 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), UNESP, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.

BRASIL. **Ministério da Agricultura. Métodos analíticos para o controle de produtos de origem animal e seus ingredientes**. I - Métodos Microbiológicos. Brasília, 1993.

BURGUI, R. Confinamento estratégico. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.276-283.

CHARMLEY, E. Towards improved silage quality: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v.81, n.2, p.157-168, 2001.

COAN, R.M.; BISCEGLI, T.L.; CONTATO; E.D. et al. Confinamento x Semiconfinamento: Qual a melhor opção?. In: II ENCONTRO GESTÃO COMPETITIVA PARA A PECUÁRIA. Jaboticabal, 2004, cap. 10, p.177-197.

CORRÊA, L.A.; CRUZ, G.M.DA.; RODRIGUES, A. DE A. et al. Desempenho e características das carcaças de garrotes de quatro grupos genéticos confinados recebendo dietas com silagem de capim ou silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD ROOM.

FENLON, D.R., WILSON, J. the quantitative assessment of *Listeria monocytogenes* growth in a laboratory ensiling system allowing limited aerobic spoilage. **Grass and Forage Science**, v.53, p.292-295, 1998.

HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. Washington, USDA, 1946. (Technical Bulletin, 926), 26 p.

JOBIM, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A. et al. Desenvolvimento de microrganismos durante a utilização de silagens de grãos úmidos de milho e de espigas de milho sem brácteas. **Acta Scientiarum**, v.21, n. 3, p. 671-676, 1999.

JONSSON, A. Growth of *Clostridium tyrobutyricum* during fermentation and aerobic deterioration of grass silage. **Journal Science Food and Agriculture**, v.54, p.557-568, 1991.

KURTMAN, C.P.; FELL, J.W. **The Yeast: A Taxonomic study**. Amsterdam: Elsevier, 1998, 1055 p.

LOPES, M.A.; CARVALHO, F.M. Custo de produção da pecuária e análise de rentabilidade da pecuária leiteira. In: SIMPÓSIO GOIANO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 3., 2001, Goiânia. **Anais...**Goiânia: Congresso Brasileiro de Nutrição Animal, p. 243-278, 2001.

LOURES, D.R.S. **Enzimas fibrolíticas e emurchecimento no controle de perdas da ensilagem e na digestão de nutrientes em bovinos alimentados com rações contendo silagem de capim.** 2004. 146 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luis de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2004.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina.** 1ª Ed: São Paulo, 2000, 134 p.

McDONALD, P.; HERDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage.** 2. ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340 p.

MUCK, R.E.; PITT, R.E.; LEIBENSPERGER, R.Y. A model of aerobic fungal growth in silage. 1. Microbial characteristics. **Grass Forage Science**., v.46, n.3, p. 283-290, 1991.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of beef cattle.** 7ª Ed. Washington, 242 p. 1996.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P. de.; MANZANO, R.P. Volumosos suplementares na produção de bovinos de corte em pastagens. In: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.253-276.

OSTLING, C.; LINDGREN, S. Influences of enterobacteria on the fermentation and aerobic stability of grass silages. **Grass and Forage Science**, v.50, p.41-47, 1995.

PAHLOW, G.; MUCK, R.; DRIEHUIS, F. et al. Microbiology of Ensiling. In: **Silage Science and Technology**. ASA, CSSA, SSSA, 2003, cap. 2, p. 31-93.

RESENDE, F.D.; OLIVEIRA, J.V.; RAZOOK, A.G. et al. Avaliação das características de carcaça de zebu e Caracu selecionados para peso aos 378 dias de idade, submetidos a dois níveis de energia na terminação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, 2001. **Anais...**Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001, p.604-606.

ROBERTSON, J.B.; VAN SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: THE ANALYSIS OF DIETARY FIBER IN FOOD. **Proceedings...**New York, 1981, p.123-158.

RODRIGUES, L. R. de A. Espécies forrageiras para pastagens: gramíneas. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 8., 1986, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luis de Queiroz, 1986. p.375-387.

SAMPAIO, A. A. M.; BRITO, R.M.; CARVALHO, R.M. Comparação de sistemas de avaliação de dietas para bovinos no modelo de produção de produção intensiva de carne. Confinamento de tourinhos jovens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p. 157-163, 2002.

SILVA, D.J. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2 ed. Viçosa: UFV, 1998, 166 p.

SPECK, M.L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington, 1976, 701 p.

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

TOSI, H.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; RAVAZI, J.P. Presença de Clostridium em silagem de milho colhido em diferentes estágios de desenvolvimento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.17, p.1133-1136, 1982.

VAN SOEST, P.J. 1994. **Nutritional ecology of ruminant**. 2 Ed. New York: Cornell University, 1994. 476 p.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO RUMINANTES, Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu, Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998, p. 73-108.

WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 305 p.

WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.

CAPÍTULO 7 – IMPLICAÇÕES

A colheita e ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu produzidos durante o período das águas, se constituem em opção interessante de volumoso suplementar para bovinos, uma vez que promove o aproveitamento do excedente de produção, além de diluir os custos fixos da propriedade.

Os fatores inerentes aos capins tropicais, como a baixa concentração de matéria seca, de carboidratos solúveis e a elevada capacidade tampão, na fase de crescimento ativo, caracteriza-os como de baixo potencial de ensilabilidade, justificando, assim, a utilização de aditivos, como a polpa cítrica peletizada, que apresenta características de absorção de água e incorporação de carboidratos solúveis, que melhoram sobremaneira o padrão de fermentação na ensilagem, bem como os parâmetros químico bromatológicos e microbiológicos das silagens resultantes.

Os benefícios da utilização de aditivos em silagens deve ser quantificado considerando-se a melhoria do desempenho animal, a redução de impacto ambiental pela produção de efluentes e a análise econômica e, não somente o padrão de fermentação e perdas ocorridas no silo. Sabe-se que a qualidade da conservação tem efeito positivo sobre a ingestão, o que parece estar ligado a uma melhor palatabilidade da silagem.

A análise integrada dos diversos parâmetros avaliados sugere que o interesse pelas silagens dos capins Tanzânia e Marandu, aditivadas com polpa cítrica peletizada, como opções de volumoso suplementar, dependem da competência em se reduzir os custos por tonelada de matéria seca.

Embora as silagens dos capins Tanzânia e Marandu apresentem menor valor nutritivo, quando comparado à silagem de milho, as silagens de capim podem ser consideradas uma alternativa viável para alimentação de animais com baixo a médio potencial de produção, principalmente se considerarmos os custos de ensilagem e dos concentrados utilizados na complementação protéica e energética para categorias animais mais exigentes.

A evolução das máquinas forrageiras nacionais, quanto ao aumento da capacidade de corte e colheita, não culminou com a melhora na eficiência e na qualidade de corte e colheita da forragem, justificando, dessa forma, a modernização desses sistemas, visando principalmente a expansão da tecnologia de ensilagem dos capins tropicais no contexto da pecuária de corte nacional.