

**EFEITO DA COMPACTAÇÃO NA
QUALIDADE E ESTABILIDADE AERÓBICA
DA SILAGEM CAPIM-TANZÂNIA**

VALDIR BOTEGA TAVARES

2005

VALDIR BOTEGA TAVARES

**EFEITO DA COMPACTAÇÃO NA QUALIDADE E ESTABILIDADE
AERÓBICA DA SILAGEM CAPIM-TANZÂNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Mestre”.

Orientador
Prof. José Cardoso Pinto

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2005

**Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca Central da UFLA**

Tavares, Valdir Botega

Efeito da compactação na qualidade e estabilidade aeróbia da silagem
capim-tanzânia / Valdir Botega Tavares. -- Lavras : UFLA, 2005.

76 p. : il.

Orientador: José Cardoso Pinto.

Dissertação (Mestrado) – UFLA.

Bibliografia.

1. Polpa cítrica. 2. Pré-emuchecimento. 3. Efluente. 4. Gás.
I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD - 633.2
- 636.208552

VALDIR BOTEGA TAVARES

**EFEITO DA COMPACTAÇÃO NA QUALIDADE E ESTABILIDADE
AERÓBICA DA SILAGEM CAPIM-TANZÂNIA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Forragicultura e Pastagem, para a obtenção do título de “Mestre”.

APROVADA em 17 de fevereiro de 2005

Prof. Antônio Ricardo Evangelista - DZO/UFLA

Prof. Augusto Ramalho de Moraes - DEX/UFLA

Prof. Henrique César Pereira Figueiredo - DMV/UFLA

**José Cardoso Pinto - UFLA
(Orientador)**

**LAVRAS
MINAS GERAIS -BRASIL**

Aos meus pais, Antonio Pedroso Tavares e Acione Botega Tavares, pelo amor, carinho, exemplo de vida e dedicação.

DEDICO

À minha namorada Ariana pelo apoio, compreensão e carinho

Às minhas irmãs Deisymar e Taciana pela amizade, ajuda e incentivo durante toda a minha vida

À minha sobrinha e afilhada Gabriela pela alegria

Aos meus cunhados Luiz e Cristiano

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À DEUS, por me iluminar em todos os momentos da minha vida;

À minha família pelo incentivo oportunidade de aprendizado;

À Universidade Federal de Lavras pela formação profissional;

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pelo apoio aos trabalhos;

Ao professor José Cardoso Pinto pela orientação, amizade e ensinamentos, os quais me serão úteis ao longo da vida;

Aos professores Antônio Ricardo Evangelista, Augusto Ramalho de Moraes e Henrique César Pereira Figueiredo pelas valiosas sugestões, atenção e amizade;

Aos alunos de graduação e amigos Michele, Cláudia, Fábio e Ronaldo pela importante ajuda na condução de todo o experimento;

Aos funcionários do Laboratório de Pesquisa Animal, Márcio, Suelba, José Virgílio e Eliana, pela grande ajuda na realização das análises laboratoriais;

Aos secretários da Pós-graduação Keila, Carlos e Pedro

Aos funcionários do Departamento de Zootecnia que de alguma forma ajudaram na condução do experimento

Aos meus amigos e colegas, Arnaldo, Dawson, Eduardo, Gustavo, Flávio Leonardo, Pedro, Roberta, Tiago e Valério, pela grande contribuição na realização deste trabalho e convivência;

Aos Colegas de Pós graduação Joadil, Rosana e Sidney;

À todos os colegas do NEFOR pela convivência e aprendizado;

À todos os amigos que sempre me apoiaram;

A toda a minha família e à família da minha namorada, em especial à Antonio Ari, Ana , Antonio Augusto, Ari e avós.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de mestrado;

E a todos aqueles de direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho;

OBRIGADO

SUMÁRIO

LISTA DE SIGLAS	i
RESUMO	ii
ABSTRACT.....	iii
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REFERENCIAL TEÓRICO	3
2.1 Capim Tanzânia	3
2.2 Polpa de citros.....	5
2.3 Pré-Murchamento	7
2.4 Estabilidade aeróbia.....	11
2.5 Perdas por efluentes	13
2.6 Perdas por gás	14
2.7 Compactação.....	15
3 MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 Localização do experimento	17
3.2 Histórico, solo e clima da região.....	17
3.3 Preparo das silagens e formação dos tratamentos.....	18
3.4 Determinação das perdas por gases e efluente.....	19
3.5 Análises químicas	21
3.6 Avaliação da estabilidade aeróbia.....	22
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
4.1 Produção de MS e composição química dos três tipos de silagem e polpa cítrica.....	23
4.2 Teores de MS e de PB das silagens de capim-tanzânia	25
4.3 Teores de FDN, FDA e hemicelulose na MS das silagens de capim-tanzânia.....	29
4.4 Valores de DIVMS e teores de lignina na MS das silagens de capim-tanzânia.....	32
4.5 Teores de N-FDN e N-FDA como porcentagem do N total das silagens de capim-tanzânia.....	33
4.6 Teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH ₃ (% N total)], pH e poder tampão das silagens de capim-tanzânia..	34

4.7 Produções de efluente (L/t de silagem) e de gás (em % da MS) das silagens de capim-tanzânia.....	40
4.8 Estabilidade Aeróbia.....	45
5 CONCLUSÕES.....	58
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	59
ANEXOS.....	70

LISTA DE SIGLAS

DIVMS: Digestibilidade in vitro da matéria seca

CHOsol: Carboidratos solúveis.

FDA: Fibra em detergente ácido.

FDN: Fibra em detergente neutro

GL: Graus de liberdade.

HEM: Hemicelulose.

MS: Matéria seca.

N-FDA: Nitrogênio ligado à fibra em detergente ácido.

N-FDN: Nitrogênio ligado à fibra em detergente neutro.

N-NH₃(%Ntotal): Teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total.

LIG: lignina

PB: Proteína bruta

PT: Poder tampão

QM: Quadrado médio

RESUMO

TAVARES, Valdir Botega. **Efeito da compactação na qualidade e estabilidade aeróbia da silagem de capim-tanzânia**. 2005, 76 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras - MG.¹

A presença de oxigênio, pela entrada de ar durante o período de estocagem ou na abertura do silo, favorece o crescimento de microrganismos aeróbicos. A maior penetração de ar na silagem ocorre quando compactações imperfeitas da massa ensilada são aplicadas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes graus de compactação na qualidade e na estabilidade aeróbia da silagem de capim-tanzânia submetida a diferentes processos de confecção. O experimento foi conduzido nas dependências do Departamento de Zootecnia da UFLA, utilizando o capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia I) colhido com 60-65 dias de crescimento. A forragem foi ensilada em silos experimentais de PVC, adaptados com válvula tipo Bunsen, com capacidade para aproximadamente 4 e 8 kg cada. Os tratamentos constituíram-se de três tipos de silagens (testemunha, com 5% de polpa cítrica e pré-emurhecida), com cinco graus de compactação (400, 500, 600, 700 e 900 kg/m³). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 2 repetições, em esquema de parcelas subdivididas, sendo os fatores das parcelas as silagens e das subparcelas, as densidades. O aumento da densidade resultou em decréscimo nos valores de pH e teores de N-amoniaco e as maiores densidades apresentaram valores de pH dentro da faixa ideal. A presença da polpa cítrica e a prática do pré-emurhecimento reduziram as perdas por efluente e gás em relação à testemunha. À medida que aumentou a densidade houve acréscimo na quantidade de efluente e decréscimo nas perdas por gás, nas silagens com polpa cítrica e testemunha. As silagens com densidades 400 e 500 kg/m³ que receberam polpa cítrica foram menos estáveis que as demais, acompanhadas pelas silagens testemunha e pré-emurhecida nas mesmas densidades. A presença do aditivo polpa cítrica, nas densidades 400 e 500 kg/m³, resultou em aumento da temperatura em relação às outras silagens na estabilidade aeróbia.

¹ Comitê orientador: José Cardoso Pinto (Orientador); Henrique César Pereira Figueiredo Augusto Ramalho de Moraes.

ABSTRACT

TAVARES, Valdir Botega .**Effect of compaction on the quality and aerobic stability of Tanzania grass silage.** 2005, 76 p. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Lavras, Lavras, Minas Gerais, Brazil.¹

The presence of oxygen, by the entrance of air during the storage process or at the opening of the silo, favors the growth of aerobic microorganisms. The greatest penetration of air in silage takes place when imperfect compactations of the ensiled mass are applied. The objective of this work was to evaluate and the effect of different degrees of compaction on the quality and aerobic stability of Tanzania grass silage submitted to different making processes. The experiment was conducted in the dependencies of the Animal Science Department of the UFLA, by utilizing Tanzania grass (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia I) harvested at 60-65 days. The forage was ensiled in experimental PVC silos fitted with Bunsen type valves, with the capacity for about 4 and 8 kg each. The treatments consisted of three sorts of silages (control, with 5% citric pulp and pre-wilted), with five degrees of compaction (400, 500, 600, 700 and 900 kg/m³). The experimental design utilized was that of randomized blocks with two replicates in split plot scheme, the factors of the plot being the silages and of the subplots the densities. The increase of the density resulted into decreases in pH values and contents of amoniacal-N; the greatest densities presented pH values within the ideal range. The presence of citric pulp and the pre-wilting practice reduce the losses by effluent and gas relative to the control. As the density was increased, there was an increase in the amount of effluent and decrease in the losses by gas in the citric pulp silages and control. The silages with densities 400 and 500 kg/m³ to which were added citric pulp were less stable than the others, accompanied by the control and pre-wilted silages at the same densities. The presence of the additive citric pulp at the densities 400 e 500 kg/m³, resulted into a increase of temperature relative to the other silages in the aerobic stability.

¹ Guidance committee: José Cardoso Pinto (Adviser); Henrique César Pereira Figueiredo Augusto Ramalho de Moraes.

1 INTRODUÇÃO

A utilização de silagem de gramíneas forrageiras perenes tropicais é uma prática cada vez mais comum na alimentação de ruminantes, como forma de amenizar o efeito da produção concentrada de forragem nos meses em que existe disponibilidade de temperatura e umidade (primavera e verão), caracterizando o fenômeno da estacionalidade de produção das forrageiras, chegando a produzir cerca de 80% da produção total anual nessa época.

Com o crescimento da pecuária brasileira surgem sistemas de produção cada vez mais eficientes. Destaca-se o uso cada vez maior de gramíneas da espécie *Panicum maximum* Jacq. na exploração intensiva de pastagens, por meio de pastejo rotacionado. Uma das maiores dificuldades é o ajuste da taxa de lotação nas pastagens devido a sazonalidade de produção de forragem ao longo do ano.

Nos processos de conservação de forragens ocorrem perdas de nutrientes de diversas magnitudes. A qualidade da silagem obtida está diretamente relacionada ao material que lhe deu origem e às condições que o mesmo foi ensilado. Estudos comprovam a qualidade da silagem em função do teor de MS, carboidratos solúveis, alta relação entre carboidratos e poder tampão e cuidados gerais na confecção da silagem.

A preservação dos nutrientes na ensilagem decorre da sua fermentação pelos lactobacilos e outras bactérias produtoras de ácido lático. Para a obtenção de bons resultados decorrentes da atuação desses microrganismos são necessárias três condições: 1) presença de material fermentescível para crescimento bacteriano; 2) ausência de O₂ no material para favorecer o crescimento de lactobacilos anaeróbicos; e 3) baixa umidade para evitar as

fermentações indesejáveis, favorecendo uma fermentação butírica (Bughargi et al., 1980 e McDonald 1991).

A presença de O₂, pela entrada de ar durante o período de estocagem ou na abertura do silo, favorece o crescimento de microrganismos aeróbicos. Esses microrganismos utilizam vários substratos derivados diretamente da forragem ou indiretamente, da fermentação. O resultado dessa atividade é a perda de nutrientes e, conseqüentemente, a redução no valor nutritivo da silagem. A maior penetração de ar na silagem ocorre quando compactações imperfeitas da massa ensilada são aplicadas.

Nesse sentido, a remoção de grande parte do ar na forragem ensilada através do aumento do grau de compactação, pode proporcionar condições ideais para o crescimento de bactérias lácticas e maior durabilidade da silagem após a abertura do silo, na fase de estabilidade aeróbia.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes graus de compactação na qualidade e na estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq cv. Tanzânia I) submetidas a diferentes processos de confecção.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Capim Tanzânia

A espécie *Panicum maximum* Jacq. tem seu centro de origem na África Tropical, sendo encontradas formas nativas até na África do Sul, de clima praticamente subtropical, apresentando-se como uma espécie pioneira, ocupando o solo recém-desmatado e pastagens sob sombras de árvores; porém, é na região leste africana que se encontra a maior diversidade da espécie. Esta espécie foi introduzida no Brasil a cerca de dois séculos, através do capim-colonião, que constitui uma das principais gramíneas cultivadas em solos de alta fertilidade e pastejados comumente por gado de corte (Aronovich, 1995; Jank, 1995).

Com a diversificação e necessidade de melhorar as características da espécie, surgiram, além do colonião, outros cultivares de *P. maximum*, alguns de uso mais antigo, como Green Panic, Sempre Verde, Makueni, Touceira e Guiné, e outros mais recentes, como o Tobiata, Vencedor, Centenário, Tanzânia, Mombaça e Massai, entre outros, que apresentam alto potencial produtivo, ocupando grande parte das áreas de pastagens, principalmente do norte de Minas Gerais, sul da Bahia, norte do Paraná, oeste de São Paulo e sudoeste de Goiás (Tosi, 1999; Barros, 2000).

Segundo Silva (1995), em regiões com temperaturas médias anuais de 10 - 20°C e de inverno entre 5 e 15°C, o fator temperatura exerce papel tão importante quanto a umidade na ocorrência e distribuição das plantas do gênero *Panicum*. As maiores concentrações desse gênero ocorrem em regiões com precipitações próximas de 1.300 mm anuais. O levantamento dessas informações influencia na escolha da espécie forrageira apropriada para um determinado local e contribui, ainda, para a interpretação dos resultados obtidos nos estudos de campo.

O capim-tanzânia (acesso BRA-007218) foi coletado pelo ORSTOM (Institut Français de Recherche Scientifique pour le Développement en Coopération) em Korogwe, na República de Tanzânia, África, sendo lançado no Brasil em 1990, como fruto de longo trabalho de seleção coordenado pela EMBRAPA (Jank et al., 1994; Jank, 1995). Devido a sua elevada produção de forragem, boa aceitabilidade, composição química, digestibilidade satisfatórias e uma vigorosa rebrota após o corte e/ou pastejo (Costa e Oliveira, 1994; Oliveira 1996), essa gramínea foi levada para vários outros países.

O capim-tanzânia é uma planta cespitosa com altura média de 1,3 m e folhas decumbentes com largura média de 2,6 cm. As lâminas e bainhas são glabras, sem serosidade. Os colmos são levemente arroxeados. As inflorescências são do tipo panícula, com ramificações primárias longas apenas na base. As espiguetas são arroxeadas, glabras e uniformemente distribuídas. O verticilo é glabro (Savidan et al., 1990)

O potencial de produção dessa gramínea pode ser verificado através dos resultados obtidos durante a avaliação de cultivares de *Panicum maximum* pela EMBRAPA/CNPQC; o capim-tanzânia produziu 133 t/ha/ano de massa verde (MV), sendo 26 t/ha/ano de MS foliar, com teores médios de 12,7 e 9,1% de proteína bruta (PB) nas folhas e colmos, respectivamente (Jank et al., 1994; Jank, 1995). Segundo Tosi (1999), a cultivar Tanzânia I de *P. maximum* apresenta elevada produção de MS (23,6 e 5,9 t/ha), teores médios de PB (11,62 e 8,63%), digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) (76,07 e 65,5%) e fibra em detergente neutro (FDN) (68,97 e 69,40%) no verão e inverno, respectivamente. Apresenta, ainda, boa capacidade de perfilhamento, indicando ser uma planta promissora para a exploração intensiva, possibilitando taxas de lotação médias de 6,6 e 2,7 UA/ha, no verão e inverno, respectivamente, mostrando-se também altamente produtiva no sistema de pastejo rotacionado.

Estudos de Barbosa et al. (1997) com o capim-tanzânia determinaram a seguinte composição química: 12,3 e 6,2% de PB; 72,9 e 80% de FDN; 38,2 e 42,6% de FDA; 23,5 e 20,7% de N na FDN e 4,5 e 7,1% de N na FDA, nas folhas e caules, respectivamente. Euclides (1995) obteve os seguintes resultados em um estudo com o capim-tanzânia: produção anual de aproximadamente 33 t/ha, com 79,8% de folhas, teor médio de PB de 7,4%, 56,7% de DIVMS e teores de P, K, Ca, Mg e S de 1,44; 14,10; 2,63; 2,38 e 1,22 g/kg, respectivamente.

As espécies e cultivares dos gêneros *Panicum* se destacam pela ampla distribuição nacional e bom potencial produtivo, distribuído sazonalmente (Balsalobre et al., 2001). Segundo Santos (1997), os capins Tanzânia e Mombaça são os cultivares de *Panicum maximum* mais utilizados para a produção de silagens, chegando a atingir taxas de acúmulo de MS da ordem de 150 a 200 kg/ha/dia. Coan (2001) observou um aumento significativo na produção de MS dos capins Tanzânia e Mombaça com o avanço da idade, sendo de 5.680 e 12.019 kg/ha as produções encontradas para o capim-tanzânia colhido aos 45 e 60 dias, respectivamente, e de 5.187 e 9.914 kg/ha as produções encontradas para o capim-mombaça, também colhido aos 45 e 60 dias de crescimento, respectivamente.

2.2 Polpa de citros

A indústria do suco de laranja produz como subproduto o bagaço de laranja, cuja proporção em relação ao peso da fruta varia de 10 a 12%. Uma tonelada (t) de suco concentrado, obtida da moagem de 12 t (194 caixas) de laranja envolve a produção de 1,2 t de péletes, resíduo industrial composto de casca, polpa e sementes (Carvalho, 1992). Esse material possui

aproximadamente 88% de MS, 7 % de PB, 22% de FDN, 26% de açúcares, 1% de amido e 33% de fibra solúvel em detergente neutro (Hall, 2001).

A polpa cítrica peletizada tem sido incluída em muitos estudos de silagem de gramínea, pois, além de ser fonte de nutrientes, fornece carboidratos solúveis que melhoram a qualidade da fermentação no silo e apresenta elevada capacidade absorvente. Segundo Vilela (1998), a polpa cítrica chega a elevar seu peso em 145% quando adicionada a forragens úmidas, preservando os nutrientes que, em caso contrário, seriam perdidos pelo efluente ou pela fermentação descontrolada durante o armazenamento. Os níveis desse aditivo normalmente recomendados estão na faixa de 5 a 20% em relação à forragem verde

Além de possuir alto teor de carboidratos solúveis, a polpa cítrica apresenta em sua composição um carboidrato complexo, a pectina, de grande valia na alimentação de ruminantes. A pectina é um polissacarídeo rico em ácido galacturônico que ocorre na lamela média e outras camadas da parede celular. Do ponto de vista nutricional, as “pectinas” de interesse são as substâncias pécticas, constituídas por uma espinha dorsal de ácido urônico e também cadeias laterais de açúcares, predominantemente de arabinose e arabinose + galactose (Van Soest, 1994). Existe pouca informação sobre o papel da pectina no processo de fermentação da silagem. Bem-Ghedalia et al. (1991), estudando a adição de pedúnculos de algodão na silagem de alfafa, observaram uma recuperação de aproximadamente 90% da pectina, concluindo que esse polissacarídeo não é fermentado por bactérias ácido-láticas, sendo então preservado para a fermentação direta pelos microrganismos do rúmen.

A adição de polpa de citrus à silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) com 72 dias de crescimento, além de proporcionar melhorias no processo fermentativo, em face dos baixos valores de pH, nitrogênio amoniacal e ácido butírico, também foi benéfica ao aproveitamento da silagem

pelos animais (Peres 1997). O autor obteve valores crescentes de digestibilidade da MS e de nutrientes digestíveis totais (NDT) com o aumento dos níveis de polpa cítrica. Da mesma forma, Lima et al. (2000), registraram melhorias nas características fermentativas e no valor nutritivo das silagens de Coastcross colhido com cinco semanas de rebrota, adicionadas de polpa cítrica.

Aguiar et al. (2000), em um estudo com silos experimentais, verificaram efeito positivo da adição de polpa cítrica peletizada, nos níveis de 5 e 10%, na redução da produção de efluentes do capim-tanzânia, ensilado com três tamanhos de partículas. Verificou-se também que tamanhos menores de partículas apresentaram maior necessidade da adição de polpa cítrica para minimizar as perdas por efluentes. Evangelista et al. (1996) constataram efeito positivo de até 30% de adição de polpa cítrica seca na qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv. Napier).

2.3 Pré-Murchamento

A remoção parcial de água da planta, através do seu emurchecimento, também denominado pré-secagem, tem como finalidade restringir a extensão da fermentação durante o processo de conservação da forragem através da ensilagem e reduzir a incidência de fermentações secundárias indesejáveis.

Quando a forragem é cortada e espalhada no campo para secar, a perda de umidade é intensa nas plantas ainda vivas. Uma vez que o caule e as folhas são separados das raízes, a umidade perdida não é repostada e, então, começa o murchamento. Imediatamente após o corte, a abertura dos estômatos pode aumentar, porém decresce rapidamente com a secagem (McDonald, 1981).

As plantas forrageiras, quando cortadas, apresentam teor de umidade entre 75 a 95%, que reduz rapidamente para 65%. Nessa etapa a secagem é

rápida e envolve intensa perda de água. Os estômatos permanecem abertos e o déficit da pressão de vapor entre a forragem e o ar é alto. A perda de água pode chegar a 1 g/g de MS/hora (Sullivan, 1973, citado por Narciso Sobrinho 1998). O tempo de secagem do material a campo é totalmente dependente das condições climáticas locais, principalmente da intensidade da radiação solar, velocidade do vento, umidade relativa do ar e temperatura (Monteiro, 1999). É importante que a ceifa não seja efetuada muito rente ao solo, por causa do risco de contaminação por terra e impurezas no material a ser ensilado, alterando seu padrão fermentativo.

Ferrari Junior et al. (1993), citados por Narciso Sobrinho (1998) observaram maior taxa de secagem na fase inicial (2 horas), ao avaliar a velocidade de perda de água do capim-coastcross em estufa. Durante o processo de secagem, quando a forragem é para a produção de feno, a progressiva perda de água e o sombreamento promovem o fechamento dos estômatos, resultando em aumento na resistência à desidratação.

Após o fechamento dos estômatos, 70 a 80% da água deverão ser perdidos através da cutícula, cuja função é prevenir a perda de compostos da planta por lixiviação, bem como proteger contra a abrasão e os efeitos da geada e da radiação (Moser, 1995).

Em uma segunda fase de desidratação, o metabolismo da planta continua e pode se prolongar quando a forragem é densa, a umidade relativa é alta ou se é pequena a circulação de ar dentro da leira (Moser, 1995).

A resistência cuticular e a camada limítrofe do tecido vegetal com o ambiente tornam-se as principais barreiras à perda de água. Procedimentos que envolvam a remoção ou modificação da cutícula podem reduzir a sua eficiência como barreira à perda de água, acelerando a taxa de desidratação da planta (Mcdonald, 1981).

Uma terceira etapa se inicia quando a umidade da planta atinge cerca de 45%, sendo essa etapa mais sensível às condições climáticas do que as anteriores, principalmente à umidade relativa do ar (Moser, 1995). É nessa etapa, ou próximo a ela, que a forragem é recolhida e ensilada, daí a sensível redução nos riscos de perda de forragem pré-murchada, conservada ensilada, em relação ao feno.

McDonald et al. (1991) destacaram que há desvantagens em ensilar forragem com alto teor de umidade. Inicialmente o pH crítico, abaixo do qual o crescimento de *Clostridium* sp é inibido, varia diretamente com o teor de MS da forragem a ser ensilada e, a menos que o conteúdo de CHO's seja excepcionalmente alto, a ensilagem de forragem com alto conteúdo de umidade promoverá fermentações indesejáveis. Mesmo que o conteúdo de CHO's seja adequado para assegurar uma boa fermentação láctica, silagens excessivamente úmidas podem ser nutricionalmente indesejáveis porque o consumo voluntário de MS é baixo. Ainda segundo McDonald et al (1991), como as silagens produzidas a partir de forragem com alto teor de MS apresentam relativamente maiores conteúdos de N protéico e CHO's (carboidratos solúveis), assume-se que estes se apresentam como substrato mais adequado para a síntese de proteína microbiana ruminal. Muitas variações na resposta ao pré-emurchecimento, observadas em diferentes experimentos, estão provavelmente relacionadas às condições climáticas reinantes durante a secagem (Burstedt & Murphy, 1999).

Efeitos positivos do pré-emurchecimento sobre a ensilagem de gramíneas temperadas foram registradas por Wyss (1999). O autor obteve aumento do teor de matéria seca da forragem, o que reduziu a intensidade de fermentação, ou seja, os teores de nitrogênio amoniacal e de ácidos orgânicos diminuíram com o aumento da MS, enquanto o teor de açúcares residuais e o pH foram elevados e a estabilidade aeróbia das silagens também diminuiu com o aumento do teor de MS.

Segundo Umaña et al. (1998), o pré-emurchecimento reduziu a taxa de declínio do pH e produziu silagens com maiores concentrações de ácido láctico, menores conteúdos de ácido acético e nitrogênio amoniacal e maiores coeficiente de DIVMS e FDA. Entretanto, essas silagens foram menos estáveis sob condições aeróbicas, devido às maiores temperaturas das silagens e maiores contagens de leveduras e mofos. Já Evangelista et al. (2000), avaliando os efeitos do pré-emurchecimento sobre a silagem de capim-estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst), observaram elevação do pH e dos teores de cinza, cálcio e fósforo e redução dos teores de FDN com o aumento do concentração de MS da forragem. As concentrações de PB, FDA e EB (Energia Bruta) não foram alteradas pelo pré-emurchecimento.

O efeito do pré-murchamento sobre a digestibilidade da MS das silagens tem proporcionado resultados muito variáveis. Assim, Silveira (1976), relata redução significativa na DIVMS das silagens de capim elefante 'Napier' resultado do pré-murchamento por 6 horas (49,2%), em relação à forragem natural (55%). No entanto, o autor não encontrou diferenças significativas na comparação com a digestibilidade da silagem de capim elefante realizada sem o pré-murchamento (48,9%). Por outro lado, Lavezzo (1981) obteve melhoria no coeficiente de DIVMS da silagem de capim-elefante através de pré-murchamento por 6 horas. Resultados semelhantes foram encontrados por Ferreira et al. (1974).

Os teores de PB e FB foram, respectivamente, acrescidos e decrescidos em relação à testemunha com o pré-murchamento por 6 horas (Silveira, 1976). Lavezzo (1981) observou que, dentre os tratamentos utilizados, o pré-murchamento por 8 horas foi um dos que proporcionou o menor teor de FB nas silagens resultantes. Ambos os autores concluíram que a redução nos constituintes fibrosos poderia ser atribuída à melhor ou mais rápida conservação

das silagens tratadas, diminuindo a degradação de compostos orgânicos, notadamente carboidratos solúveis, ácidos orgânicos e proteínas.

2.4 Estabilidade aeróbia

Um pré-requisito fundamental para que o processo de ensilagem ocorra com sucesso é a exclusão total do ar dentro do silo, diminuindo ao máximo a ação dos microrganismos aeróbios. A tendência em se fazer silagens de forragens pré-secadas ou a ensilagem de forrageiras ricas em carboidratos solúveis, com alto teor de umidade, tais como milho ou cereais, da planta inteira, empregando-se preservativos como o formaldeído, juntamente com melhoramentos na colheita, tipos de silo e manejo, levaram a uma alta incidência de silagens bem preservadas nas propriedades. No entanto, o problema de aquecimento e deterioração tende a ser maior em silagens bem preservadas. A importância dos microrganismos aeróbios na deterioração das silagens vem ganhando cada vez mais a atenção nos estudos recentes (Woolford, 1984).

O oxigênio (O₂) pode penetrar na silagem durante o armazenamento ou no momento em que o silo é aberto para fornecimento aos animais, o que proporciona o crescimento de microrganismos aeróbios facultativos que sobreviveram inativos na ausência do oxigênio. Esses microrganismos utilizam vários substratos derivados diretamente da forragem ou, indiretamente, da fermentação. Essa fase está associada com perdas de nutrientes e é definida como deterioração aeróbia, na qual, tipicamente, um ou dois picos de temperatura são encontrados por causa da atividade de leveduras e mofos (Nishino et al., 2002).

O principal problema da deterioração aeróbia da silagem é que ela resulta na mineralização completa dos nutrientes facilmente oxidáveis à dióxido

de carbono (CO₂) e água (H₂O) pela ação microbiana em presença de oxigênio atmosférico (O₂). Quimicamente, esse processo pode ser expresso em termos da equação da respiração por hexoses (C₆H₁₂O₆ + 6O₂ → 6CO₂ + 6H₂O + energia) (Guim, 1997).

Balsalobre et al. (2001) mencionam que a estabilidade aeróbia pode ser mensurada como o tempo observado para que a massa de silagem, após a abertura do silo, apresente elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente. Keady & O’Kily (1996) sugerem outra metodologia, na qual recomendam a diferença acumulada entre a temperatura da silagem e a temperatura ambiente por cinco dias após a abertura, enquanto Ruppel et al. (1995) mencionam que a estabilidade aeróbia pode ser caracterizada como uma taxa de elevação de temperatura, tomando a máxima temperatura observada (°C) dividida pelo tempo necessário (h) para alcançar a máxima temperatura.

Muck e Kung Jr. (1997) discutem sobre a estabilidade aeróbia das silagens aditivadas com inoculantes bacterianos, destacando que a estabilidade é afetada pelo pH e pelo ácido predominante produzido durante a fermentação da silagem. O pH mais baixo produzido por um inoculante deveria prolongar a vida útil da silagem; no entanto, a maior concentração de ácido láctico, predominante em silagens decorrentes de fermentação desejável, parece ser menos inibitório que o ácido acético às leveduras e fungos filamentosos, causadores do aquecimento e perdas. Kung (2000) explica que a maior concentração de ácido láctico na silagem inoculada é o motivo da menor estabilidade aeróbia porque os microrganismos utilizam esse substrato após a abertura do silo. O autor sugere utilizar inoculantes contendo bactérias heterofermentativas com a possibilidade de melhorar a estabilidade aeróbia de silagens, elevando o teor de ácido acético.

Em um estudo de Veiga et al (2000) com silagem de capim-tanzânia foi observada uma menor estabilidade para silagens aditivadas com 10% de polpa

cítrica, o que sugere que houve um maior concentração de carboidratos solúveis. Bernardes (2003), estudando silagem de capim-braquiaraõ cv marandu adicionada com polpa cítrica, verificou que a presença do aditivo nas silagens resultou em crescimento de fungos, principalmente de leveduras, e promoveu menor estabilidade aeróbia pelo aumento da temperatura da silagem.

Ranjit & Kung Jr (2000) estudaram a deterioração aeróbia em silagem de milho e observaram perdas de 5,3% da MS e 60% dos carboidratos solúveis (3,4 vs 1,4% na Ms) existentes no dia da abertura do silo, até o terceiro dia de exposição ao ar. No mesmo período, o pH aumentou de 3,9 para 5,0 e os teores de ácido láctico e acético foram reduzidos de 7,52 para 1,35% e de 1,88 para 0,08% na MS, respectivamente.

A estabilidade das silagens varia em função de diversos fatores, tendo sido relatado efeito significativo dos teores de MS, dos ácidos acético e butírico e da contagem de leveduras (McDonald et al., 1991).

2.5 Perdas por efluentes

Segundo Woolford (1984), a perda de MS da silagem pelo efluente envolve valores entre 5 e 10%, sendo que o maior volume de efluente ocorre no período inicial da ensilagem. Estudos conduzidos por Jones & Jones (1995) e Haigh (1996) com forrageiras ensiladas com alta umidade determinaram que as perdas de MS por efluente podem exceder 10%, sendo que em teores de MS em torno de 30% a produção de efluente pode ser pouco significativa. O efluente das silagens contém grande quantidade de compostos orgânicos como açúcares, ácidos orgânicos, proteínas e outros componentes, constituindo uma forma importante de perda de valor nutritivo durante o processo de conservação (McDonald et al., 1991).

Segundo Loures (2000), forragens cortadas nos estádios iniciais de crescimento ou durante tempos chuvosos podem produzir grande quantidade de efluente quando diretamente ensiladas. Nos primeiros dias de ensilagem ocorre o escoamento de efluente, com uma taxa de pico de fluxo por volta de 15L/t/ dia de uma forragem com aproximadamente 18% de MS. O valor total produzido varia entre 50 a 300 L/t de forragem. A pré-secagem da forragem reduz a produção do efluente ou até mesmo elimina quando as condições do tempo são favoráveis o único.

Avaliando as perdas ocorridas através do efluente na ensilagem de capim-elefante, Bernardino et al. (2003) observaram perdas significativas de MS e de N total de até 8,92% e alguns minerais com o potássio chegando a 12% de perdas deste mineral.

2.6 Perdas por gás

As perdas por gases estão associadas ao perfil e ao tipo de fermentação ocorrido na silagem (McDonald et al., 1991 e Balsalobre et al., 2001). As menores perdas são ocasionadas pelas bactérias homofermentativas utilizando glicose como substrato para a síntese de lactato .

Em estudos de Aguiar et al. (2000), com capim-tanzânia com 60 dias de rebrota (20% de MS) e associação de três níveis de polpa cítrica (0, 5 e 10% na base de matéria original da gramínea), sob três tamanhos de partículas, foram quantificadas as perdas por efluente e por gases. A adição de polpa cítrica reduziu as perdas por efluente, assim como as perdas totais. A redução no tamanho da partícula da forragem exclusiva não foi efetiva na redução de perdas totais porque, apesar de reduzir a perdas por gases, estimulou a produção de efluente. Entretanto, na presença de polpa cítrica, a redução do tamanho de partículas da forragem foi positiva na redução das perdas por gases e totais.

Segundo Pedroso (2003), a ensilagem da cana-de-açúcar foi caracterizada pela intensa fermentação alcoólica, o que resultou em perdas excessivas de MS e CHO's, principalmente na forma de gases, causando a concentração dos componentes da parede celular e perda de 25% na DIVMS da forragem.

2.7 Compactação

A compactação, normalmente realizado por compressão mecânica, é necessária para a expulsão do ar e para o estabelecimento de condições de anaerobiose no interior do silo. Logo, a compactação é um co-fator importante e, juntamente com o ar, estabelece uma relação inversa. Estudando a relação entre troca gasosa e compactação na fermentação de silagem de milho, Weise et al. (1981), citados por Mcdonald et al. (1991), determinaram benefícios apenas para as camadas da superfície; porém, com compactação crescente, a elevação das trocas gasosas assume maior importância como um todo na conservação da silagem. Semelhantemente, Mcdonald et al. (1991) observaram que a compactação reduziu perdas de superfície, todavia não teve nenhuma influência sobre a fermentação nas camadas inferiores da silagem em silos de grande porte. Uma compactação efetiva e bem conduzida proporcionou aumento do ácido láctico em estudos conduzidos por Sheares e Cordukes (1990) citados por Mcdonald et al. (1991)

A quantidade de ar que penetra na silagem durante o período de fermentação exerce influência na composição final do produto e na perda de nutrientes. Silos mal vedados e compactados sofreram perdas de MS e aumento da temperatura da silagem. Estudos feitos por Mcdonald et al (1991) em silos experimentais com dois graus de compactação revelaram que houve diferença nos teores de nitrogênio amoniacal e lignina, na digestibilidade da MS, na

produção de ácidos orgânicos e nos valores de pH, obtendo uma melhor fermentação da silagem com maior grau de compactação.

Além do teor de umidade do material ensilado, a sua compactação influencia de forma direta a quantidade de efluente produzida. Outros fatores também contribuem de forma indireta na produção de efluente como, por exemplo, a profundidade e a seção do silo. Loures (2000) verificou diferença entre os valores de pH, nitrogênio amoniacal, FDN, P e Mg aplicando pressões de compactação de 350, 450, 550, 650 e 750 kg/m³ em silagem de capim-elefante colhido com 13 e 23% de MS.

Greenhill (1964b) observou que a pressão de compactação tinha pouco efeito sobre a consolidação da massa da silagem e, conseqüentemente, sobre a produção de efluente em silos de pequeno porte. Peters e Weissbach (1977), citados por Jones e Jones (1995), constataram, em uma série de experimentos com prensa hidráulica, que a produção de efluente aumentava com a pressão aplicada. A partir dos dados obtidos e calculados os valores de pressões verticais, os autores estimaram a produção de efluente que poderia ser esperada de silos de diferentes alturas. Woolford (1984) concluiu que havia pouca evidência do efeito direto da pressão na produção de efluente em silos de maior porte.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do experimento

O experimento foi conduzido no período de agosto de 2003 a julho de 2004, em área experimental do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), situada a 21° 14' 30" de latitude sul e 45° 00' 10" de longitude oeste, com altitude média local de 918 m (Brasil, 1992).

3.2 Histórico, solo e clima da região

A pastagem de capim-tanzânia foi implantada em outubro de 1997. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distroférico típico LVdt (EMBRAPA, 1999), argiloso, levemente ondulado.

A região de Lavras-MG apresenta o clima do tipo Cwb, subtropical por altitude, segundo a classificação de Köppen. A temperatura média anual é de 19,4°C, com 22,1°C, nos meses mais quentes e 15,8°C nos mais frios (Vilela & Ramalho, 1979).

A área de capim-tanzânia foi amostrada em agosto de 2003, coletando-se amostras de terra para a análise química do solo. A correção da acidez foi efetuada em outubro de 2003, utilizando-se um calcário reativo para elevar a saturação por bases para 60%. Em novembro de 2003 foram efetuados dois cortes de uniformização, com roçadeira costal a uma altura de aproximadamente 20 cm do nível do solo. Estes cortes foram defasados de 10 dias para controle e acomodações dos tratamentos e para a avaliação da estabilidade aeróbia, seguidos da adubação de correção, aplicando-se 350 kg/ha de N, 120 kg/ha de P₂O₅ e 200 kg/ha de K₂O, conforme recomendações da Comissão de Fertilidade

do Solo do Estado de Minas Gerais (CFSEMG,1999). Essa adubação foi mais pesada para que houvesse a recuperação da área, que se encontrava com baixa produtividade de MS. Em janeiro de 2004, 60-65 dias após o corte de uniformização, a forragem foi colhida com roçadeira costal e, em seguida, picada em picadeira estacionária, proporcionando partículas de 5 a 6 mm para confecção da silagem.

Avaliação das silagens foi conduzido obedecendo a um delineamento blocos casualizado, com 2 repetições, e os tratamentos dispostos em esquema fatorial do tipo 3 x 5, sendo 3 silagens (testemunha, polpa cítrica 5% e pré-emurhecida,) e cinco graus de compactação (400, 500, 600, 700 e 900 kg/m³).

Para a avaliação da estabilidade aeróbia das silagens O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com 2 repetições. Os tratamentos foram dispostos no esquema de parcela subdividida no tempo. Os tratamentos das parcelas foram dispostos em esquema de fatorial 3 x 5, sendo formados pelas os três tipos de silagem (testemunha, polpa cítrica 5% e pré-emurhecida) e os cinco graus de compactação (400, 500, 600, 700 e 900 kg/m³). Os tratamentos de subparcelas foram os tempos (dias) da avaliação da estabilidade aeróbia.

3.3 Preparo das silagens e formação dos tratamentos

Após picagem da forragem, o material foi separado em três partes: uma foi destinada à desidratação com exposição ao ar da forragem até atingir um teor de MS superior a 26% correspondendo ao material para a silagem pré-emurhecida. Essa determinação de MS foi feita por forno de microondas segundo a técnica descrita por Ruggiero et al. (2002); a outra parte foi adicionada de 5% de polpa cítrica e a terceira parte foi utilizada para confecção de silagem do material original. Esses materiais foram ensilados em silos experimentais de PVC com diâmetro de 10 cm e altura de 120 cm, os silos foram

um pouco maiores que o usual por causa da quantidade de material requerida na avaliação da estabilidade aeróbia, adaptados com válvula tipo Bunsen, com capacidade para aproximadamente 4,5 a 8 kg de silagem, dependendo do grau de compactação. Foram então utilizadas cinco densidades de silagem de aproximadamente 400, 500, 600, 700 e 900 kg de forragem por m³. A forragem foi compactada manualmente nos silos com barra de ferro e, para maior uniformidade na hora da compactação, os silos foram divididos em três segmentos e a forragem, dividida em três partes iguais. Então, cada segmento do silo recebia uma parte de forragem. O cálculo da densidade foi feito através da área do silos, todos eles com as mesmas dimensões. Após a confecção da silagem os silos foram pesados para determinar as perdas de gás por diferença e colocados com a válvula do tipo Bunsen voltada para baixo. Adaptou-se um recipiente de plástico para a coleta do efluente que eventualmente fosse produzido, para que fosse quantificado. Essa coleta foi feita de 2 em 2 dias. Os silos foram armazenados em temperatura ambiente e sob a proteção da luz solar e chuvas.

Após 90 dias de fermentação os silos foram pesados para determinar as perdas, abertos e deles retiradas três amostras das silagens, testemunha, polpa cítrica e pré-emurhecida, entre as quais a primeira foi encaminhada para o freezer; a segunda, para a estufa de ventilação forçada a 65°C, por 72 horas, pesada, moída e armazenada para análises posteriores; e a terceira, para o ensaio de estabilidade aeróbia.

3.4 Determinação das perdas por gases e efluente

As perdas por gases (PG) foram calculadas pela diferença entre o peso dos silos no dia da ensilagem e o peso no dia da abertura e expressas em percentagem da MS, através da expressão:

As perdas por efluente foram determinadas através do somatório das coletas nos recipientes de plásticos e a determinação da proporção em relação ao material ensilado, conforme as equações:

Perdas por gases

$$PG = \frac{Pse - Psa}{Me} \times 1000$$

em que:

PG = perdas por gases (% de MS);

Pse = peso do silo após ensilagem;

Psa = peso do silo antes da abertura;

Me = material ensilado (kg de MS).

Perdas de efluente

$$E = \frac{Psa - Pa}{MFi} \times 100$$

em que:

E = produção de efluentes (kg/t de matéria verde);

Ps = peso do silo no dia da confecção da silagem;

Psa = peso do silo no dia da abertura do silo;

MFi = massa de forragem no fechamento, em kg.

3.5 Análises químicas

As análises da forragem fresca e das silagens foram realizadas no Laboratório de Pesquisa Animal do DZO - UFLA.

As amostras secas foram moídas em moinho do tipo Willey, com peneira de 30 mesh, e armazenadas em potes plásticos devidamente identificados e encaminhados ao laboratório para as determinações posteriores dos teores de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), conforme os métodos recomendados pela AOAC (1980); as concentrações de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo as técnicas descritas por Silva (1990), e o teor de hemicelulose pela diferença entre FDN e FDA. A partir dos resíduos da FDN e FDA foram procedidas as análises de N-FDN e N-FDA.

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) foi determinada de acordo com a metodologia de Tilley e Terry (1963).

Das amostras congeladas foi extraído o suco com prensa hidráulica para a determinação do teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (%N total)] (AOAC, 1980).

O poder tampão foi determinado utilizando amostras congeladas do material original de acordo com a técnica descrita por Playne e McDonald (1966). Para tanto, amostras pesadas de 15 a 20 g do material fresco congelado foram maceradas em liquidificador com 250 ml de água destilada por amostra. O macerado foi titulado inicialmente para pH 3,0 com HCl 0,1 N para liberar bicarbonatos e CO² e, posteriormente titulado para pH 6,0 com NaOH 0,1N e uso do potenciômetro, de acordo com Silva (1998).

3.6 Avaliação da estabilidade aeróbia

Para a avaliação da estabilidade aeróbia após a abertura dos silos foram retiradas amostras de aproximadamente 3 kg, sendo acomodadas em uma caixa de plástico de aproximadamente 5 kg. Essas amostras ficaram em uma sala fechada, sendo monitoradas as temperaturas diariamente com o auxílio de um termômetro inserido na massa ensilada a uma altura de 10cm durante 7 dias.

Na silagem da estabilidade aeróbia foram avaliados pH, N-amoniaco, PB e temperatura. A temperatura foi medida duas vezes ao dia e o pH, N-amoniaco e PB foram determinados nos dias 3, 5 e 7 após a abertura do silo. A temperatura do ambiente foi medida com auxílio de um termômetro comum. A estabilidade aeróbia foi calculada como sendo o tempo observado para que a silagem, após a abertura do silo, apresentasse elevação em 2°C em relação à temperatura ambiente.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produção de MS e composição química dos três tipos de silagem e polpa cítrica

A produção média de MS do capim-tanzânia, aos 60 dias de idade foi de 6,8 t/ha, correspondendo a 36 t/ha de matéria verde na mesma idade. Janks (1995), em avaliações do capim-tanzânia, obteve uma produção anual de aproximadamente 133 t/ha de matéria verde e 26 t/ha de MS acumuladas no ano, como média de 6 cortes.

A composição química do capim-tanzânia à idade de 60 dias, apresentada na Tabela 1, caracteriza um volumoso de boa qualidade. O teor de PB na MS do capim-tanzânia foi semelhante ao registrado por Aguiar et al. (2001) (13,66%) para o capim-tanzânia colhido também aos 60 dias. Barbosa e Euclides (1997), estudando o capim-tanzânia sob doses de adubação, encontraram os seguintes valores de composição química: PB, 12,6%; FDN, 73,00% e FDA, 38,03%, na MS. Gomide e Costa (1984), avaliando o efeito da adubação nitrogenada sobre a digestibilidade do capim-colonião, obtiveram coeficiente de 56,6% nas doses maiores de N. Os resultados acima foram semelhantes aos encontrados nas silagens do presente estudo.

TABELA 1. Composição química da forragem original (testemunha) adicionada com polpa cítrica e pré-emurchecida antes da ensilagem

Parâmetro	Forragem Original	Forragem + 5% Polpa Cítrica	Forragem Pré-emurchecida
MS (%)	18,50	20,00	26,59
Poder tampão (emg/100 g MS)	13,42	16,32	12,12
PB (% na MS)	13,30	13,02	13,05
N-FDN (% N total)	40,60	38,60	35,60
N-FDA (% N total)	13,40	10,52	14,52
FDN (% na MS)	70,03	64,50	69,98
FDA (% na MS)	44,8	41,05	43,50
Hemicelulose (% na MS)	25,23	23,45	26,48
Lignina (% na MS)	5,30	5,02	5,46
DIVMS (%)	54,23	58,25	53,35

Quanto à polpa cítrica, observou-se um valor de PB (7,9%) (tabela 2) superior ao encontrado por Evangelista et al. (1999) (7,2%) e semelhante ao encontrado por Bernardes (2002) (7,8%). Pedreira et al.(2001) determinaram a seguinte composição química da polpa cítrica: MS, 85,8%; FDN, 29,92%; FDA, 23,10% e PB, 6,64%.

TABELA 2. Composição química da polpa cítrica peletizada

Parâmetro	Valor médio
MS (%)	87,3
PB (% na MS)	7,9
FDN (% na MS)	28,9
FDA (% na MS)	23,7
Hemicelulose (% na MS)	5,7
Lignina (% na MS)	1,2
DIVMS (%)	72,4

4.2 Teores de MS e de PB das silagens de capim-tanzânia

Foram encontradas diferenças significativas ($P < 0,01$) para os teores de MS das diferentes silagens de capim-tanzânia (Tabela 1A), não havendo diferenças entre as densidades ($P > 0,05$). Comparando as médias das três silagens, verifica-se maior valor para a pré-emurhecida, seguida pela silagem com polpa cítrica e pela testemunha, sendo que as duas últimas não diferiram entre si ($P > 0,05$) (Tabela 3). O emurhecimento do capim-tanzânia proporcionou um aumento do teor de MS da ordem de 7,24 unidades percentuais.

TABELA 3. Teores de MS das silagens de capim-tanzânia em diferentes tipos de preparo

Silagens	MS Total
Testemunha	20,69 a
Polpa Cítrica 5%	21,63 a
Pré-emurchecida	27,93 b

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($P>0,05$).

Corrêa et al. (2001) obtiveram resultados próximos dos aqui relatados estudando silagens de capim-tanzânia com 55 dias de idade. Os valores daquele estudo para MS foram de 20% para a testemunha e de 24% para a silagem com 8% de polpa cítrica. Estudos realizados com silagens de capim-elefante ‘Taiwan A-146’ emurchecidas apresentaram resultados semelhantes aos encontrados no presente experimento, sendo que o teor de MS após 8 horas de emurchecimento foi de 27,74% (Ferrari et al., 2001).

Com relação aos teores de PB, verificaram-se diferenças significativas ($P<0,01$) entre as silagens, densidades e a interação silagem x densidade (Figura 1). Os resumos das análises de variância estão apresentados na Tabela 1A. quanto ao desdobramento da interação silagens x densidade, analisando densidade dentro de cada silagem, detectou-se um efeito quadrático ($P<0,05$) da pressão de compactação (Figura 1). À medida que aumentou a densidade houve um acréscimo nos teores de PB nas silagens de polpa cítrica e emurchecida, obtendo-se valores máximos de 12,99% e 11,92% nas densidades de 725 e 900 kg/m³, respectivamente. Este acréscimo no teor de PB foi da ordem de 0,50% para a silagem com polpa cítrica e 0,80% para a silagem emurchecida. As silagens com polpa apresentaram maior valor de PB que as demais, porém as silagens testemunha e emurchecida foram diferentes entre si nas densidades de

400 e 700 kg/m³ e semelhantes nas demais densidades (Tabela 10A). A testemunha teve um decréscimo no teor de PB, alcançando um valor máximo de 11,19% na densidade de 716 kg/m³. Esse decréscimo do teor de PB da silagem testemunha foi da ordem de 1,21%. Estes resultados podem ser explicados por uma melhor fermentação ocorrida nas maiores densidades por causa da ausência de ar e menor perda por efluente nas silagens com polpa cítrica e emurcheda. Na testemunha podem ter ocorrido perdas de compostos nitrogenados por lixiviação, coincidentemente a silagem que apresentou a maior produção de efluente, como será relatado adiante. A maior concentração de PB na silagem com polpa cítrica, em relação à emurcheda, pode ter coincido com um ligeiro aumento de temperatura nas primeiras horas de ensilagem, o que acarretou perdas de N na forma de amônia (NH₃) por volatilização na silagem emurcheda.

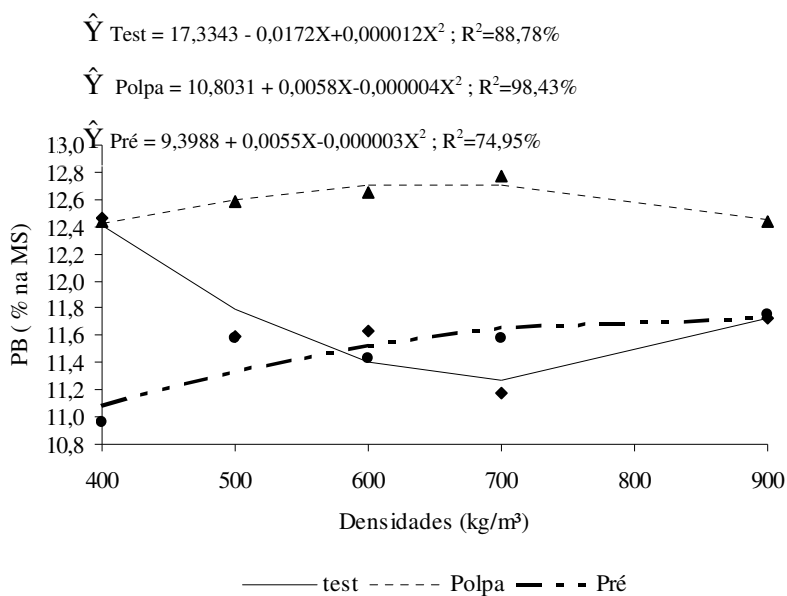


FIGURA 1. Concentração de proteína bruta (PB) na MS das silagens de capim-tanzânia sob a diferentes densidades.

Segundo McDonald et al. (1991), o emurchecimento de forrageiras limita a proteólise do material no silo. Contudo, nesse estudo, o emurchecimento do material antes da ensilagem, principalmente na menor densidade, parece não ter inibido as atividades proteolíticas, fazendo com que parte da proteína da planta contribuísse para aumentar a concentração de N-NH₃ da silagem. Vilela (1989), estudando silagem de capim-elefante submetida ao emurchecimento e adição de uréia, observou que principalmente na silagem emurchecida sem uréia não houve redução na proteólise, tendo uma redução do N total na MS de 1,05 para 0,47%.

Os teores de PB encontrados nesse experimento para as silagens com aditivos (média dos tratamentos) foram mais altos que os encontrados por Coan (2001) para silagens de capim-tanzânia com 45 dias (11,03 e 12,20%) e com 60 dias (10,01 e 10,51%) de idade, sendo esses valores referentes às silagens com e sem inoculante enzimo-bacteriano. A adição de 6-8% de polpa cítrica peletizada à silagem de capim-tanzânia com 55 dias de idade praticamente não alterou os teores de PB, iguais a 5,8-7,0% e 7,0%, respectivamente, para as silagens sem e com adição de polpa cítrica (Corrêa & Cordeiro, 2000). Estudos realizados por Bernardes (2002), analisando silagem de capim-braquiarião com adição de 0; 5 e 10% de polpa cítrica mostraram um pequeno acréscimo no teor de PB (0,4%) quando se utilizaram 10% de polpa cítrica; logo, a polpa cítrica apresentava teor de PB inferior ao da silagem.

Evangelista et al. (2001), estudando silagens de aveia pré-emurchecida ou enriquecida com farelo de trigo, observaram que não houve diferença estatística entre as silagens pré-emurchecida e testemunha. Os resultados foram semelhantes aos encontrados nas densidades 500, 600 e 700 kg/m³, nas silagens emurchecida e testemunha.

4.3 Teores de FDN, FDA e hemicelulose na MS das silagens de capim-tanzânia

Observou-se efeito significativo ($P < 0,01$) (Tabela 2A) entre os tipos de silagens para os teores de FDN e FDA das silagens de capim-tanzânia (Tabela 4). O resumo da análise de variância para os teores de FDN e FDA estão apresentados na Tabela 2A. Para os teores de hemiceluloses não houve efeito significativo ($P > 0,05$) para os tipos de silagem, havendo para a densidades ($P < 0,05$) (Tabela 2A). As silagens com polpa cítrica exibiram redução nos teores de FDN e FDA em comparação com as outras silagens (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo menor valor de FDN e FDA da polpa cítrica em relação ao material original. Diferença entre a FDA da silagem testemunha e a da pré-emurhecida pode ser decorrente de perdas de componentes solúveis por efluente, uma vez que a silagem pré-emurhecida não apresentou perdas por efluente.

TABELA 4. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (% na MS) das silagens de capim-tanzânia em diferentes tipos de preparo.

Variáveis	Testemunha	Polpa cítrica 5%	Pré-emurhecida
FDN	71,07 a	65,50 b	71,54 a
FDA	45,95 a	42,63 c	43,72 b
Hemicelulose	24,95 a	23,92 a	26,23 a

Médias seguidas de mesma letra, nas linhas, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Silva (2002) e Bernardes (2002), estudando o efeito da adição de polpa cítrica na ensilagem de gramíneas tropicais, constataram que à medida que aumentaram os teores de polpa cítrica nas silagens houve um decréscimo nos teores de FDN e FDA das mesmas. Quando foram adicionados 5% de polpa cítrica os valores para FDN variaram de 68,9 para 63,5%, e de FDA, de 41,94 para 43,85%, comprovando a redução nos teores de FDN e FDA do estudo acima.

Vilela (1989), estudando o efeito do teor de MS na ensilagem de capim-elefante, apresentou resultados semelhantes dos teores de fibra quando utilizou o pré-emurhecimento. Evangelista et al. (2000) apresentaram resultados contrastantes com os do presente estudo pois os teores de FDN e FDA aumentaram quando o teor de MS passou de 20,65 para 30,07%.

Para teores de hemicelulose, ocorreu comportamento cúbico, ou seja, um aumento dos valores nas primeiras densidades e depois redução nas densidades subseqüentes até a densidade de 700 kg/m³ (Figura 2). A partir da densidade de 700 kg/m³, verifica-se um leve aumento dos teores de hemicelulose. A redução no teor de hemicelulose pode ser justificada pela hidrólise ácida da hemicelulose que, segundo McDonald et al. (1991), resulta da atividade da hemicelulase presente na forragem. Essa enzima é produzida pelas bactérias e a hidrólise ocorre pela presença de ácidos produzidos durante a fermentação. Segundo os autores, metade da hemicelulose contida na forragem pode ser hidrolisada e a maior parte da hidrólise ocorre na fase inicial da ensilagem. Neste estudo houve redução de cerca de 4% no teor de hemicelulose, da densidade 400 para 700 kg/m³.

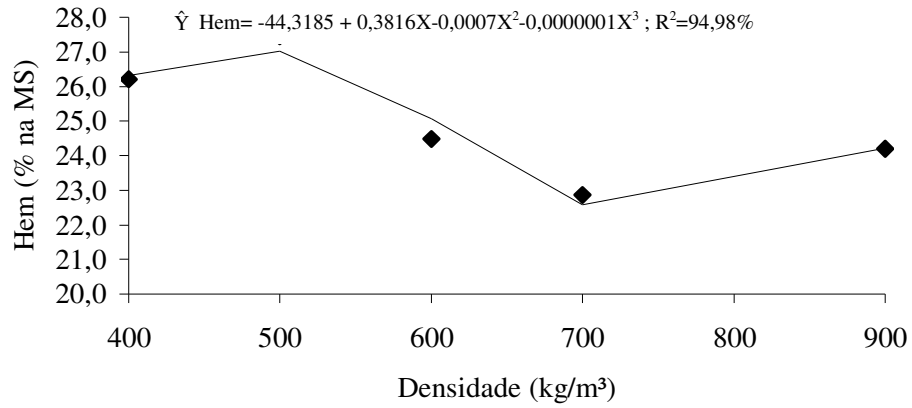


FIGURA 2. Concentração de Hemicelulose (Hem) das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

Segundo Woolford (1984), carboidratos estruturais têm pouca importância na fermentação, porém a hemicelulose pode atuar como uma reserva de açúcares fermentescíveis através da sua hidrólise. O autor cita que a hidrólise da hemicelulose inicialmente é feita pelas enzimas vegetais e essa atividade é gradualmente substituída pela hidrólise ácida. Crestana et al. (2001) observaram uma correlação positiva entre a hemicelulose e os valores de pH, com uma redução deste à medida que se reduziu o teor daquele constituinte da fibra. Os autores concluíram que a hemicelulose contribuiu efetivamente como substrato para a fermentação da silagem de capim-tanzânia aos 60 dias de idade. Essa correlação também foi observada neste experimento pois à medida que se aumentou a densidade, houve um decréscimo nos valores de pH e hemicelulose.

4.4 Valores de DIVMS e teores de lignina na MS das silagens de capim-tanzânia

Os diferentes tipos de silagens exibiram valores diferentes de DIVMS (Tabela 5), ocorrendo diferenças significativas ($P < 0,01$) entre as mesmas (Tabela 3A). Esse fato pode ser justificado pelos altos teores de parede celular encontrados na forragem, com reflexos diretos na digestibilidade. Assim, a silagem aditivada apresentou melhorias na digestibilidade pelo fato da polpa cítrica ter reduzido os teores de FDN e de FDA e elevado os de PB, além de ter promovido condições mais favoráveis ao perfil de fermentação, diminuindo a proteólise pela queda mais acentuada do pH. Não houve significância para a interação silagem x densidade ($P > 0,05$) (Tabela 3A), sendo que as DIVMS das silagens mantiveram-se estáveis nas diferentes densidades. Para o teor de lignina, não houve diferença estatística ($P > 0,05$) para nenhum dos fatores estudados (Tabela 3A). Os valores de lignina estão apresentados na Tabela 5.

TABELA 5. Valores de DIVMS (%) e lignina (% na MS) das silagens de capim-tanzânia em diferentes tipos de preparo.

Variáveis	Testemunha	Polpa cítrica 5%	Pré-emurchecida
DIVMS	53,58 b	57,35 a	51,57 b
Lignina	5,43 a	5,08 a	5,56 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ($P > 0,05$).

Os valores encontrados de DIVMS para a silagem testemunha (Tabela 5) foram semelhantes aos de Andrade (1995) e Peres (1997), 54,04 e 53,8%, respectivamente, quando ensilaram o capim-elefante aos 62 dias de crescimento.

Quando ao efeito do emurchecimento, os resultados do presente estudo foram semelhantes aos de Tosi (1978) e Alberto et al. (1993), os quais não observaram diferenças significativas entre a DIVMS de silagens com forragens fresca e emurchecida de capim-elefante. Bernardes (2003), estudando silagem de capim-braquiarião, constatou um aumento na DIVMS à medida que se elevaram as quantidades de polpa cítrica na silagem. Com adição de 5% a DIVMS ficou em torno de 54,5%, sendo inferior ao encontrado no presente experimento.

4.5 Teores de N-FDN e N-FDA como porcentagem do N total das silagens de capim-tanzânia

O N ligado a FDN sofreu um pequeno aumento ($P < 0,05$) (Tabela 4A) com o efeito do pré-emurchecimento durante a ensilagem (Tabela 6). Silagens com elevados teores de MS estão sujeitas à elevação da temperatura da massa, predispondo-as à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos (Van Soest, 1994).

Os resultados encontrados no presente estudo estão de acordo com os encontrados na literatura (Aguilar et al., 2001; Igarasi, 2002 e Castro, 2002). Segundo Balsalobre et al. (2001), o N-FDN tem ampla variação entre análises bromatológicas, encontrando-se valores entre 25 a 70%, sendo a maior frequência na faixa de 40 a 60% do N total. Nussio et al. (2002) relataram que na forragem fresca de gramíneas tropicais uma considerável porção da fração N total está ligada à parede celular, sendo os valores considerados elevados e compatíveis com forragens submetidas ao super aquecimento; entretanto, destacam que, nesse caso, esse tipo de ligação é de ocorrência natural.

Em relação ao N complexado à FDA não foi observada significância ($P > 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4A). Os valores estão apresentados na Tabela 6.

TABELA 7. Teores de N ligado a FDN (N-FDN) e a FDA (N-FDA) (% do N total) das silagens de capim-tanzânia em diferentes tipos de preparo

Variáveis	Testemunha	Polpa cítrica 5%	Pré-emurchecido
N – FDN	41,31 b	40,12 b	45,97 a
N – FDA	14,16 a	13,96 a	14,68 a

Médias seguidas de mesma letra, na linha, são estatisticamente iguais pelo teste de Tukey (P>0,05).

4.6 Teores de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total [N-NH₃ (% N total)], pH e poder tampão das silagens de capim-tanzânia

Houve efeito significativo das diferentes tipos de silagem, densidade e interação silagem x densidade (P<0,01) na produção de N-NH₃ (Tabela 5A). Na silagem com polpa cítrica ocorreu uma redução de 0,39% nos teores de N-NH₃ conforme se aumentou a densidade de 400 para 900 kg/m³ e os valores de N-NH₃ foram menores que os das outras silagens (Figura 3 e Tabela 11A). A testemunha apresentou resposta quadrática e valores intermediários, enquanto a emurchecida exibiu os maiores valores (Figura 3 e Tabela 11A). Esses resultados são semelhantes aos obtidos por Igarasi (2002), que estudou as silagens de capim-tanzânia adicionadas de polpa cítrica (15%), verificando que essa quantidade de aditivo elevou os teores de MS (29,9%) e também de atividade da água (0,96), reduzindo, assim, os valores de N-NH₃ em relação às silagens controle. O autor considera a redução da atividade da água e o fornecimento de CHO's pela polpa cítrica como os principais fatores que proporcionaram a diminuição na produção de amônia, uma vez que os clostrídeos são sensíveis à alta pressão osmótica e às condições relativamente

ácidas ($\text{pH} < 4,2$). Para as silagens testemunha e emurchecida também ocorreu uma redução de 1,47 e 1,08% nos teores de N-NH_3 conforme se aumentou a densidade de 400 para 900 kg/m^3 (Figura 3), respectivamente. Para as silagens com polpa cítrica e pré-emurchecida para cada 1 kg/m^3 de aumento na densidade houve um decréscimo nos teores de N-NH_3 da ordem de 0,0009 e 0,0024%, respectivamente. Guim (1997), estudando silagens de capim-elefante emurchecido e tratado com inoculante microbiano, obteve resultados para N-NH_3 iguais a 3,38 e 4,16% para as silagens sem e com inoculante, respectivamente. Loures (2000), estudando o efeito da densidade nas silagens de capim-elefante, observou resultados de N-NH_3 diferentes dos relatados acima. Rodrigues et al. (2001), trabalhando com densidade e tipos de silos em capim-elefante constataram que não só as densidades, mas também os tipos de silos influenciaram o teor de N-NH_3 .

Vale ressaltar que as silagens são classificadas como muito boas quando os valores de N-NH_3 são inferiores a 10%; assim, nos três tratamentos estudados foram observados valores inferiores a esse valor crítico.

Segundo Woolford (1984) e McDonald et al. (1991), a proteólise se estende durante a fermentação quando não ocorrem condições ácidas suficientes para que os microrganismos indesejáveis sejam inibidos. Entretanto, no presente estudo, as condições ácidas foram rapidamente estabelecidas, principalmente quando a polpa cítrica foi adicionada à forragem. Porém, a faixa de pH alcançada para as três silagens (4,0 a 4,6) não foi suficiente para inibir a atividade proteolítica.

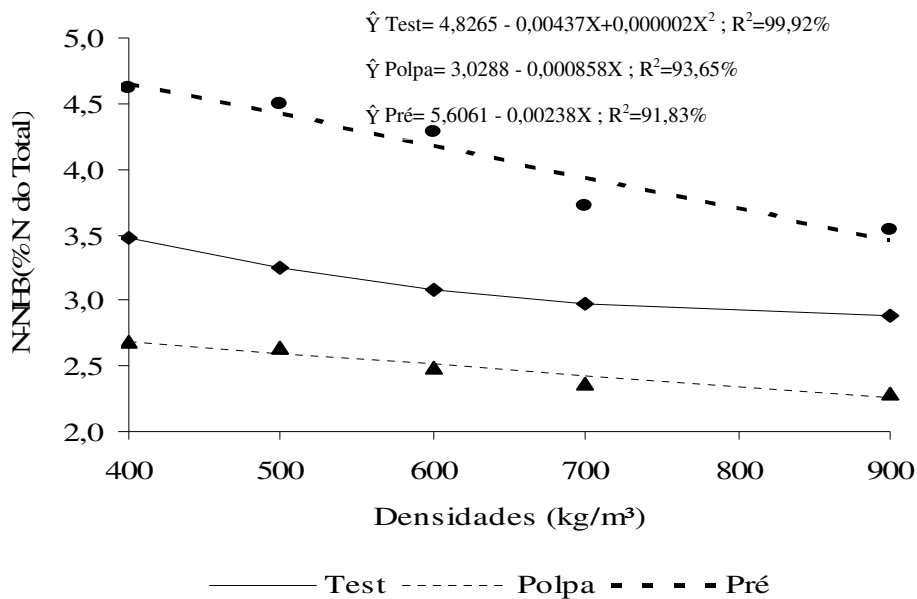


FIGURA 3. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores de N-Amoniacal (N-NH₃) das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

De acordo com McGechan (1989) e McDonald et al. (1991), as bactérias ácido-láticas normalmente não são proteolíticas, porém age como tal quando o ambiente apresenta disponibilidade limitada de nutriente ou baixo poder de síntese de aminoácidos, sendo necessário um suprimento extra. Suas habilidades em fermentar aminoácidos são restritas a serina e arginina, cujos produtos obtidos da arginina são a ornitina, CO₂ e NH₃, e da serina, acetona, CO₂ e NH₃.

Com relação aos valores de pH, verificou-se diferença significativa entre as diferentes silagens, densidades e dia (P<0,01) e a interação silagem x densidade foi significativa (P<0,05) (Tabela 5A). Quando ao desdobramento da interação silagens x densidade, analisando densidade dentro de cada silagem,

detectou-se um efeito linear ($P < 0,05$) da densidade sobre os valores de pH (Figura 4). À medida que se aumentou a densidade houve uma redução linear nos valores de pH das três silagens. Logo, as silagens com polpa cítrica, testemunha e emurhecida apresentaram valores de pH iguais a 4,16; 4,51; 4,39 e 4,39; 3,88 e 4,57 respectivamente, nas densidades 400 e 900 kg/m³. Quanto às silagens testemunha, com polpa cítrica e pré-emurhecida para cada 1 kg/m³ de aumento na densidade houve um decréscimo nos valores de pH de 0,0008; 0,0011 e 0,0004, respectivamente. As silagens foram semelhantes nas densidades de 400 e 500 kg/m³. Nas densidades de 600 e 700 kg/m³ a silagem com polpa cítrica apresentou menor valor de pH do que a emurhecida, porém as silagens testemunha foram semelhantes às com polpa e emurhecida, que foram diferentes entre si na densidade de 900 kg/m³ (Tabela 12A). Uma boa silagem deve ter um pH na faixa de 3,8 a 4,2 (Ruiz, 1992; Lavezzo, 1994). As silagens testemunha e com polpa cítrica ficaram dentro desse intervalo nas densidades de 700 e 900 kg/m³; na densidade de 600 kg/m³, só a silagem com polpa cítrica ficou com pH abaixo dessa faixa. Porém, as outras silagens, mesmo com pH acima da faixa, exibiram características de uma boa silagem em termos de cor e odor.

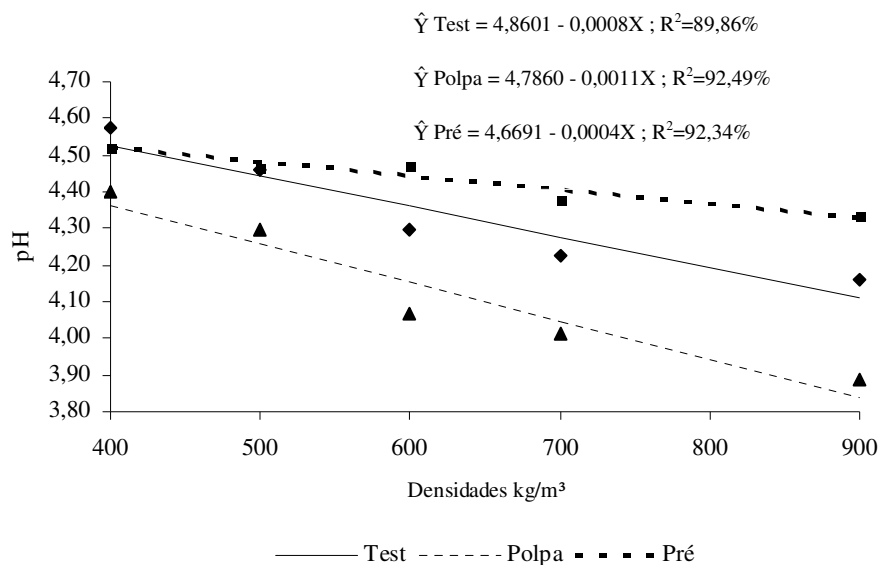


FIGURA 4. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos valores de pH das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

Loures (2000), trabalhando com capim-elefante com teores de MS de 13% e densidades de 356 a 791 kg/m³, observou variação no pH de 4,7 para 4,2 houve para as silagens com teores de MS de 25% e densidades de 294 a 488 kg/m³, variação de 3,84 para 3,89.

Aguiar et al. (2001) obtiveram redução nos valores de pH das silagens de capim-tanzânia adicionadas de doses crescentes de polpa cítrica (0, 5 e 10%) atingindo valores finais de 5,6; 4,9 e 4,9, respectivamente.

Possivelmente, as propriedades absorventes e o fornecimento de carboidratos pela polpa cítrica colaboraram para a redução do pH das silagens que receberam o aditivo. Assim, com o aumento da pressão osmótica (inibidor para os clostrídeos) e o aumento da disponibilidade de nutrientes para as

bactérias ácido-láticas, o teor de ácido láctico teoricamente poderia ser maior nas silagens aditivadas. Segundo Corlett Jr. e Brown (1980), o ácido láctico produzido aumenta a concentração de H^+ , reduzindo o pH para níveis em que as bactérias indesejáveis são inibidas.

Com relação ao poder tampão (PT), foram observadas diferenças significativas ($P < 0.01$) (Tabela 8A) entre as silagens estudadas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 7. Na silagem com polpa cítrica houve acréscimo no PT, proporcionado pela sua maior capacidade tamponante decorrente da concentração relativamente elevada de cálcio na sua composição, originado do processamento industrial de obtenção da polpa cítrica. Igarazi (1999) e Evangelista et al. (2001) também observaram esse efeito ao adicionar níveis crescentes de polpa cítrica (0; 5 e 10%). Na testemunha os valores de PT obtido concordam com o relatado por Coan et al. (2001), trabalhando com capim-tanzânia aos 55 dias de crescimento, igual a 14,5 mequiv./100 g de MS.

O pré-emurhecimento da forragem de capim-tanzânia determinou redução no poder tampão da silagem correspondente. Resultados aproximados foram obtidos por Playne & MacDonald (1966), justificados pela redução na concentração dos ácidos orgânicos durante o processo de emurhecimento. Entretanto, Tosi et al. (1999), trabalhando com capim-elefante, obtiveram valores de 23.2 mequiv.100 g de MS para a forragem fresca e de 23,8 e 23,5 mequiv./100 g de MS para os tratamentos com forragens pré-emurchecidas durante 12 e 24 horas, respectivamente, mostrando que o emurhecimento não provocou alteração no PT.

TABELA 7. Valores de poder tampão (PT) (mequiv./100g de MS) das silagens de capim-tanzânia

Silagens	Poder Tampão
Pré-emurhecida	12,15 c
Testemunha	13,35 b
Polpa cítrica	16,35 a

Médias seguidas de letras diferentes, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey (P.0,05).

4.7 Produções de efluente (L/t de silagem) e de gás (em % da MS) das silagens de capim-tanzânia

Além da densidade da massa verde, o teor de umidade do material influencia diretamente a quantidade de efluente produzida. Outros fatores como tipo de silo (profundidade e largura do silo) contribuem de forma indireta para a produção de efluente.

Houve influência significativa ($P < 0,01$) do efeito de silagem, densidade e interação silagem x densidade sobre a produção de efluente (Tabela 6A). Os valores de produção de efluente das silagens de capim-tanzânia estão apresentadas na Figura 5. A densidade influenciou a produção de efluente nas silagens testemunha e polpa cítrica, não havendo produção de efluente na silagem emurhecida. A silagem testemunha teve um aumento na produção de efluente de 107,60 L/t de silagem quando passou da densidade 400 para 900 kg/m³. A silagem com polpa cítrica passou de zero L/t de silagem na densidade 400 kg/m³ para 80,03 L/t de silagem na densidade 900 kg/m³. Pela análise da Figura 5 observou-se que à medida que se aumenta o teor de MS, pela adição de polpa cítrica ou pelo emurhecimento, a produção de efluente decresce e cessa,

respectivamente. Tais resultados concordam com os obtidos por Aguiar et al. (2001), que incluíram três níveis de polpa cítrica (0; 5 e 10%) na massa ensilada de capim-tanzânia e constataram diminuição da produção de efluente. Murdoch (1957), citado por Jones & Jones (1995), encontrou decréscimo progressivo na produção de efluente de silagem de gramínea com o acréscimo do teor de MS. O autor verificou que a produção de efluente foi de 250L/ t, para plantas ensiladas com 16% de MS, e houve ausência de efluente quando foram utilizadas plantas com 30% de MS. Jones & Jones (1995) consideram que 25% de MS seriam suficientes para prevenir a produção significativa de efluente. Estes dados justificam a diminuição do efluente à medida que se adicionaram 5% de polpa cítrica e a ausência de efluente quando ocorreu o emurhecimento da forragem.

Segundo Nussio et al. (2002), silagens de capim-tanzânia colhido e picado em três tamanhos de partícula, com adição de 10% de polpa cítrica ou pré-emurhecida, apresentaram reduções nas perdas por efluente em relação às silagens controle. Entretanto, as reduções foram maiores para o tratamento pré-emurhecido comparativamente à adição de polpa cítrica, sugerindo que mesmo sob teor de MS semelhante, a atividade e provável localização de água na célula vegetal são responsáveis por parte da carga de efluente gerada na massa.

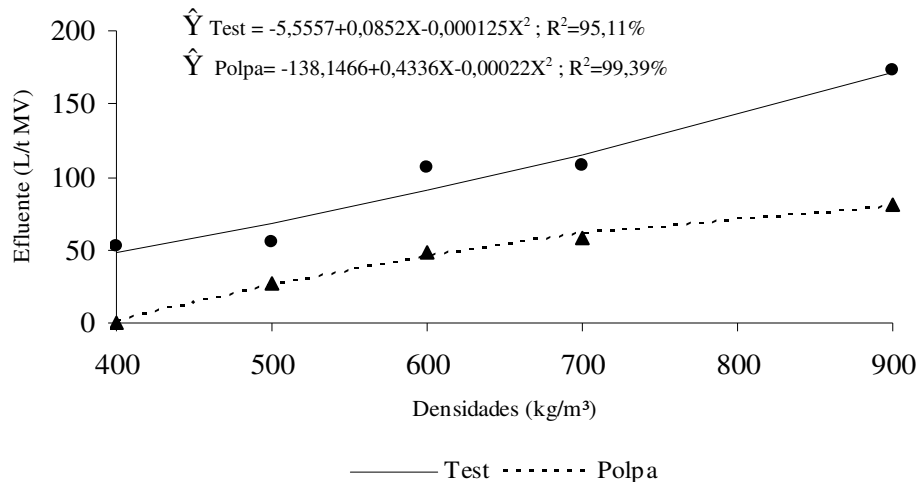


FIGURA 5. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação da produção total de efluente das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

Segundo Woolford (1984), o esgotamento da disponibilidade de oxigênio do material ensilado contribui para ruptura da membrana celular das células da planta, facilitando a perda de água. Para esse autor, quando a fermentação afeta a membrana celular da planta, a produção de efluente ocorre nos primeiros estágios da ensilagem. Outro fator relacionado a esse fato é a elevada densidade exercida durante a ensilagem (900 kg/m³) pois, segundo Gordon (1967), o excesso de água e a seiva das células da forragem são extraídos pela compactação e percolam como efluente através do material ensilado.

A existência de uma relação entre a pressão aplicada e a produção de efluente é sustentada por vários resultados experimentais (Woolford, 1978). Jones e Jones (1995) constataram em uma série de experimentos com prensa

hidráulica, que a produção de efluente aumentava com a pressão aplicada à silagem.

A forma geométrica e o tamanho do silo também exercem grande influência sobre o tempo e a quantidade de escoamento do efluente. Zimmer (1964), citado por Woolford (1984), encontrou maior fluxo em silos do tipo torre, em relação aos de trincheira. No presente experimento, os silos são similares ao tipo torre e também possuem pequeno tamanho, razões que contribuíram para o grande escoamento de líquido durante os primeiros dias de ensilagem.

A análise estatística dos dados de produção de gás detectou efeito significativo para silagem, densidade e interação silagem x densidade ($P < 0,01$) (Tabela 6A). No estudo de regressão não houve efeito de densidade para a silagem emurchedida, que proporcionou a menor produção média de gás, 4,2%. Nas silagens testemunha e com polpa cítrica a produção de gás decresceu 5,31 e 2,31% à medida que se aumentou a densidade de 400 para 900kg/m³ (Figura 6).

As perdas por gases estão associadas ao tipo de fermentação ocorrida na ensilagem. Quando a fermentação ocorre via bactérias homofermentativas, utilizando a glicose como substrato para produzir lactato, as perdas de MS são menores. Quando ocorre a produção de álcool (etanol ou manitol), há um aumento considerável de perdas por gases, sendo esse tipo de fermentação promovido por bactérias heterofermentativas, enterobactérias e leveduras. No caso de gramíneas tropicais as forragens são colhidas com excesso de umidade para a ensilagem. Para essas condição de excesso de umidade, as perdas de MS por gases são ainda maiores, decorrentes da fermentação butírica promovida por clostrídios, em que tanto a perdas de MS como as de energia são elevadas (Mcdonald et al., 1991).

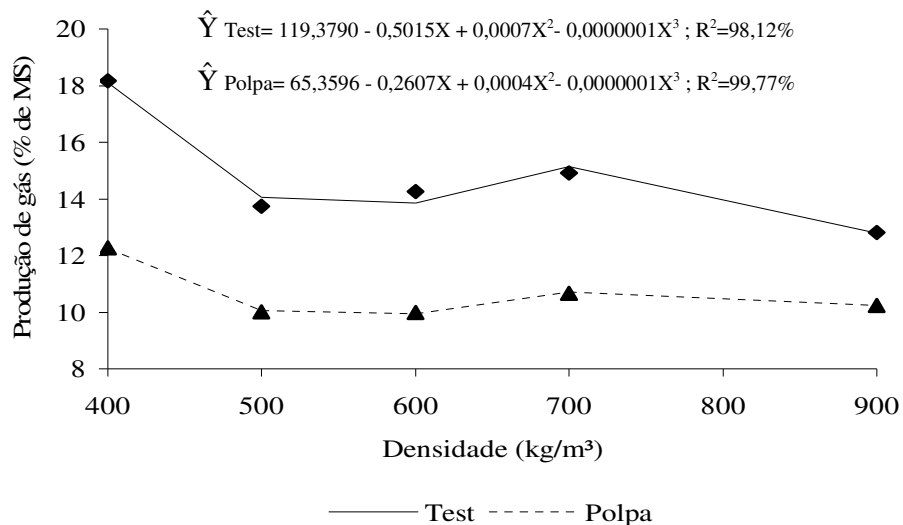


FIGURA 6. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação da produção total de gás (% de MS) das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes graus de compactação.

Em silagens de capim-tanzânia com baixo teor de MS (20%), à medida que houve redução no tamanho de partículas, avaliado pela porcentagem de MS retida na peneira de 1,90 cm, houve significativa redução na produção de gases. Entretanto, foi observado aumento compensatório significativo nas perdas de MS geradas por efluente, mantendo as perdas totais estáveis por volta de 27% (Crestana et al., 2000, citado por Nussio, 2002). Porém, em silagem de capim-tanzânia com a mesma amplitude de variação no tamanho de partículas anteriormente observado, mas com a adição de 5 e 10% de polpa cítrica, em que os teores de MS elevaram-se para 23 e 28%, respectivamente, as perdas por efluente aumentaram à medida que houve redução no tamanho de partícula. Contudo, nos dois casos houve sensível redução nas perdas por gases, de tal forma que as perdas totais acumuladas foram reduzidas.

No caso de silagens contendo 28% de MS (10% de polpa cítrica) foi possível verificar redução nas perdas totais, de 18,18% a 13,75% da MS total quando se reduziu o tamanho de partículas de 80 para 10% de material retido na peneira de 1,90 cm (Crestana et al., 2000, citado por Nussio, 2002). Conclui-se que os maiores efeitos na redução do tamanho de partícula são observados em silagens contendo menor teor de umidade.

4.8 Estabilidade Aeróbia

Como a deterioração aeróbica consistiu um dos principais problemas na confecção da silagem, muito se tem estudado nos últimos anos para evitá-la e diminuir as fermentações indesejáveis. Contudo é inegável que ao se evitar a fermentação que produz ácido butírico ou restringir a formação de ácido acético, é aumentado o risco de silagens aerobicamente instáveis. A alta concentração e a predominância de ácido lático em silagens bem conservadas, não necessariamente representa efeito positivo na estabilidade aeróbia após a abertura, havendo maior chance de sucesso em silagens contendo alguma participação de ácido acético em associação ao ácido lático.

O conceito de estabilidade aeróbia adotado neste experimento foi caracterizado como sendo o tempo observado para que a massa de silagem, após retirada do silo, apresente elevação em 2 °C em relação à temperatura ambiente. Na Tabela 8 estão representados os valores de temperatura ambiente dos dias da estabilidade aeróbia.

TABELA 8. Temperaturas médias diárias do período de avaliação da estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia

Data	Temperatura (°C)	Data	Temperatura (°C)
05/07/04	19	15/07/04	20
06/07/04	20,0	16/07/04	19
07/07/04	19,5	17/07/04	19
08/07/04	19,5	18/07/04	20
09/07/04	20	19/07/04	18,5
10/07/04	20	20/07/04	20
11/07/04	18,5	21/07/04	18,5
Média do período	19,5		19,25

Os resultados dos acúmulos de temperatura nos sete primeiros dias após abertura dos silos encontram-se na Figura 7. As interações silagem x densidade, dias x silagem e dias x densidade foram significativas ($P < 0,01$) (Tabela 7A). Pode-se verificar que quando se compararam dias e silagem as três silagens em estudo saíram em estabilidade aeróbia no mesmo dia, com 72 horas, ultrapassando em 2°C a temperatura ambiente. Entretanto verifica-se, ao longo do prolongamento da exposição aeróbia, a tendência de elevação de temperatura, principalmente na silagem com polpa cítrica. Esse fato pode ser resultante da maior presença de nutrientes (ácido lático e carboidratos) disponíveis aos microrganismos aeróbios, principalmente para as leveduras. Bernardes (2003) apresentou resultados semelhantes estudando a estabilidade aeróbia da silagem de capim-braquiária 'Marandu' com diferentes níveis de polpa cítrica (0; 5 e 10%). Esse autor constatou que todos os tratamentos não entraram em estabilidade aeróbia no decorrer dos 7 dias; o tratamento 10% de polpa cítrica foi o que apresentou a maior temperatura em relação aos demais.

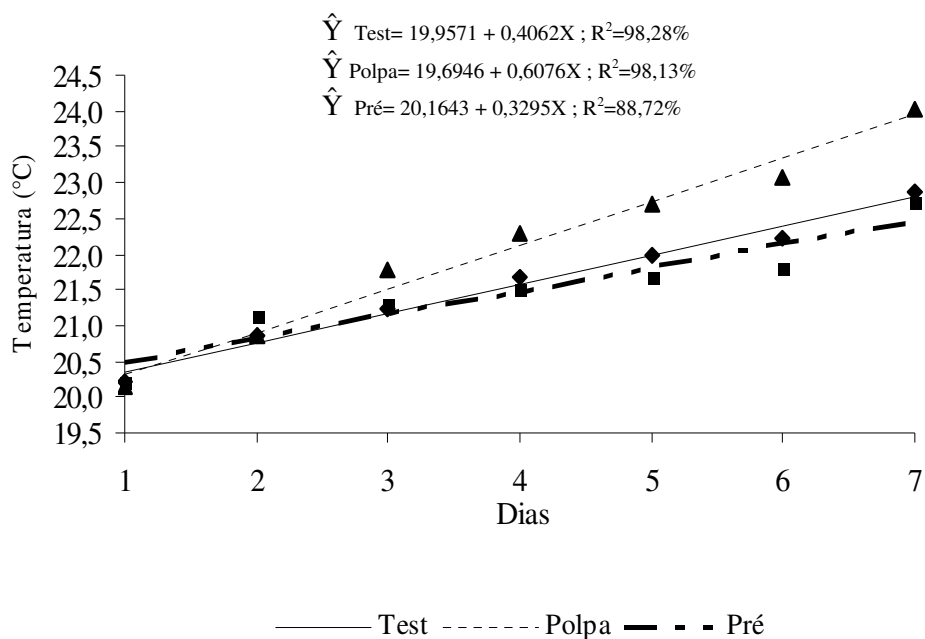


FIGURA 7. Representação gráfica, equações de regressão e coeficiente, de determinação da elevação da temperatura na avaliação da estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia em um período de sete dias.

O desdobramento da interação silagem x densidade mostra que à medida que se aumentou a densidade houve uma redução nas temperaturas das silagens testemunha, polpa cítrica e emurchecida, nos valores iguais a 22,15; 22,62 e 21,81°C para a densidade de 400 kg/m³ e 21,10; 21,97 e 20,91°C para a densidade de 900 kg/m³, respectivamente.

As silagens com polpa cítrica apresentaram temperaturas mais elevadas que as demais, sendo as com densidade de 400 e 500 kg/m³ as primeiras que tiveram estabilidade aeróbia, com 48 horas. Em seguida, com 60 horas, tiveram as silagens testemunha e pré-emurchecida, nas densidades 400 e 500 kg/m³. As

demais silagens saíram todas em estabilidade aeróbia com 72 horas; logo, estas foram às silagens mais estáveis do experimento. As silagens com polpa cítrica, nas densidades de 400 e 500 kg/m³ foram menos instáveis que as demais por causa da presença de ar e de uma maior quantidade de substrato para fermentação após abertura. Estas foram seguidas pelas silagens testemunha e pré-emurhecida, nas densidades de 400 e 500 kg/m³ que tiveram em estabilidade 12 horas após. Ashbell et al. (2002) informam que os principais fatores que influenciam na estabilidade aeróbia das silagens são as presenças de oxigênio e de substrato e a temperatura em que o volumoso está exposto.

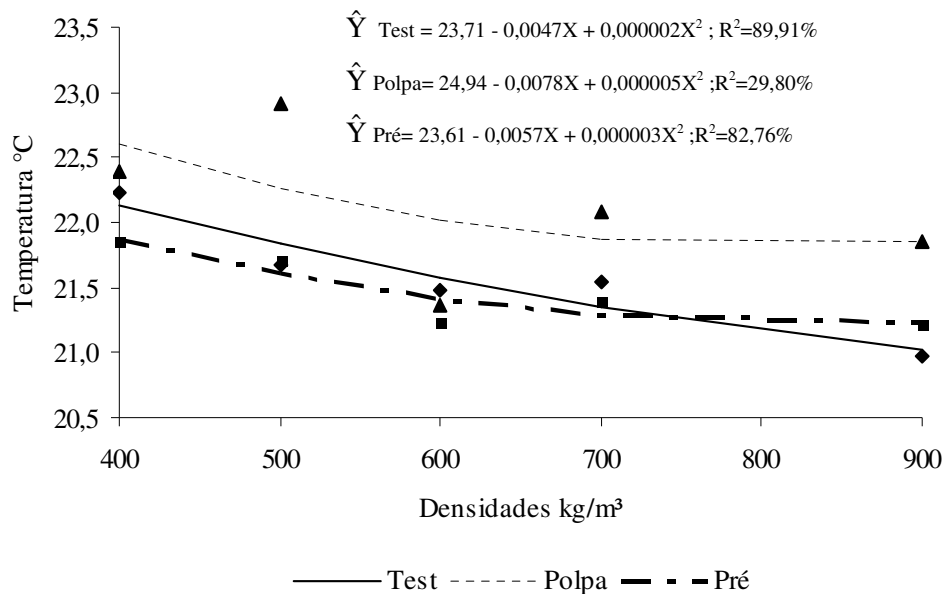


FIGURA 8. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação da elevação da temperatura na estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia submetidas em diferentes densidades.

Igarasi (2002) avaliou a estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia pela temperatura acumulada durante 5 dias após a abertura dos silos, constatando que o tratamento adicionado de polpa cítrica apresentou maior temperatura acumulada que a silagem controle, tal e qual o observado no presente estudo. Balsalobre et al. (2001) relataram que as silagens de capim-tanzânia picadas mais finamente e adicionadas de polpa cítrica apresentaram sensível tendência de menor estabilidade aeróbia quando comparadas aos tratamentos de maior partícula e sem a presença de polpa cítrica.

O desdobramento da interação dias x densidade mostra que à medida que foram passando os dias houve um acréscimo na temperatura das silagens testemunha, nas diferentes densidades (Figura 9). Logo, as densidades de 400 e 500 kg/m³ apresentaram maiores temperaturas no período de estudo da estabilidade aeróbia, seguidas pelas densidades 700; 600 e 900 kg/m³

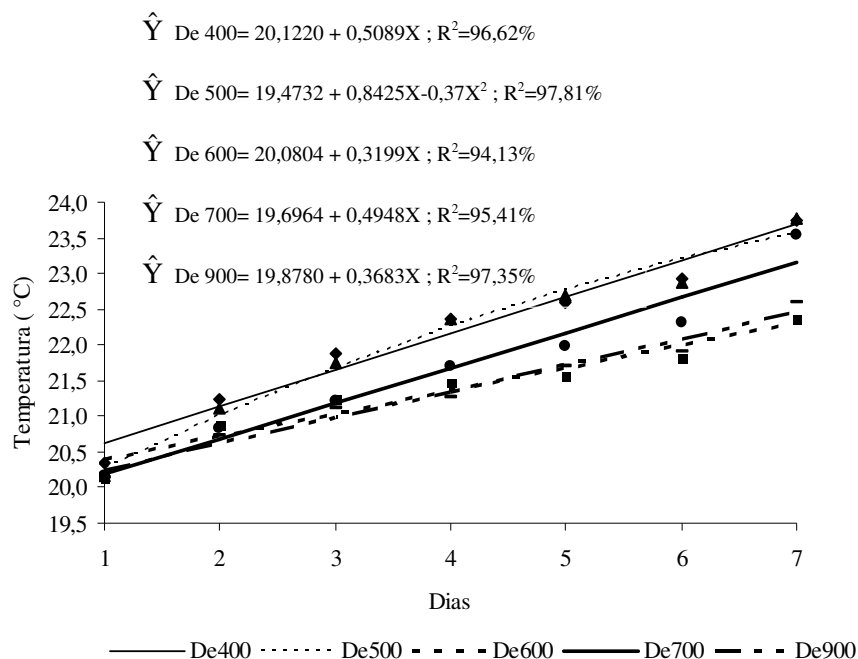


FIGURA 9. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação da elevação da temperatura na estabilidade aeróbia das silagens de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades nos primeiros sete dias após abertura dos silos.

Na Figura 10 encontram-se os dados de PB referentes ao período de estudo da estabilidade aeróbia. Observa-se que as silagens testemunha, com polpa cítrica e emurhecida apresentaram decréscimo nos teores de PB ($P < 0,01$) (Tabela 1A) no período de estudo da estabilidade aeróbia. Não houve diferenças significativas ($P > 0,05$) entre as três silagens (Tabela 1A). Um fator que também comprova a baixa estabilidade dessas silagens são os valores de pH, que sofreram aumento pronunciado após a abertura dos silos (Figura 13). Bernardes (2003) apresentou resultados semelhantes avaliando estabilidade aeróbia da silagem de capim-braquiária ‘Marandu’ com diferentes níveis de polpa cítrica

(0; 5 e 10%). O autor observou que os tratamentos com 10% de polpa cítrica não sofreram alteração em seus teores de PB, enquanto as silagens com 0 e 5% de polpa cítrica apresentaram decréscimo de PB com o decorrer do desabastecimento dos silos. Guim (1997), estudando estabilidade aeróbia das silagens de capim-elefante com e sem inoculante, percebeu que a partir do quarto dia de estabilidade é que as silagens não inoculadas tenderam a uma redução no teor de PB em relação às silagens com inóculo.

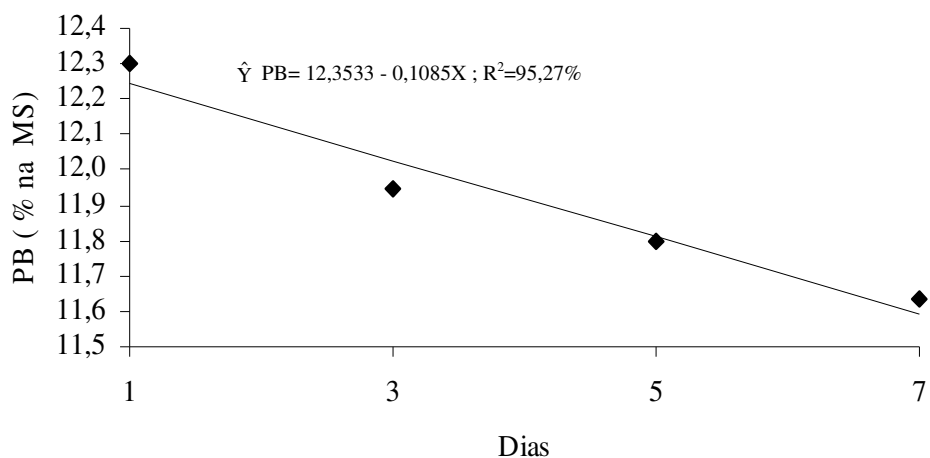


FIGURA 10. Representação gráfica, equação de regressão e coeficiente de determinação dos teores de PB das silagens de capim-tanzânia no decorrer da estabilidade aeróbia.

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 (Van Soest, 1994).

O comportamento dos valores observados para os teores de N-NH_3 está apresentado na Figura 11. Observa-se que houve interação entre dias x silagens de estabilidade aeróbia para os teores de N-NH_3 ($P < 0,01$) (Tabela 5A), com decréscimos quadráticos e lineares dos teores de N-NH_3 no decorrer dos período de avaliação da estabilidade aeróbia. As silagens emurchecida e testemunha apresentaram teores de N-NH_3 maiores que a silagem com polpa cítrica. A redução dos teores de N-NH_3 durante o período de exposição ao ar não deve ser atribuída à volatilização, pois mesmo depois de 7 dias de exposição ao ar os valores de pH não foram superiores a 6. Para isso, Guim (1997), estudando silagens de capim-elefante, apresentou resultados semelhantes quando os teores de N-NH_3 foram reduzindo à medida que foram passando os dias de avaliação da estabilidade aeróbia. Esse o autor sugere que pode ter ocorrido uma imobilização de N pelos fungos miceliares (em suas hifas), como N orgânico, após a abertura dos silos. Uma vez que a determinação do N-NH_3 foi feita no suco das silagens, essa imobilização de N pelos fungos filamentosos poderia impedir a sua passagem para o líquido, tornado-o cada vez mais pobre, proporcionalmente ao crescimento de hifas distribuídas uniformemente no sistema.

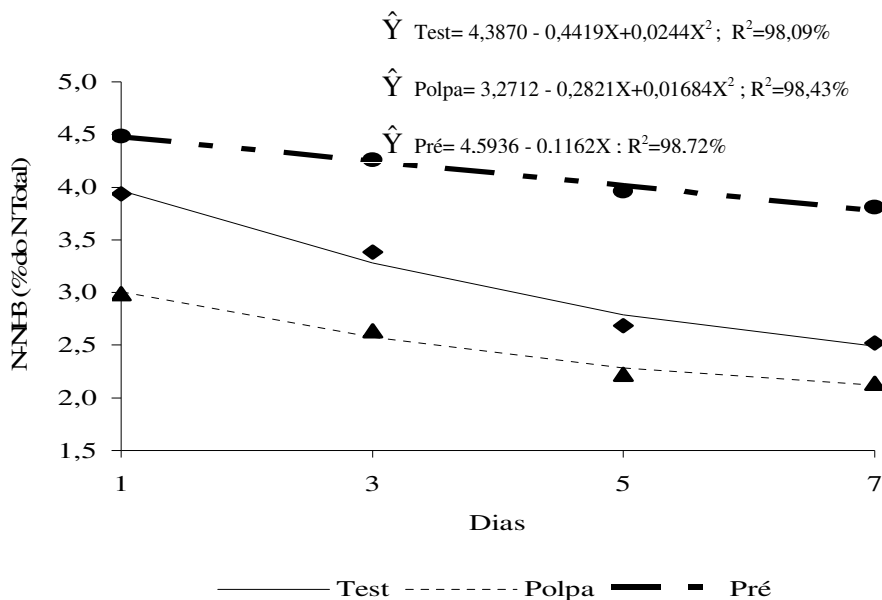


FIGURA 11. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos teores de N-NH₃ das silagens de capim-tanzânia no período de avaliação da estabilidade aeróbia.

Bernardes et al. (2004), avaliando a estabilidade aeróbia de silagens de capim-braquiaraõ como uso de benzoato de sódio nas doses de 0; 0,5; 1; 2 e 3g/kg de silagem, observaram decréscimo dos teores de N-NH₃ para todas as silagens, comportamento semelhante ao do presente estudo.

As análises das Figuras 12 e 13 evidenciam que no momento da abertura dos silos as silagens apresentavam diferentes valores de pH. Houve interação entre dias x silagens x densidade para as silagens com polpa cítrica e testemunha (P<0,05) (Tabela 5A). Na Figura 12 observa-se que o pH das silagens testemunha nas densidades de 400 e 500 kg/m³ aumentou lentamente até o dia 3 da estabilidade aeróbia, depois elevou-se de 4,39 para 5,06 e de 4,26 para 5,02,

respectivamente, com 7 dias de estabilidade aeróbia respectivamente. Para as outras densidades, 600, 700 e 900 kg/m³, observou-se um aumento linear nos valores de pH, saindo de 4,12 para 4,46; 4,06 para 4,39 e de 3,9 para 4,33, respectivamente, com 7 dias de estabilidade aeróbia, respectivamente. O aumento do pH das silagens pode estar relacionado ao consumo de ácido láctico pelos microrganismos deterioradores. Entretanto, houve diferença no comportamento do pH à medida que se aumentou a densidade. Possivelmente, a alta densidade alcançada proporcionou pequena porosidade, o que dificultou a oxigenação da silagem em camadas mais profundas do silo.

Ashbell e Lisker (1988), estudando a deterioração aeróbia de silagens de milho em silos tipo “bunker”, encontraram resultados semelhantes, sendo que nas camadas mais profundas o pH apresentou menores valores em relação à camada da superfície, podendo ter sido por diferença de densidade.

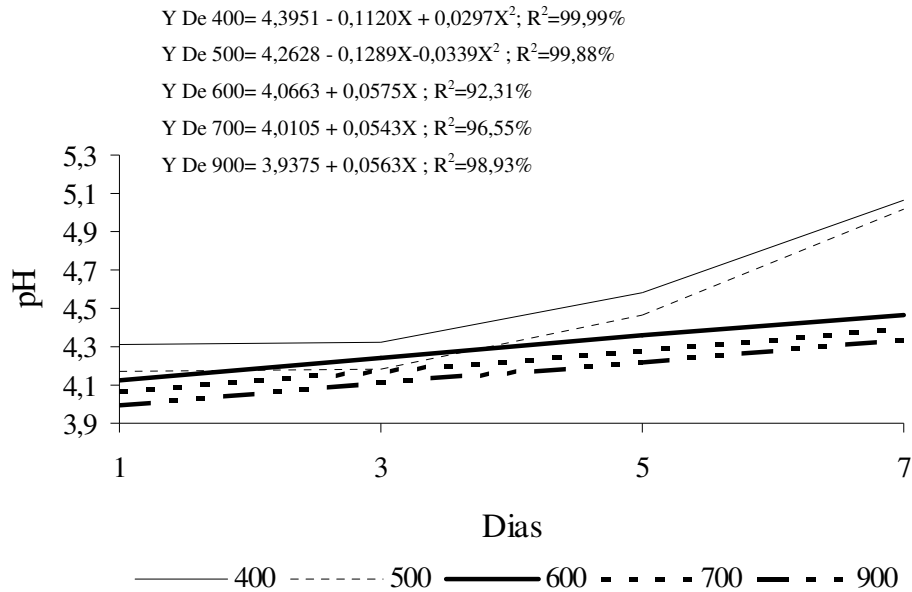


FIGURA 12. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos valores de pH na estabilidade aeróbia das silagens testemunhas de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

Na análise da Figura 13 observa-se que o pH das silagens com polpa cítrica nas densidades 400 e 500 kg/m³ aumentou lentamente, tal e qual nas silagens testemunha, até o dia 3 da estabilidade aeróbia, depois elevou-se de 4,22 para 5,02 e de 4,09 para 5,09, respectivamente, com 7 dias de estabilidade aeróbia. Para as densidades de 600 e 700 kg/m³, observou-se um aumento linear do pH, de 3,81 para 4,32 e de 3,79 para 4,22, respectivamente, com 7 dias de estabilidade aeróbia. Para a densidade 900 kg/m³ não houve interação entre dias da estabilidade aeróbia.

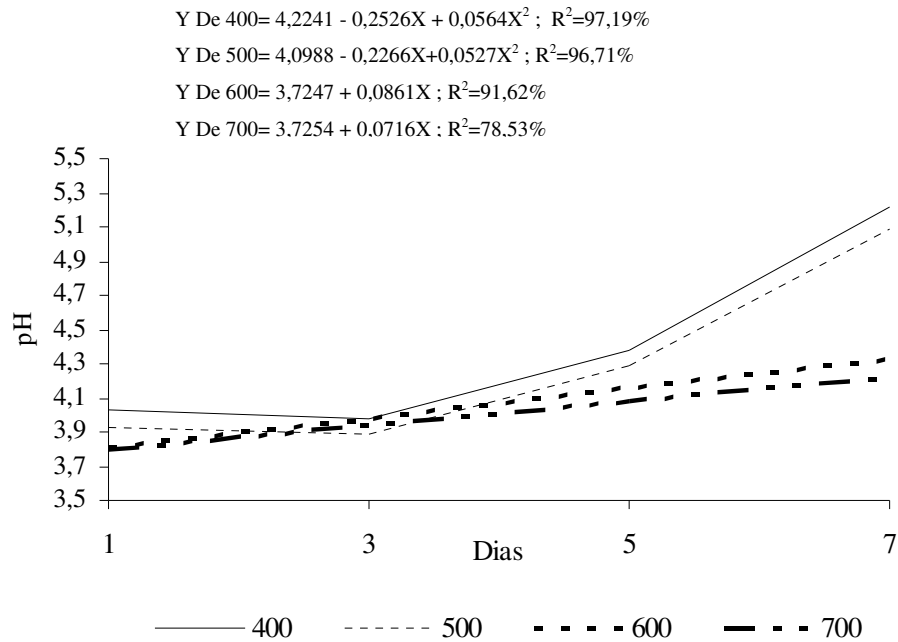


FIGURA 13. Representação gráfica, equações de regressão e coeficientes de determinação dos valores de pH na estabilidade aeróbia das silagens com polpa cítrica de capim-tanzânia submetidas a diferentes densidades.

Guim (1997), avaliando a deterioração de silagens de capim-elefante por um período de oito dias de exposição, também verificou elevação dos valores de pH, passando de 3,9, na abertura, para 5,8, no oitavo dia de aeração. Lindgren et al. (1985), trabalhando com silagens de gramínea em silos tipo “bunker”, encontraram 4,0 vs 6,4; 4,0 vs 4,5 e 4,0 vs 4,0 para as silagens no momento da abertura e após oito dias de exposição ao ar, nas camadas de 0-15 cm; 40-60 cm e 140-160 cm, respectivamente. Neste mesmo estudo, foi verificado que na camada mais profunda (140-160 cm) houve redução significativa na população

de leveduras, bacilos e enterobactérias, mostrando o potencial alteração do volumoso que esses microrganismos provocam.

Deve-se ressaltar que o consumo de ácido lático pelos microrganismos que iniciam o processo de deterioração, além de promover nichos favoráveis aos microrganismos subseqüentes, também provoca redução no valor nutricional do alimento. De acordo com Chamberlain (1987), dos produtos da fermentação o ácido lático é melhor se utilizado no ambiente ruminal. A bactéria ruminal *Megasphaera elsdenii*, responsável pelo metabolismo do lactato, produz 2 ATPs quando o ácido é fermentado, o que pode levar a uma contribuição para manutenção e crescimento de microrganismos, enquanto os ácidos acético e butírico não são aproveitados pelos microrganismos ruminais (Van Soest, 1994; Russell e Rychlik, 2001).

5 CONCLUSÕES

O aumento da densidade resultou em decréscimo nos valores de pH e teores de N-amoniacoal. As maiores densidades apresentam teores de pH dentro da faixa ideal.

A presença da polpa cítrica e a realização do pré-emurhecimento reduziu as perdas por efluente e gás em relação à testemunha. À medida que aumenta a densidade há um acréscimo na quantidade de efluente e decréscimo nas perdas por gás, nas silagens com polpa cítrica e testemunha.

As silagens com densidades 400 e 500 kg/m³ que recebem polpa cítrica são menos estáveis que as demais, acompanhadas pelas silagens testemunha e pré-emurhecida nas mesmas densidades.

A presença do aditivo polpa cítrica, nas densidades 400 e 500 kg/m³, resulta em aumento da temperatura em relação as outras silagens, resultando em uma menor estabilidade aeróbia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD ROM.
- AGUIAR, R. N. S.; CRESTANA, R. F.; NUSSIO, L. G.;. 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: SBZ, 2001. 1 CD ROM.
- ALBERTO, G.; PORTELA, J. S.; OLIVEIRA, O. L. P. de. Efeito da adição de grão de sorgo moído e do emurchecimento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum). **Revista da Sociedade Brasileiro de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 22, n. 1, p.1-11, jan./fev.1993.
- ANDRADE, J. B. **Efeitos da adição de rolão de milho, farelo de trigo e sacharina na ensilagem capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum).** 1995. 190 p.Tese (Doutorado) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu.
- ARONOVICH, S. Capim colônião e outros cultivares de *Panicum maximum* Jacq. - introdução e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. P1-20.
- ASHBELL, G., LISKER, N. Aerobic deterioration in maize silage stored in a bunker silo under farm conditions in a subtropical climate. **Journal of Science and Food Agriculture**, v. 45, p. 307-315, 1988.
- ASHBELL, G.; WEINBERG, Z. G.; HEN, Y.; FILYA, I. The effects of temperature on the aerobic stability of wheat and corn silages. **Journal Industrial Microbiology and Biotechnology**, New York, v. 28, n. 5, p. 261-263, May 2002.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analyses**. 13. ed. Washington, DC, 1980. 1015 p.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analyses**. 15. ed. Virginia, 1990. v. 1, 648 p.

BALSALOBRE, M. A. A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JUNIOR, 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: SBZ, 2001, p. 890-911.

BARROS, C. O. **Produção e qualidade da forragem do capim-tanzânia estabelecido com milheto, sob três doses de nitrogênio**. 2000. 72 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

BARBOSA, R. A.; EUCLIDES, V. P. B. Valores nutritivos de três ecotipos de *Panicum maximum*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 53-55.

BEM-GHEDALIA, D.; MIRON, J.; YOSEF, E. Fermentation of alfalfa silages with ozonated cotton stalks added. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 39, n. 11, p. 2002-2005, Nov. 1991.

BERNARDES, T. F. **Características fermentativas, microbiológicas e químicas do capim-marandu (*Brachiaria brizantha*) (Hochst ex A.Rich) Stapf c.v.Marandu) ensilado com polpa cítrica peletizada**. 2002, 108 P. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

BERNARDES, T. F.; SILVEIRA, R. N, COAN, R. M. Uso do benzoato de sódio na ensilagem de capim-marandu: Estabilidade aeróbia da Ração total e da silagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande. **Anais....** Campo Grande: SBZ, 2004. 1 CD-ROM.

BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.. Produção e características do efluente da silagem de capim-elefante com diferentes níveis de casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Normas climatológicas: (1961-1990)**. Brasília: MA/SNI/DNMET, 1992. 84 p.

BURGHARDI, S. R., GOODRICH, R.D., MEIKE, K. C. Evaluation of corn silage treated with microbial additives. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 50, n.4, p. 729-736, 1980.

BURSTEDT, E.; MURPHY, M. Relationship between silage based diets and feed conversion. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p. 41-50

CARVALHO, M. M.; MARTINS, C. E.; VERNEQUE, R da S.; SARAIVA, C. Resposta de uma espécie de braquiária à fertilização com nitrogênio e potássio em um solo ácido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 15, n. 2, p.195-200, maio/ago. 1992.

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

CHAMBERLAIN, D. G. The silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. **Process Biochemistry**, Oxford, v. 22, n. 2, p. 60-63, Apr. 1987.

COAN, R. M. **Inoculante enzimático-bacteriano, composição química e parâmetros de fermentação das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça**. 2001. 38 p. Dissertação (Mestrado em produção animal) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO ESTADO DE MINAS GERAIS. **Recomendação para uso de corretivos e fertilizantes de Minas Gerais: 5 aproximação**. Viçosa, MG, 1999. 359 p.

CORLETT JUNIOR, D. A.; BROWN, M. H. pH and acidity. In: _____. **Microbial ecology of foods**. New York: Academic Press, 1980. p. 92-111.

CORRÊA, L. A.; CORDEIRO, C. A. **Silagem de capim como estratégia de manejo intensivo de Pastagens**. São Carlos: Embrapa, 2000. 6 p. (Embrapa Pecuária Sudeste, 26).

CORRÊA, L. A.; POTT, E. B. Silagem de capim. In: SIMPÓSIO DE FORRAGICULTURA E PASTAGENS, 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2001. p. 255-271.

COSTA, N. de L.; OLIVEIRA, J. R. da C. Produção de forragem e composição química de *Panicum maximum* cv. Tobiata em diferentes idades de corte In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1994, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 369.

CRESTANA, R. F., AGUIAR, R. N. S., BALSALOBRE, M. A., et al. Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001, p.354.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília, 1999. 412 p.

EUCLIDES, V. P. B. **Valor alimentício de espécies forrageiras do gênero *Panicum***. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FELAQ, 1995. p. 21-58.

EVANGELISTA, A. R.; SILVA, L. V.; CORREIA, L. F. A.; Efeito de diferentes níveis de polpa cítrica, como aditivo, na silagem de capim-Napier (*Pennisetum purpureum* Schum. Cv. Napier). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., 1996. Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p. 354-355.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; BERNARDES, T. F. Características da silagem do capim-estrela roxa (*Cynodon nlemflensis* (L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: SBZ, 1999. 1 CD-ROM.

EVANGELISTA, A. R.; LIMA, J. A.; SILVA, C. L.; BERNARDES, T. F.; OLIVEIRA, S. G. Aditivos na silagem de coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). I- Sacharina e fubá de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa-MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

EVANGELISTA, A. R.; DE LIMA, J. A de; SIQUEIRA, .R. Aditivo na ensilagem de Coast cross (*Cynodon dactylon* Pers) 1. Farelo de trigo e pré-secagem. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba . **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 71-72.

FERRARI J. R. E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista da Sociedade Brasileiro de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 30, n. 5, p.1424-1431, set./out. 2001.

FERREIRA, J. J.; SILVA, J. F. C. da.; GOMIDE, J. A. Efeito do estágio de desenvolvimento, do emurhecimento e da adição de raspa de mandioca sobre o valor nutritivo da silagem do capim elefante. **Experientiae**, Viçosa, MG, v. 17, n. 5, p. 85-108, mar. 1974.

FERREIRA, D. F. SISVAR. Sistema de análise de variância para dados balanceados. Lavras: UFLA, 1999.

GOMIDE, J. A.; COSTA, G.G. Adubação nitrogenada e consorciação de capim-colonião e capim-jaraguá. III. Efeito de níveis de nitrogênio sobre a composição mineral e digestibilidade da MS das gramíneas. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 13, n. 2, p. 215-224, mar./abr. 1984.

GORDON, C. H. Storage losses in silage affected by moisture content and structure. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 50, n. 3, p. 397-403, Mar. 1967.

GREENHILL, W. L. Plant juice in relation to silage fermentation. II Factors affecting the release of juice. **Journal of the British Grassland Society**, London, v. 19, n. 2, p. 231- 236, 1964.

GUIM, A. **Estabilidade aeróbia de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurhecido e tratado com inoculante microbiano.** 1997, 89 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Jabotical, 1997. 86 p.

HAIGH, P. M.; CHAPPLE, D.G.; POWELL, T. L. Effects of silage additives on big-bale grass silage. **Grass and Forage Science**, London, v. 51, n. 3, p. 318-323, Sept. 1996.

HALL, M. B. Recent advances in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows, In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE. 2., 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. p.139-148.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob os 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) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

JANK, L. Melhoramento e Seleção de variedades de *Panicum maximum*. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 12., 1995, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 21-52.

JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M. T.; COSTA, J. G. C. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p. 433-440, maio/jun. 1994.

JONES, D. I. H.; JONES, R. the effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, London, v. 60, n. 2, p. 73-81, Feb.1995

KEADY, T. W.; O'KIELY, P. An evolution of the effects of the nitrogen fertilization of the grassland on silage fermentation, in silo losses, effluent production and stability. **Grass and Forage Science**, London, v. 51, n. 4, p. 350-362, Dec. 1996

KUNG., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., Piracicaba, 2000. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 53-74.

LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamentos sobre a composição química e valor nutritivo das silgens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)**. 1981. 304 p. Tese (Livre-Docência) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DO CAPIM ELEFANTE, 10., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ/ESALQ, 1994. p. 169-275.

LIDGREN, S.; PETTERSSON, K.; KASPERSON, A.; Microbial dynamics during aerobic deterioration of silages. **Journal Science Food Agriculture**, London, v. 36, n. 8, p. 765-774, Aug. 1985.

LIMA, J. A.; EVANGELISTA, A. R.; OLIVEIRA, S. G.; SILVA, C. L.; BERNARDES, T. F. Aditivos na silagem de coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). II- Farelo de trigo e polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SBZ, 2000. 1 CD-ROM.

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. Cameroon**. Viçosa, 200. Dissertação(Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

McDONALD, P. **The Biochemistry of silage**. New York: J. Wiley, 1981. 207 p.

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

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

MONTEIRO, F. A. Silagem pré-secada. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., 1999, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1999. p. 97-122.

MOSER, L. E. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: MOORE, J. K.; KRAL, D. M.; VINEY, M. K. (Ed.). **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Madison: CSSA/ASA, 1995. p. 1-19.

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

NARCISO SOBRINHO, J. **Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) em três estádios de maturidade, submetido ao emurchecimento**. 1998. 132 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

NISHINO, N.; YOSHIDA, M.; SHIOTA, H.; SAKAGUCHI, E. Accumulation of 1,2-propanediol and enhancement of aerobic stability in whole crop maize silage inoculated with *Lactobacillus buchneri*. **Journal of Applied Microbiology**, v.94, p.800-807, 2003.

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: SBZ, 2002. p. 60-99.

OLIVEIRA, I. P.; KLUTHCOUSKI, J.; YOKOYAMA, L. P. **Sistema Barreirão**: recuperação/renovação de pastagens degradadas em consórcio com culturas anuais. Goiânia: EMBRAPA/CNPAP/APA, 1996. 90 p. (EMBRAPA-CNPAP. Documento, 64).

PEDREIRA, M. S.; MOREIRA, A. L.; REIS, R. A.; COAN, R. M.; SILVEIRA, R. N.; AZEVEDO, P. T.; FIGUEREDO, P. Características químicas e fermentativas do tifton 85 (*Cynodon* spp.) ensilado com diferentes conteúdos de matéria seca e níveis de polpa cítrica. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. 1 CD-ROM.

PEDROSO, A. F. **Aditivos químicos e microbianos no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-deaçúcar (*Saccharum officinarum* L.)**. 2003. 122 p. Tese (Doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PERES, J. R. **Avaliação da polpa de cítrus seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpurum* Schum).** 1997. 82 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

PLAYNE, M. J.; McDONALD, P. The buffering constituents of herbage. **Journal of Food Science and Agriculture**, Barking, v. 17, n. 6, p. 264-268, June 1966.

RANJIT, N. K.; KUNG JUNIOR, L. The effects of lactobacillus buchneri, lactobacillus plantarum, or a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n.3, p.526-535, Mar. 2000.

RODRIGUES, P. H. M.; ANDRADE, S. J. T.; ALMEIDA, T. F. Valor nutritivo de silagens inoculadas com bactérias ácido lácticas. . In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p. 915-916.

RUGGIERO, A. J.; FREITAS, K. R.; ROSA, B. Determinação da matéria seca de forrageiras pelo método de microondas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2000, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. 1 CD-ROM.

RUIZ, R. L. **Microbiologia zootécnica.** São Paulo: Roca, 1992. 314 p.

RUPPEL, K. A.; PITT, R. E.; CHASE, L. E.; GALTON, D. M. Bunker silo management and its relationship to forage preservation on dairy farms. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 1, p. 141-153, Mar. 1995.

RUSSELL, J. B.; RYCHLIK, J. L. Factors that alter rumen microbial ecology. **Science**, Washington, v. 292, n. 5519, p. 1119-1122, May 2001.

SANTOS, P. M. **Estudo de algumas características agronômicas de *Panicum maximum* (Jacq.) cvs. Tanzânia e Mombaça para estabelecer seu manejo.** 1997. 62 p. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba.

SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: EMBRAPA/CNPGC, 1990. 68 p. (EMBRAPA/CNPGC. Documentos, 44).

SILVA, C. L. **Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos**. 2002. 83 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG:UFV, 1990. 166 p.

SILVA, D. J. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: UFV, 1998. 166 p.

SILVA, S. C. Manejo de plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setaria*. In: **Volúmosos Para Bovinos**. 2. ed. Piracicaba: FEALQ, 1995. p. 29-57.

SILVEIRA, A. C. Técnicas para produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 2., 1976, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1976. p. 156-180.

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A. two-stage technique for the “ *in vitro* ” digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, Alberysturyth, v.18, n.2, p. 104-111, june, 1963.

TOSI, H. **Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cultivar Taiwan A-148, conservado nas formas de silagem e feno**. 1978. 92 p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal.

TOSI, P.; MATTOS, W. R. S.; TOSI, H.. Avaliação do Capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) Cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 28, n.5, p. 947-954, set./out. 1999

UMAÑA. R.; STAPLES, C. R.; BATES, D. B.; Wilcox, C. J.; MAHANNA, W. C. Effects of the digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. **Journal of Annual Science**, Champaign, v. 69, n. 11, p. 4588- 4601, Nov.1991.

VAN SOEST, P. **Nutritional ecology of the ruminant**. New York: [s. n.], 1994. 476 p.

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

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

VILELA, D. **Avaliação nutricional da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) submetido a emurchecimento e adição de uréia na ensilagem**. 1989. p. Dissertação (Doutorado) -Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

VILELA, E. A.; RAMALHO, M. A. P. Análise das temperaturas e precipitações pluviométricas de Lavras, Minas Gerais. Lavras, **Ciência e Prática**, Lavras, v. 3, n. 1, p. 71-79, jan./jun. 1979.

WOOLFORD, M. K. The detrimental effects of air on silage. **Journal Applied Bacteriology**, Farnham Royal, v. 68, n. 10, p. 101-116, Oct. 1989.

WOOLFORD, M. K. The problem of silage effluent. **Herbage Abstracts**, v. 48, p. 397-403, 1978.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: [s. n.], 1984. 305 p.

WYSS, U. Influence of inoculation and pré-wilting of extensively used grass on silage quality. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: SUAS, 1999a. p. 125-126.

ANEXOS

ANEXO A	Página
TABELA 1A. Resumo das análises de variância de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) das silagens de capim-tanzânia.....	72
TABELA 2A. Resumo das análises de variância da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (Hem), das silagens de capim-tanzânia.....	72
TABELA 3A. .Resumo das análises de variância de Lignina e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) das silagens de capim-tanzânia.....	73
TABELA 4A. Resumo das análise de variância do N - FDN e N - FDA (MS%) das silagens de capim-tanzânia.....	73
TABELA 5A. Resumo das análises de variância de N – Amoniacal (N-NH ₃) e pH das silagens de capim-tanzânia.....	73
TABELA 6A. Resumo das análises de variância das produções de efluente e de gás das silagens de capim-tanzânia.	74
TABELA 7A. Resumo das análises de variância da temperatura (°C) das silagens de capim-tanzânia.....	74
TABELA 8A. Resumo das análise de variância poder tampão, das silagens de capim-tanzânia.....	75
TABELA 9A. Resumo das análises de variância do desdobramento da interação de Dia dentro de cada nível de: silagem x densidade, para o pH das silagens de capim-tanzânia.....	75

TABELA 10A. Valores médios de proteína das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.....	76
TABELA 11A. Valores médios de N-amoniaco das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.....	76
TABELA 12A. Valores médios de pH das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.....	76

TABELA 1A. Resumo das análises de variância de matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios	
		MS	PB
Bloco	1	8,8397 ^{ns}	0,2548 ^{ns}
Silagem (S)	2	1242,1319 **	27,1888 **
Densidade (De)	4	22,2243 ^{ns}	0,1269 ^{ns}
S x De	8	11,2294 ^{ns}	2,5910 **
Erro (a)	14	7,2569	0,1253
Dia (D)	3	20,4162 **	4,9399 **
D x S	6	1,0662 ^{ns}	0,0799 ^{ns}
D x De	12	1,1831 ^{ns}	0,2202 ^{ns}
D x S x De	24	0,8127 ^{ns}	0,2380 ^{ns}
Erro (b)	165	2,3985	0,1666

** (P<0,01); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 2A. Resumo das análises de variância da fibra em detergente neutro(FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose (Hem), das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios		
		FDN	FDA	Hem
Bloco	1	8,0615 ^{ns}	4,7320 ^{ns}	10,3667 ^{ns}
Silagem (S)	2	225,2288 **	57,1855 **	26,8235 ^{ns}
Densidade (De)	4	5,0621 ^{ns}	3,5232 ^{ns}	38,7753 *
S x De	8	5,2293 ^{ns}	4,1378 ^{ns}	14,2830 ^{ns}
Resíduo	44	4,2338	2,0168	13,7334

** (P< 0,01); * P(<0,05) ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 3A. Resumo das análises de variância de Lignina e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS), das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios	
		DIVMS	Lignina
Bloco	1	162,1313 **	4,9824 ^{ns}
Silagem (S)	2	172,0942 **	0,2770 ^{ns}
Densidade (De)	4	4,6755 ^{ns}	0,2560 ^{ns}
S x De	8	15,3539 ^{ns}	1,2316 ^{ns}
Resíduo	44	9,8673	1,2350

** (P< 0,01); * (P< 0,05); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 4A. Resumo das análises de variância do N - FDN e N - FDA (MS%), das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios	
		N - FDN (MS)	N - FDA (MS)
Bloco	1	0,5171 ^{ns}	0,5137 ^{ns}
Silagem (S)	2	4,0238 **	0,2962 ^{ns}
Densidade (De)	4	0,9263 **	0,8053 ^{ns}
S x De	8	0,2031 ^{ns}	0,0419 ^{ns}
Resíduo	44	0,2266	0,3688

** (P< 0,01); * (P< 0,05); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 5A. Resumo das análises de variância de N – Amoniacal (N-NH₃) e pH, das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios	
		N-NH ₃	pH
Bloco	1	0,0310 ^{ns}	0,3760 ^{ns}
Silagem (S)	2	54,1720 **	1,9218 **
Densidade(De)	4	4,0450 **	1,0744 **
S x De	8	0,4833 **	0,0928 ^{ns}
Erro (a)	14	0,0569	0,0679
Dia (D)	3	12,0594 **	2,6267 **
D x S	6	0,6849 **	0,3846 **
D x De	12	0,0402 ^{ns}	0,1879 **
D x S x De	24	0,0676 ^{ns}	0,0549 *
Erro (b)	165	0,0534	0,0297

** (P< 0,01); * (P< 0,05); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 6A. Resumo das análises de variância das produções de efluente e de gás das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrado Médios	
		Efluente	Gás
Bloco	1	179,1406 ^{ns}	0,0056 ^{ns}
Silagem (S)	2	31555,7445 **	544,7223 **
Densidade (De)	4	12390,7276 **	12,3086 **
S x De	8	1052,2439 **	4,7507 **
Resíduo	44	50,2602	1,2509

** (P< 0,01); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 7A. Resumo das análises de variância da temperatura (°C) das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrado Médios
Bloco	1	0,0595 ^{ns}
Silagem (S)	2	16,7524 **
Densidade (De)	4	12,7308 **
S x De	8	2,3552 **
Erro (a)	14	0,0152
Dia (D)	6	57,8731**
D x S	12	2,1649**
D x De	24	0,6896**
D x S x De	48	0,3628 ^{ns}
Erro (b)	300	0,3324

** (P< 0,01); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 8A. Resumo das análises de variância do poder tampão, das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios
Silagem (S)	2	28,0261 **
Resíduo	15	0,1935

** (P< 0,01).

TABELA 9A. Resumo das análises de variância do desdobramento da interação Dia dentro de cada nível de: silagem x densidade, para o pH, das silagens de capim-tanzânia.

FV	GL	Quadrados Médios
Dia d. T1 400	3	0,4952 **
Dia d. T1 500	3	0,6394 **
Dia d. T1 600	3	0,0955 *
Dia d. T1 700	3	0,0813 *
Dia d. T1 900	3	0,0853 *
Dia d. T2 400	3	1,3618 **
Dia d. T2 500	3	1,2891 **
Dia d. T2 600	3	0,2159 **
Dia d. T2 700	3	0,1742 **
Dia d. T2 900	3	0,0309 ^{ns}
Dia d. T3 400	3	0,0475 ^{ns}
Dia d. T3 500	3	0,0069 ^{ns}
Dia d. T3 600	3	0,0301 ^{ns}
Dia d. T3 700	3	0,0134 ^{ns}
Dia d. T3 900	3	0,0204 ^{ns}
Resíduo	165	0,0297

** (P< 0,01); ^{ns} não significativo (P>0,05).

TABELA 10A. Valores médios de proteína das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.

Silagens	Densidades				
	400	500	600	700	900
Testemunha	12,47 b	11,60 a	11,63 a	11,17 a	11,73 a
Polpa Cítrica	12,44 b	12,58 b	12,65 b	12,77 c	12,44 b
Pré-emurhecida	10,96 a	11,58 a	11,44 a	11,58 b	11,75 a

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, são estatisticamente iguais pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

TABELA 11A. Valores médios de N - Amoniacal das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.

Silagens	Densidades				
	400	500	600	700	900
Testemunha	3,47 b	3,25 b	3,08 b	2,98 b	2,88 b
Polpa Cítrica	2,69 a	2,65 a	2,49 a	2,37 a	2,29 a
Pré-emurhecida	4,62 c	4,50 c	4,28 c	3,71 c	3,54 c

Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade

TABELA 12A. Valores médios de pH das silagens de capim-tanzânia em cada densidade.

Silagens	Densidades				
	400	500	600	700	900
Testemunha	4,57 a	4,46 a	4,30 ab	4,23 ab	4,16 b
Polpa Cítrica	4,40 a	4,30 a	4,07 a	4,01 a	3,89 a
Pré-emurhecida	4,52 a	4,47 a	4,47 b	4,38 b	4,34 b

Médias seguidas de diferentes letras, na coluna, diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.