

Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”

**UTILIZAÇÃO DE GLIFOSATO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM
EMURCHECIDA DE *Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Xaraés.**

Mariele Santana Camargo

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração:
Ciência Animal e Pastagens.

Piracicaba
2006

Mariele Santana Camargo
Zootecnista

**UTILIZAÇÃO DE GLIFOSATO NA PRODUÇÃO DE SILAGEM EMURCHECIDA DE
Brachiaria brizantha, Stapf. cv. Xaraés.**

Orientador:
Prof. Dr. **LUIZ GUSTAVO NUSSIO**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Agronomia. Área de concentração: Ciência
Animal e Pastagens.

Piracicaba
2006

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - ESALQ/USP

Camargo, Mariele Santana

Utilização de glifosato na produção de silagem emurcheçada de *Brachiaria brizantha*,
Stapf. cv. Xaraés / Mariele Santana Camargo. - - Piracicaba, 2006.
101 p.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2006.

1. Capim Xaraés 2. Desidratação 3. Gramínea 4. Pesticida 5. Silagem I. Título

CDD 633.2

“Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor”

À minha filha Marina, pela singeleza de seu sorriso, que me ensinou o que é a grandeza do amor materno, e pela confiança (Minha capacidade de amar, eu te dedico).

Aos meus pais, Célia e José João, por viverem comigo meus sonhos, refletindo em ações o amor que sempre me dedicaram, seja através de incentivos ou apoio.

Ao Natan, companheiro dedicado na presença, além de paciente e tolerante.

Aos meus irmãos, Keli e Guto, pelas mais difíceis lições de convivência, mas, sobretudo, pelo prazer do desenvolvimento comum.

DEDICO

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Nussio, pela oportunidade, orientação na elaboração e condução do projeto e acompanhamento em todas as atividades desenvolvidas durante o curso.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), especialmente ao Departamento de Zootecnia /Setor de Ruminantes.

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pela concessão da bolsa de estudos e pelo financiamento do projeto através dos recursos disponibilizados na reserva técnica.

Ao Prof. Dr. Durval Durado Neto, pela concessão de utilização comum da área experimental, e ao Eng^o Agrônomo Euro Roberto Detomini.

Ao Prof. Dr. Irineu Umberto Packer e ao amigo Fabyano Fonseca e Silva, pela valiosa ajuda, sugestões, e paciência, na análise estatística dos dados.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia pelos ensinamentos, orientação e amizade.

Ao funcionário do Laboratório de Bromatologia do Departamento de Zootecnia, Carlos César Alves, pela colaboração, paciência e amizade durante as análises laboratoriais.

À Dra. Carla Nussio e ao Dr. Fábio P. Campos pelo constante auxílio nas tarefas laboratoriais e amizade.

A todos os estagiários que passaram pelo Departamento durante a condução dos experimentos, participando das atividades.

Aos amigos, da equipe de Qualidade e Conservação de Forragens, Marta, Maity, Vanessa, Sérgio Gil (Porção), Patrick, Oscar (Ataq), Solidete, Daniele, Lucas, José Leonardo, Biribol, Daniel, pela convivência, aprendizado e solicitude no auxílio durante a condução das atividades do curso.

Aos amigos Mariana, Maurício e Rafael, pelos momentos bem vividos de descontração.

As amigas Cida, Aline, Déia e Vânia, que sempre participaram, mesmo distantes, de toda minha trajetória.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia, que participaram na condução dos experimentos.

A todos aquele que de alguma forma contribuíram na realização deste trabalho, inclusive aos que brevemente passaram, e ao passar ficaram, através de uma colocação pertinente ou debochada, ou ainda que se fizeram sentir por um olhar de crédito ou compreensão.

À Deus, pela presença constante e arrimo nos momentos difíceis.

A todos, meu muito obrigada!

SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE TABELAS	11
LISTA DE ABREVIATURAS.....	13
1 INTRODUÇÃO	14
2 DESENVOLVIMENTO	16
2.1 Revisão Bibliográfica.....	16
2.1.1 A espécie forrageira	16
2.1.2 Potencial para ensilagem	18
2.1.3 Emurchecimento de forragens	22
2.1.4 Condicionadores de perda de água	26
2.1.4.1 Condicionamento mecânico	27
2.1.4.2 Condicionamento químico	28
2.1.5 Glifosato	31
2.2 Material e métodos.....	35
2.2.1 Espécie vegetal e local do experimento	35
2.2.2 Instalação e condução do experimento	36
2.2.3 Delineamento experimental.....	38
2.2.4 Procedimento experimental.....	38
2.2.5 Determinações	41
2.2.5.1 Matéria seca.....	41
2.2.5.2 Determinação das perdas por gases, efluentes e recuperação de MS	42
2.2.5.3 Condutividade elétrica	43
2.2.5.4 Atividade de água.....	43
2.2.5.5 Poder tampão e pH	43
2.2.5.6 Tamanho de partícula.....	44
2.2.5.7 Extrato aquoso	45
2.2.5.8 Carboidratos solúveis	45

2.2.5.9 Análises químico-bromatológicas	46
2.2.5.10 Glifosato e AMPA	47
2.2.6 Estabilidade aeróbia	48
2.2.7 Análise estatística	49
2.3 Resultados e discussão.....	51
2.3.1 Produção e composição bromatológica do capim Xaraés.....	51
2.3.2 Emurhecimento	53
2.3.3 Ensilagem.....	60
2.3.4 Recuperação de MS, perdas por gases e efluentes.....	61
2.3.5 Parâmetros físicos das silagens: tamanho de partícula, condutividade elétrica e atividade de água	66
2.3.6 Composição químico-bromatológica da silagem	69
2.3.7 Estabilidade aeróbia	81
3 CONCLUSÕES	86
REFERÊNCIAS.....	87

RESUMO

Utilização de glifosato na produção de silagem emurchecida de *Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Xaraés.

O experimento teve por objetivo avaliar diferentes estratégias de manejo para ensilagem do capim Xaraés (*Brachiaria brizantha*, Stapf., cv Xaraés), considerando os reflexos destas sobre a composição químico-bromatológica e estabilidade aeróbia das silagens obtidas. Os tratamentos foram assim definidos: Controle - corte e ensilagem; Em - ceifa, emurchecimento (5 horas) e ensilagem; Glifosato 0h+Em - aplicação de glifosato (3 mL/1,5L H₂O), ceifa, emurchecimento (5 horas) e ensilagem; Glifosato 24h+Em - aplicação de glifosato, ceifa após aproximadamente 24 horas da aplicação, emurchecimento (5 horas) e ensilagem; Glifosato 72h+Em - aplicação de glifosato, ceifa 72 horas após a aplicação, emurchecimento (5 horas) e ensilagem; Glifosato 72h - aplicação de glifosato, corte 72 horas após a aplicação, e ensilagem. Confirmando a tendência típica de gramíneas tropicais a forragem apresentou, originalmente, baixo teor de MS e de carboidratos solúveis. Características como produtividade, PB, fração fibrosa e digestibilidade apontam para sua utilização como silagem através de alternativas capazes de contornar os problemas relativos a alta umidade. Em relação às características das silagens obtidas, os tratamentos não se mostraram efetivos na elevação do teor de MS aos níveis preconizados, resultando em silagens com alto teor de N-NH₃, AGV's, e redução sensível das frações solúveis em favor das fibrosas. Como consequência disto, a estabilidade aeróbia das silagens foi alta, com degradação evidente apenas nas frações fibrosas. De forma geral, o emurchecimento determinou melhoria nas silagens quando comparadas as silagens não emurchecidas ($P < 0,05$), mesmo não tendo sido atingido o teor de MS planejado. A aplicação do glifosato não determinou alterações consistentes em relação às variáveis analisadas ($P > 0,05$), com exceção para a redução da proteólise durante a fermentação.

Palavras-chave: Capim Xaraés, silagem, emurchecimento, glifosato, estabilidade aeróbia

ABSTRACT

Glyphosate on the production of wilted silage of *Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Xaraés.

The trial focused on the management strategies to ensile Xaraés grass (*Brachiaria brizantha*, Stapf. cv Xaraés) considering side effects on chemical composition and aerobic stability of silages. Treatments were described as follows: Control – cut and ensiled; Em - chopped, wilted (5 hours) and ensiled; Gly0h+EM - glyphosate (3mL/1,5L H₂O), chopped, wilted (5 hours) and ensiled; Gly24h+EM - glyphosate, chopped 24 h latter, wilted (5 hours) and ensiled; Gly72h+EM - glyphosate, chopped 72 h latter, wilted (5 hours) and ensiled; Gly72h - glyphosate, cut 72 h latter and ensiled. Forage samples showed low content of DM and soluble carbohydrate which was typical. DM yield, CP, fiber fraction and digestibility, however demonstrated a interesting potential for this forage source which need alternative strategy to overcome the problems related with excessive moisture content. Treatments studied were not effective to improve DM content as planned, resulting in silages containing higher levels of N-NH₃, VFA's, fiber fractions and marked decrease in soluble fractions. Generally, the wilting resulted in better silage quality as compared with the wet silages, even though. The DM goal was not achieved. Glyphosate did not determined, consistent changes on the studied variables, with exception to lower level of proteolysis on the treated silages.

Key words: Grass silage, xaraés grass, wilting, glyphosate, aerobic stability.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - pH crítico para o desenvolvimento de *Clostridium* em função do teor de MS Adaptado de Leibensperger e Pitt (1987)19
- Figura 2 - Área de abrangência do sistema de irrigação em pivot central com detalhe da da gleba experimental efetivamente utilizada37
- Figura 3 - Variação da temperatura média do ar (°C) e da radiação solar global média ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)37
- Figura 4 - Conjunto de peneiras utilizado para determinação do tamanho de partículas.....44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -Análise química do solo da área experimental.....	36
Tabela 2 - Condições climáticas observadas durante o emurhecimento das silagens	40
Tabela 3 - Fortificações de glifosato e AMPA na forragem e nas silagens de capim Xaraés	48
Tabela 4 - Composição bromatológica do capim Xaraés antes e após a aplicação dos tratamentos.....	52
Tabela 5 - Composição bromatológica das silagens de capim Xaraés	54
Tabela 6 - Evolução do teor de MS do capim Xaraés durante o emurhecimento.....	56
Tabela 7 - Evolução do teor de CHO's na MS do capim Xaraés durante o emurhecimento.....	57
Tabela 8 - Evolução do teor de PB na MS do capim Xaraés durante o emurhecimento.....	57
Tabela 9 - Variação do teor de PB de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurhecimento.....	58
Tabela 10 - Variação do teor de CHO's de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurhecimento.....	58
Tabela 11 - Variação da digestibilidade da MS de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurhecimento.....	59
Tabela 12 - Desenvolvimento de perfilhos do capim Xaraés após corte para confecção das silagens.	59
Tabela 13 - Poder tampão e pH da forragem antes da ensilagem pH das silagens de capim Xaraés.....	61
Tabela 14 - Produção de efluentes, perda por gases e recuperação de MS de silagens de capim Xaraés	62
Tabela 15 - Condutividade elétrica (CE) , atividade de água (Aw) e tamanho médio das partículas das silagens de capim Xaraés	63

Tabela 16 - Teor Nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total e ácidos graxos voláteis (acético (C2), propiônico (C3) e butírico (C4)) como porcentagem da MS de silagens de capim Xaraés.....	65
Tabela 17 - Retenção percentual de partículas de silagens de Capim Xaraés	67
Tabela 18 - Teor de CHO's e PB de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais	75
Tabela 19 - Digestibilidade da FDN de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais	77
Tabela 20 - Teor de FDN, FDA, HEM, CEL e LIG de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais	78
Tabela 21 - Parâmetros de temperatura, pH e perdas indicativos da estabilidade aeróbia das silagens de capim Xaraés.....	82
Tabela 22 - Variação nos teores de CHO's, PB, FDN e FDA, durante ensaio de estabilidade aeróbia	84

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV's - ácidos graxos voláteis.

Al -alumínio.

AMPA - ácido aminometil fosfonico.

CE - condutividade elétrica.

CGL - cromatógrafo liquido gasoso.

CHO's - carboidratos solúveis.

DAHP - enzima 3-deoxi-D-arabino-heptulose-7-fosfato sintase.

DBO - demanda biológica por oxigênio.

EPSPs - enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato.

HPLC - cromatografia liquida de alta performance.

K - potássio.

LARP - Laboratório de Análise de Resíduos de Pesticida.

Mg - magnésio.

MO - matéria orgânica.

MV - matéria verde.

NIDA - nitrogênio insolúvel em detergente acido.

N-NH₃ - nitrogênio amoniacal.

P - fósforo.

PEP - fosfoenolpiruvato.

PT - poder tampão.

PV - peso vivo.

S - enxofre.

T - capacidade de troca de cátions.

V - saturação por bases.

1 INTRODUÇÃO

O Brasil dispõe de 178 milhões de hectares de pastagens, dos quais 56% são de pastagens cultivadas (FUNDAÇÃO IBGE, 1998), com predomínio de plantas do gênero *Brachiaria*. Estima-se que cerca de 40 milhões de hectares de pastagem estejam sendo ocupadas com as braquiarias (MACEDO, 1995). Entretanto, em função de extensas áreas em monocultivo e expostas a algum grau de degradação, é freqüente relatos de redução da produtividade destas áreas de pastagens.

Com o objetivo de promover algum nível de diversificação dentro destas pastagens de braquiaria, foi liberado o cultivar *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés, oferecendo alternativa de qualidade para associação com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. Para compor o painel sobre a adequada utilização de um novo cultivar faz-se necessário estudo sobre o potencial de produção de silagens, tendo em vista, ser essa uma ferramenta importante no manejo de pastagens. Em sistemas de produção de bovinos, o manejo racional das plantas forrageiras é um fator relevante na economicidade dos mesmos, uma vez que as variações cíclicas anuais na produtividade animal são, em grande parte, devidas a sazonalidade de produção e de valor nutritivo dessas plantas tropicais. Práticas de manejo, como a ensilagem, que permitam a exploração do elevado potencial produtivo dessas gramíneas, minimizando as perdas do valor nutritivo, que naturalmente ocorrem quando do avanço do estágio vegetativo do material, são ferramentas importantes à manutenção dos índices produtivos dos sistemas, em níveis adequados, durante todo o ano.

No processo de ensilagem considera-se de suma importância o teor de umidade, de carboidratos solúveis e o poder tampão da planta, já que estes influenciam na natureza da fermentação, e conseqüentemente, na conservação da massa ensilada (TOSI; FARIA; GUTIERREZ, 1983). Entretanto, a possibilidade de explorar a elevada produção de matéria seca das gramíneas tropicais, contrasta com os altos teores de umidade e baixos teores de carboidratos solúveis associados ao baixo poder tampão, observados nessas plantas quando destinadas à produção de silagem (LAVEZZO, 1994), sendo, portanto, a remoção parcial de água da planta uma alternativa para restringir a fermentação no silo e reduzir a incidência de fermentações secundárias,

sendo este, o princípio conceitual da técnica do emurchecimento (MONTEIRO, 1999). Contudo, durante o processo de emurchecimento alteração acentuada nos conteúdos de carboidratos, proteína e digestibilidade poderá ocorrer, e a magnitude de tais processos é função, principalmente, das condições climáticas durante o emurchecimento.

A possibilidade de reduzir o tempo de desidratação da forragem destinada à produção de silagem representa o objetivo de emurchecida. Alternativas para isso têm sido avaliadas com frequência, entre as quais cita-se a utilização de herbicidas dessecantes.

Trabalhos conduzidos no Canadá (DARWENT et al., 2000), principalmente relacionado à produção de grãos, onde se observou efeito sobre a taxa de secagem dos grãos e das folhas pela aplicação de glifosato, sugerem ser esta uma possibilidade para a produção de silagem de gramíneas tropicais, através da aplicação desse produto na fase que antecede a ceifa da forragem. Além do efeito relatado no Canadá sobre a taxa de secagem, avaliações conduzidas na Austrália (CRAWFORD e SIMPSON, 1993) sugerem que tal tratamento apresenta potencial para redução das perdas de compostos solúveis que ocorrem durante o emurchecimento.

Assim, objetivou-se através deste trabalho avaliar a utilização do herbicida glifosato como agente dessecante no processo de produção de silagem de *Brachiaria brizantha* Stapf., cv. Xaraés, com base na análise das alterações no processo fermentativo e valor nutricional final da silagem, além dos efeitos sobre as perdas acumuladas no processo e o padrão de rebrota do material a campo, bem como os teores de resíduos de glifosato e ácido aminometil fosfônico (AMPA) na silagem.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Revisão Bibliográfica

2.1.1 A espécie forrageira

Datam da década de 50 as primeiras observações científicas sobre o desenvolvimento e a produção de plantas forrageiras (PEIXOTO, 1976), o que se expressa na atualidade por um conjunto relativamente amplo de opções de espécies e/ou cultivares de plantas forrageiras para utilização em sistemas de produção animal (LUPINACCI, 2003).

Consistentemente, foi o início da década de 70 o marco para o desenvolvimento das pesquisas de avaliação de novos acessos de plantas forrageiras por instituições de pesquisa, destacadamente a EMBRAPA. Esses esforços foram responsáveis pelo lançamento de cultivares que se tornaram de ampla utilização, entre eles a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, refletindo a efetividade dos estudos realizados, não apenas no tocante aos trabalhos relacionados ao lançamento, mais a todos os estudos que se seguiram a estes, de forma a compor um painel amplo sobre as possibilidades de utilização em diferentes cenários.

Recentemente, estudos sobre a variabilidade natural de *Brachiaria*, efetuado pela EMBRAPA, identificou 200 variedades em oito espécies, que foram alocadas em experimentos regionais, os quais determinaram a seleção de quatro espécies de *Brachiaria brizantha*, que passaram a serem avaliadas em condições de pastejo em diferentes ecossistemas. Destes ensaios teve origem o material denominado capim Xaraés (VALLE, 2002), lançado em 2002, a partir de quando, outras pesquisas passaram a ser conduzidas em diferentes regiões objetivando avaliação de potencial de acúmulo de MS, em função de condições ambientais variáveis (DETOMINI, 2004 e RODRIGUES, 2004). Embora os estudos de avaliação de estratégias de pastejo e de possibilidade de conservação ainda sejam incipientes, existem iniciativas sendo tomadas neste sentido, de forma que os resultados possam permitir compor um

conjunto de práticas de manejo mais adequado no tocante ao acúmulo de MS e eficiência de utilização e ensilagem.

O cv. Xaraés é adaptado a regiões de clima tropical úmido entre as latitudes 0 a 25°S e altitude variando de 0 a 1000m, sendo indicado para solos de fertilidade mediana, bem drenados e de textura média. (VALLE et al., 2004)

O capim Xaraés é uma poácea perene, de hábito cespitoso, atingindo altura média de 1,5 m. Apresenta colmos verdes de 6 mm de diâmetro, pouco ramificados e lâmina foliar de coloração verde escuro com pilosidades curtas na face superior e bordos cortantes, atingindo até 64 cm de comprimento e 3,0 cm de largura. A inflorescência lança-se a 50 cm de comprimento e contém 7 racemos, quase horizontais medindo de 8 a 12 cm, com uma única fileira de espiguetas sobre eles (VALLE, et al., 2004). O genótipo deriva do acesso *B. brizantha* CIAT 26110, coletado em Burundi, sendo registrado no Brasil pela EMBRAPA/CNPGC com o código B-178. É um genótipo poliplóide de reprodução apomítica, através de semente. Estudos efetuados pela EMBRAPA apontam pentaploidia o que o diferencia do capim Marandu que é tetraploide, sendo esse conjunto adicional de cromossomos o possível responsável pelo vigor vegetativo e alta produtividade do material (LASCANO et al., 2002).

Conforme Valle et al. (2001), o cv apresentou elevada produção em canteiros (21 t MS.ha⁻¹), com excelente produção estacional, sendo que 30% da produção total foi obtida no período seco. Outros aspectos mencionados pelos autores são o rápido estabelecimento e a velocidade de rebrota expresso como taxa de crescimento das folhas. Em média, a taxa de crescimento das folhas do cv. Xaraés é de 28,2 e 9,8 kg.ha⁻¹.dia⁻¹ em relação a 17,9 e 6,7 kg.ha⁻¹.dia⁻¹, observado para a cv. Marandu, respectivamente, para o período chuvoso e seco.

Rodrigues (2004) relata produção de 6210 kg MS.ha⁻¹, como média de nove cortes, dentro de padrão tipicamente estacional, definido principalmente por limitações de temperatura e fotoperíodo, sendo classificado com relação ao seu desenvolvimento fenológico como tardio em relação ao capim Marandu.

Considerando a ensilagem do capim Xaraés, características como o vigor de rebrota e o desenvolvimento fenológico tardio do cultivar, apresentam-se como fatores de interesse, uma vez que permite a condução de maior número de cortes num período

fixo, além de prover forragem de qualidade adequada quando as condições climáticas são mais favoráveis às atividades de corte e ensilagem do capim.

2.1.2 Potencial para ensilagem

Muck (1988) cita a respiração das plantas pós-corte e durante as primeiras etapas da ensilagem, a atividade enzimática de tecidos vegetais, atividade de bactérias do gênero *Clostridium* e atividade de microrganismos aeróbios, como sendo processos biológicos que ocorrem naturalmente e que, afetam negativamente a ensilagem de uma determinada planta forrageira.

Tais processos, além de serem determinantes da redução da qualidade da silagem, são também responsáveis pela magnitude das perdas de energia e de MS ocorridas durante o processo fermentativo.

De forma direta ou indireta o teor de MS no momento da ensilagem interfere sobre a ocorrência desses processos biológicos. No tocante a respiração, McDonald; Henderson e Heron (1991), relatam que quanto maior o teor de MS da forragem menor é a taxa respiratória. Entretanto, os teores de MS responsáveis pela supressão da atividade respiratória dos tecidos, descritos para azevém e alfafa, são, respectivamente, de 600 a 700 g.kg⁻¹ e 500 a 650 g.kg⁻¹, sendo tais valores excessivamente elevados, o que pode determinar aquecimento excessivo da massa favorecendo a formação de produtos da reação de Maillard, como o nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), uma vez que há tendência de menor eficiência da expulsão de ar da massa de forragem picada, durante a compactação.

A atividade proteolítica dos tecidos vegetais, como processo enzimático, apresenta da mesma forma que a respiração, limitação relacionada à elevação do teor de MS na forragem, com consequência semelhante à acima mencionada. Contudo, um fator adicional é que a elevação do teor de MS determina, ainda, a restrição do desenvolvimento de bactérias ácido lácticas, promovendo redução na velocidade e na amplitude da queda do pH, que é também uma alternativa para limitação dessa atividade.

Portanto, a elevação do teor de MS de gramíneas tropicais, para concentrações de 300 a 350 g.kg⁻¹, conforme preconizado, para se obter melhores condições para o processo fermentativo, apresenta potencial para reduzir a atividade enzimática dos tecidos vegetais embora não seja suficiente para suprimir sua ocorrência. Entretanto, medidas que objetivem a compactação e a velocidade de fechamento do silo atuam sinergicamente, minimizando as perdas decorrentes da atividade enzimática além de promoverem condições aquém das ideais para o desenvolvimento de microrganismos aeróbios.

Contudo, o efeito mais notório do teor de MS da forragem, relaciona-se ao desenvolvimento de microorganismo do gênero *Clostridium*, que atua negativamente sobre o processo de fermentação, pela conversão de ácido lático a ácido butírico, desta forma, sendo responsáveis pelo aumento do pH do material. Outro aspecto negativo relacionado ao desenvolvimento desses microrganismos é a degradação protéica por eles promovida, que resulta em aumento nas concentrações de amins biogênicas. O crescimento de *Clostridium* é restringido abaixo de um pH crítico que varia diretamente com o teor de MS da forragem, conforme curva apresentada na Figura 1, proposta por Leibensperger e Pitt (1987).

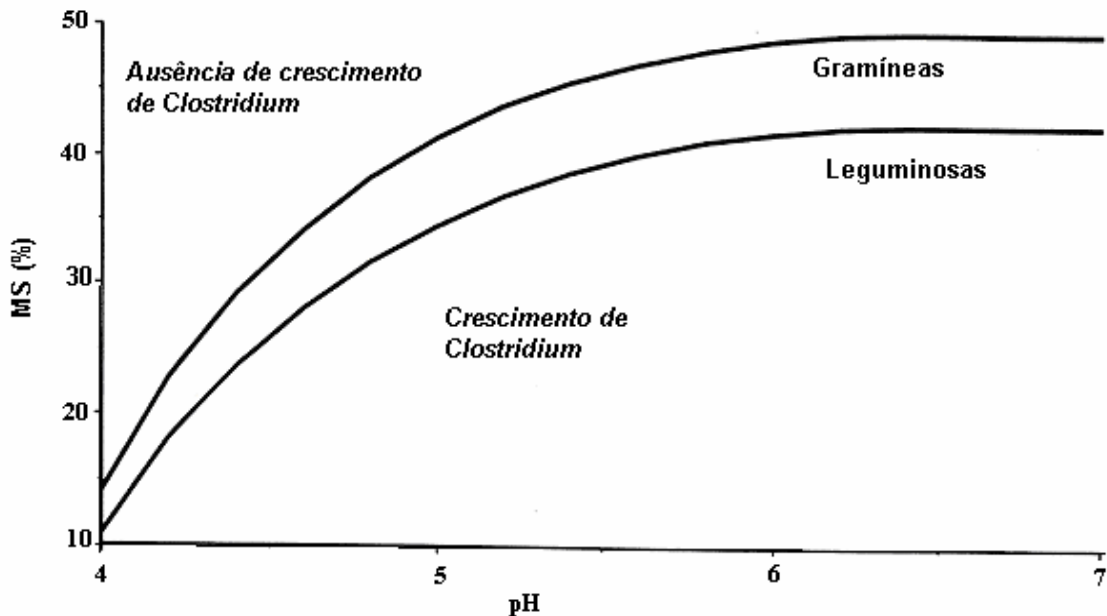


Figura 1 - pH crítico para o desenvolvimento de *Clostridium* em função do teor de MS
Adaptado de Leibensperger e Pitt (1987)

Segundo Lavezzo (1994), em forragens com menos de 20% de matéria seca no momento do armazenamento, a umidade excessiva, invariavelmente reduzirá os efeitos de preservação do processo fermentativo, e com isso, o crescimento de bactérias do gênero *Clostridium* poderá não estar restringido em pH tão baixo quanto 3,8 – 4,0, uma vez que as bactérias desse gênero podem tolerar elevadas concentrações de ácidos e íons de H⁺ no material úmido. Quanto mais úmido o material, mais baixo é o pH necessário para preservação (LAVEZZO, 1994). Ojeda; Esperance e Lisette (1987) citam que forragens tipicamente tropicais (*Digitaria decumbens*, *Cynodon dactylon*, *Chloris gayana*) têm em média, concentração de carboidratos solúveis, de 2 a 3 unidades percentuais inferior à de gramíneas temperadas (Azevem perene, grama de pomar e capim timóteo). Considerando a baixa concentração de carboidratos freqüentemente relatada em gramíneas tropicais, é de se supor que dificilmente pH inferior a 4,0 seja atingido nas silagens destas plantas. Assim, Castro (2002), avaliando silagens de capim tifton colhido aos 35 dias de desenvolvimento vegetativo com 280 g.kg⁻¹, obteve pH de 4,81 após 180 dias de armazenamento. Resultados semelhantes foram obtidos por Vilela e Wilkinson (1987), para silagens de capim elefante colhido aos 60 dias de crescimento.

Além das relações acima apresentadas, a redução no consumo voluntário de matéria seca observado, em silagem úmida e o aumento na produção de efluentes que podem conter nutrientes digestíveis, são ainda alguns reflexos da importância do teor de MS da forragem por ocasião da ensilagem.

Na última década, a produção de efluentes passou a ser considerada não apenas sob o aspecto de perda de nutrientes solúveis, que pode representar até 10% da MS para forragens com alta umidade (SAVOIE; AMYOT; THÉRIAULT, 2002). Questões ambientais passaram a ser freqüentemente citadas, em função do material apresentar elevada demanda bioquímica por oxigênio (DBO) - na faixa de 40.000 a 90.000 mgO₂/L (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Loures (2000) e Loures (2004), relatam DBO em silagem de capim-elefante e capim Tanzânia, de 14.597 mg.L⁻¹ e 11.289 mg.L⁻¹, respectivamente, reafirmando o potencial poluidor do efluente de silagens, ainda que os dados obtidos sejam inferiores aos mencionados na literatura.

Vários estudos demonstraram relação negativa entre conteúdo de MS da forragem e a quantidade de efluente produzido (HAIGH, 1999). Conforme mesmo autor, produções mínimas de efluente foram obtidas para forragem com conteúdo de MS entre 285 e 307 g kg⁻¹.

Embora o conteúdo de MS seja o parâmetro mais comumente associado à produção de efluente, outros fatores como pressão exercida na compactação, utilização de aditivos (O'DONNELL et al., 1997), tamanho de partículas (HAIGH, 1999 e MARI, 2003) e tipo de silo (IGARASI, 2002) são também relacionados a produção potencial de efluentes.

Tendo em vista, os efeitos mencionados do teor de MS sobre o perfil fermentativo e sobre as perdas ocorridas durante a fermentação, cabe também salientar os aspectos relativos à estabilidade aeróbia de silagens com diferentes teores de MS, uma vez, que transcorrido todo o processo de ensilagem, a fase pós-abertura do silo, representa risco potencial de perda de MS através da deterioração aeróbia, que se dará em maior ou menor intensidade em função da qualidade da silagem, traduzida pelos maiores teores de carboidratos solúveis e de ácido lático residuais. (PEREIRA; REIS, 2001).

O tratamento imposto à forragem antes da ensilagem pode determinar alterações subseqüentes na estabilidade aeróbia da silagem. A secagem demorada juntamente com enchimento lento e fechamento inadequado do silo são fatores que podem determinar aumento da população de microrganismos aeróbios. (MAGALHÃES, 2002). Os principais microrganismos responsáveis pela deterioração aeróbia das silagens são as leveduras, que quando expostas à condição de aerobiose, metabolizam o ácido lático promovendo a elevação do pH das silagens, permitindo assim o crescimento de bactérias e a deterioração da silagem (COELHO, 2002).

Conforme Kung Junior et al. (1991) as silagens com maiores concentrações de carboidratos solúveis residuais e ácido lático, e menores concentrações de ácidos graxos voláteis são menos estáveis em aerobiose. Wyss (1999a), avaliando níveis crescente de MS (250, 340, 450, 550 e 650 g.kg⁻¹), obteve redução da estabilidade aeróbia para os níveis mais elevados de MS, relacionando esta à maior concentração

de carboidratos residuais, diminuição da concentração de ácido acético e aumento da contagem de leveduras nas referidas silagens.

Wyss (1999b) e O'Kiely (1999a) relatam favorecimento de fermentação láctica em silagens emurhecidas, com redução na concentração de ácido butírico e amônia. De acordo com McDonald; Henderson e Heron (1991) a estabilidade aeróbia das silagens correlaciona-se positivamente com a concentração de ácido butírico e amônia. Assim, os resultados de Igarasi (2002) corroboram as informações acima mencionadas, uma vez que o autor obteve redução da estabilidade aeróbia associada ao emurhecimento de capim Tanzânia. Já Coelho (2002), correlacionou a maior estabilidade obtida para silagens de capim tifton com teores de MS entre 200 e 300 g.kg⁻¹ a concentração elevada de ácido acético, que caracteriza silagens úmidas.

De forma contrária, Loures et al. (2003) obtiveram melhor estabilidade aeróbia de silagem de capim Tanzânia com o emurhecimento que com o material ensilado sem emurhecimento.

2.1.3 Emurhecimento de forragens

De acordo com McDonald; Henderson e Heron (1991), o emurhecimento resulta em restrição na multiplicação bacteriana refletindo-se em limitação do processo fermentativo, culminando em silagens com concentração inferior de ácido láctico, acético e butírico, além de pH e nível de carboidratos residuais mais altos. A técnica tem como fundamento a redução da atividade de água ou elevação da pressão osmótica, em plantas com elevados teores de umidade por ocasião da ensilagem.

Os benefícios associados ao aumento da concentração de MS da forragem apóiam-se na redução da atividade enzimática dos tecidos vegetais na primeira fase de produção de silagem, limitando o catabolismo de carboidratos e proteínas, embora pesquisas apontem resultados divergentes sobre este tema, justificados principalmente por dificuldades metodológicas na condução de experimentos relativos a tais variáveis. O desenvolvimento de microrganismo do gênero *Clostridium*, também é regulado efetivamente por alteração no teor de MS das forragens.

Assim, o emurchecimento de forragens é freqüentemente, mencionado como técnica efetiva para conservação. Weeks e Yegian (1965) mencionaram perdas de 1,8 a 30,0% de MS, respectivamente para material ensilado com 70 e 82% de umidade. Zimmer e Wilkins, (1984), caracterizaram as perdas de MS ocorridas no campo e durante o armazenamento, assim os autores apresentam dados que expressam as perdas ocorridas no campo como sendo de 8,6% e 2,5% para silagens emurchecidas e controle, respectivamente. Em relação às perdas ocorridas durante o armazenamento, as silagens emurchecidas apresentaram perdas de MS de 8,5%, enquanto para as silagens com umidade original este valor foi de 16,1%. O teor de MS da forragem, conforme apresentado, têm estreita relação com a eficiência da condução do processo de ensilagem uma vez que afeta o que é o objetivo da técnica, ou seja, a amplitude de perdas de MS e de energia, além de alterar diretamente a qualidade do alimento no tocante ao potencial de consumo.

Além de perdas diretas na MS, prejuízos adicionais da utilização de silagens úmidas, se somam as já mencionadas, conforme Faria (1971) e Lavezzo (1981), que apontam queda de consumo voluntário de MS relacionado à redução do teor de MS das mesmas. Em relação a isto, os resultados de pesquisa apresentam-se bastante variáveis, ora com aumento de consumo voluntário associado a maiores teores de MS da forragem, ora sem a confirmação desta relação (McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). Harrison; Blauwiekel e Stokes (1994) apresentaram os resultados de pesquisas conduzidos em diferentes países da Europa onde o ingestão voluntária de silagens emurchecidas foi maior que as de silagens controle, refletindo-se em maior ganho de peso para animais em crescimento e vacas em lactação, sem que contudo, aumento na produção de leite tenha sido observado.

A variabilidade de respostas pode estar relacionada a silagens úmidas bem preservadas obtidas de materiais com baixo poder tampão e alta concentração de carboidratos solúveis, ou seja, obtidas a partir de um conjunto de características não comuns a gramíneas tropicais.

A ingestão voluntária de bovinos apresenta ainda relação com os produtos finais da fermentação. Assim existe tendência de maior ingestão para silagens com menor incidência de produtos de fermentação secundária, como ácido butírico e nitrogênio

amoniaco. Coelho (2002) corroborando as afirmações apresentadas por McDonald; Henderson e Heron (1991), afirmaram que a correlação entre ingestão de MS e conteúdo de ácidos graxos voláteis é mais contundente que com o teor de MS da forragem.

Williams et al. (1995) relatam redução na concentração de ácido láctico, ácido acético, ácido isobutírico, total de ácidos graxos voláteis e N-NH₃, para os tratamentos compostos por um período de emurchecimento de 6h (27,9% MS) e de 20h (39,3% MS) em silagem de trigo, em relação à silagem sem emurchecimento (20,8% MS). Os autores relacionaram a redução no consumo de 8,6% para silagem não emurchecida em relação a médias das silagens emurchecidas às características fermentativas das silagens obtidas.

Gordon et al. (1999) e Wright et al. (2000), afirmaram que a magnitude de respostas de ingestão sobre concentração variável de MS relaciona-se ainda à extensão e a taxa de perda de água da forragem, durante o período de emurchecimento no campo.

Outro efeito freqüentemente mencionado quando do aumento do teor de MS por meio do emurchecimento da forragem antes da ensilagem é a redução da capacidade tamponante do material (PLAYNE e McDONALD, 1966). Através da diminuição da disponibilidade de íons inorgânicos ocorre redução na formação de novos sistemas tampões com os ácidos orgânicos produzidos durante o processo fermentativo.

Os efeitos acima mencionados, relativos ao emurchecimento são os principais responsáveis pela obtenção de silagens com melhores características fermentativas em comparação com silagens confeccionadas a partir da forragem úmida (LAVEZZO, 1985; LOURES, 2004; TOSI, 1973; TOSI; FARIA; GUTIERREZ, 1983).

Ainda, que a maioria dos resultados apontem para aumento da ingestão de MS de silagens emurchecidas, Wilkinson; Hill e Leaver (1999), relatam que tal fato não se reflete em variação significativa de desempenho, sendo que, na maioria dos resultados, houve inclusive, desempenho inferior dos animais alimentados com silagem pré-emurchecida. De acordo com Carpintero; Henderson e McDonald (1979), as respostas negativas no tocante ao desempenho de animais alimentados com silagem emurchecida relacionam-se as perdas de nutrientes ocorridas durante a secagem da

forragem e a diminuição da digestibilidade das silagens obtidas, conforme Marsh (1979) e Yan et al. (1996), quando o processo de desidratação se dá em condições inadequadas.

Entretanto, durante o processo de emurhecimento poderá ocorrer acentuada alteração nos conteúdos de carboidratos, proteína e digestibilidade, e a magnitude de tais processos é função, principalmente, das condições climáticas durante o emurhecimento. Assim, condições climáticas desfavoráveis à perda de água podem comprometer o resultado final da ensilagem, devido principalmente a perdas bioquímicas decorrentes da respiração que, normalmente, relacionam-se a redução da digestibilidade do material (THOMAS e THOMAS, 1985). Nestas condições, o conteúdo de MS, pode ser pouco afetado, e se o período de secagem for longo, o conteúdo de carboidratos e de nitrogênio protéico, podem ser drasticamente reduzidos e o processo de deaminação ampliado. Muck (1987) relatou aumento na concentração de nitrogênio não-proteico de 16,7% para 28,1% do nitrogênio total associado ao aumento do tempo de secagem devido à atividade enzimática dos tecidos expostos à secagem. Wilkinson (1983) concluiu que períodos prolongados de emurhecimento podem levar a súbita diminuição no valor nutritivo da silagem.

Mitchell e Shepperson¹, citados por McDonald; Henderson e Heron (1991), consideram que as perdas associadas ao processo respiratório pós-corte são diretamente proporcionais ao conteúdo inicial de umidade e inversamente proporcional à taxa de secagem. Diversos fatores podem afetar a velocidade com que o tecido vegetal perderá água, alguns inerentes ao tecido vegetal, outros relativos a características climáticas.

Tradicionalmente, o emurhecimento pode ser dividido em etapas conforme a amplitude do intervalo estabelecido para que a perda de água ocorra.

Considerando o parâmetro teor de MS para ensilagem, é bem estabelecido que teor de MS acima de 30% é necessário para que o processo fermentativo transcorra com mínimas perdas. Assim, estudos conduzidos por MacDONALD e CLARK (1987) sobre a desidratação de plantas forrageiras apontam que tal teor de MS é alcançado já na primeira etapa do processo de desidratação, que consiste de secagem rápida

¹ MITCHELL, F.S.; SHEPPERSON, G. Journal of British Agricultural Engineers, v.11, p. 3-18, 1955.

proporcionada pela perda de água superficial através dos estômatos da planta, que permanecem abertos até que a variação entre a pressão de vapor dentro da planta e o ambiente seja favorável (MOSER, 1995). Desta forma, tal fase se estende até que o teor de umidade da planta seja reduzido à 65 a 70%, quando o fechamento dos estômatos deverá ocorrer. Durante essa fase a atividade metabólica do tecido permanece ativa, resultando em perdas de MS. Portanto, fatores como a umidade relativa do ar, temperatura e velocidade do vento são determinantes da amplitude de perdas ocorridas durante o período de secagem, enquanto responsáveis pela velocidade com que a perda de água no tecido vegetal se dará.

Dentre os fatores acima mencionados, Rotz e Chen (1985) classificaram a insolação como fator mais significativo no processo de desidratação de plantas forrageiras, uma vez que esta é responsável pelo fornecimento de energia para evaporação da umidade do tecido. A umidade do ar é segundo os mesmos autores o segundo fator em importância, sendo o determinante do gradiente de pressão de água entre a planta e o ambiente.

2.1.4 Condicionadores de perda de água

A perda de umidade da forragem durante o emurchecimento deve ocorrer em curto intervalo de tempo para minimizar a proteólise e o catabolismo de carboidratos durante o processo. Neste sentido, vêm sendo estudadas a estrutura dos tecidos e órgãos das plantas e as características de exposição do dossel durante o emurchecimento para otimizar a perda de água de tal forma que os prejuízos, freqüentemente associados à técnica, sejam minimizados.

Segundo Taiz e Zeiger (2004) a cutícula cerosa que recobre a superfície foliar é uma barreira ao movimento de água, apontando ainda estimativas de que, apenas 5% da água perdida pelas folhas de plantas intactas, sai pela cutícula, sendo, portanto, os estômatos, o principal meio de perda de água. Dois fatores são determinantes da transpiração foliar, a diferença de concentração de vapor de água entre os espaços intercelulares das folhas e a atmosfera externa e a resistência à difusão, que é composta pela resistência estomática e pela resistência da camada limítrofe. A

avaliação dos fatores acima mencionados esclarece a importância de condições ambientais na perda de água da forragem durante o emurchecimento, sendo a umidade relativa do ar e a velocidade do vento associadas à concentração ambiental de vapor de água e a resistência da camada limítrofe, respectivamente.

Ademais os fatores ambientais, após o corte, os estômatos podem se fechar em aproximadamente duas horas, de acordo Harris e Tullberg (1980), e conforme Hall e Jones (1961) o fechamento dos estômatos foi responsável pela abrupta queda na taxa de perda de água, sendo que o fechamento dos estômatos foi primordialmente associado à diminuição da concentração de umidade dos tecidos vegetais.

Sendo assim, em revisão sobre os caminhos de perda de água em forragens cortadas para conservação Harris e Tullberg (1980) mencionam tanto a utilização de condicionadores mecânicos quanto químicos para aumentar a taxa de perda de água, estes atuando na remoção da cutícula cerosa e na manutenção da abertura estomática e aqueles, principalmente, no rompimento da camada cerosa que recobre a epiderme foliar.

2.1.4.1 Condicionamento mecânico

O condicionamento mecânico na maioria das vezes trata-se de um tratamento abrasivo dos tecidos vegetais composto por compressão ou desfiamento de tecido e têm sido usados durante muitos anos para acelerar a taxa de secagem dos tecidos, baseando-se na ruptura dos mesmos, determinando assim, formas alternativas para a perda de umidade da forragem.

A avaliação dessa alternativa passa inevitavelmente pela análise da eficiência das máquinas no tocante a redução de perdas e melhoria da taxa de secagem. Como regra geral, quanto maior a severidade do tratamento, maior é a eficiência no aumento da perda de água pelos tecidos, entretanto, maiores também são as perdas físicas associadas ao tratamento. Conforme McDonald; Henderson e Heron (1991), a maceração é a mais severa forma de condicionamento mecânico, sendo o material fragmentado, com o objetivo de eliminar as restrições à perda de água impostas pela estrutura celular, a epiderme e a cutícula.

Conforme Wilkinson; Hill e Leaver (1999), o microclima do dossel é mais importante do que a estrutura física do tecido da planta no tocante ao impedimento à perda de água. Assim, de acordo com Spencer et al. (1985) maiores repostas em perda de água são obtidas quando a densidade de forragem foi reduzida, corroborando os resultados de Wright et al. (1997), que correlaciona a taxa de perda de água ao peso da forragem por unidade de área de solo. Ainda neste sentido, Wilkinson; Hill e Leaver (1999) relatam que a prática de enleirar a forragem após o corte determina aumento na referida relação com conseqüente diminuição da perda de água durante o emurchecimento.

2.1.4.2 Condicionamento químico

O condicionamento químico pode ter como objetivo a manutenção da abertura estomática, aumentando assim, o tempo em que a perda de água ocorre há uma taxa mais elevada. Nesse sentido, Harris e Tullberg (1980) relataram a utilização de azida sódica e a fusicocina, que é uma toxina produzida por *Fusicoccum amygdali*. Tais compostos mostraram-se efetivos em determinar redução na resistência estomática e aumento na taxa de perda de água.

Conforme mencionado a via estomática é responsável pelo maior volume de perda de umidade das plantas durante o período inicial de secagem, podendo representar de 20 a 30% do total de água perdido, segundo MacDonald e Clark (1987). Tal fato determina redução significativa da taxa de perda de água quando esta deixa de ser a rota principal. Apesar das respostas positivas obtidas pela utilização de condicionadores que focam o prolongamento da abertura estomática após o corte (MORRIS, 1972; TULLBERG, 1965; TURNER, 1970), vias alternativas foram também avaliadas, entre as quais estão as fundamentadas em alteração nas características da cutícula das plantas. Nesta classe de tratamentos, podem ser mencionados o uso de éter de petróleo, benzeno, carbonato de sódio e de potássio. Conforme Muck e Shinnors (2001), os ingredientes ativos dos principais agentes químicos de secagem são o carbonato de sódio e de potássio, que atuam através da redução da resistência à difusão por meio da reorientação das plaquetas de cera da cutícula, formando um filme

contíguo de líquido que permite a transferência de umidade por forças capilares (HARRIS; TULLBERG, 1980)

Os ácidos também desempenham papel sobre as características da cutícula sendo, o ácido acético, propiônico e o fórmico, os mais freqüentemente utilizados e que quando aplicados em concentração de 5 a 10 g.kg⁻¹, determinam aumento na taxa transpiratória, devido à reação com a cera da cutícula e por promover danos físicos à própria cutícula e aos tecidos mais internos. No entanto, em condições desfavoráveis, expressa pela ocorrência de chuvas, as perdas de nutrientes solúveis das forragens tratadas foram mais severas, de acordo com McDonald; Henderson e Heron (1991).

Alguns trabalhos citados em revisão de Harris e Tullberg (1980) avaliaram a possibilidade de utilização de herbicidas para aumentar a taxa de secagem de plantas forrageiras destinadas à conservação. Assim, Kennedy; Hesse e Johnson (1954) utilizando os ingredientes dinoseb e endothal como dessecantes em área destinadas a produção de feno de alfafa, trevo vermelho, capim timóteo e soja, verificaram aumento nos teores de matéria seca das forragens tratadas com estes herbicidas 24 ou 48 horas antes do corte, entretanto, o custo de aplicação deve ser considerado, caso as condições para emurchecimento sem a utilização de dessecantes químicos sejam adequadas. Em trabalho de Craven et al. (1963), onde os autores utilizaram o ingrediente diquat, observou-se aumento na taxa de secagem e nível de matéria seca 6 a 7% superior para forrageiras ensiladas 48 horas após aplicação do produto.

O glifosato é registrado como tratamento pré-corte no Canadá para produção de trigo e canola, desde 1995 (DARWENT et al., 2000), com o objetivo de aumentar a taxa de secagem de sementes e folhas e a interação deste, incluindo perfilhos de desenvolvimento tardio, que podem dificultar a operação de corte. Darwent et al. (2000) em estudo realizado com canola relataram que apenas o tempo de amostragem e a interação deste com o estágio de desenvolvimento no momento da aplicação determinaram efeito significativo sobre o conteúdo de umidade da folhagem e das sementes. Ressaltaram ainda, que as condições climáticas, compunham um fator relativamente mais importante na taxa de perda de água que a aplicação de glifosato, afirmação corroborada por Clarke (1981), em aplicação pré-corte na cultura do trigo.

Na Austrália diversas pesquisas foram desenvolvidas para avaliar a manipulação do valor nutritivo de pastagens, através do uso de desseccantes ou reguladores de crescimento. Haslemore et al.², Davidson et al.³, Leys et al.⁴, citados por Crawford e Simpson (1993) verificaram reduções nas perdas de carboidratos solúveis, proteína bruta e digestibilidade, através da utilização do glifosato antes da senescência de gramíneas. Os mesmos autores relataram manutenção da digestibilidade *in vitro* da MS (DIVMS) das hastes, pela aplicação do glifosato antes da antese, além de diminuição das perdas de MS digestível, após a ocorrência desta.

Além dos trabalhos mencionados, uma seqüência de experimentos foi conduzida na Austrália, para avaliar a utilização do glifosato, com o propósito acima descrito, em condições de pastejo. Nesta série, Gatford et al. (1999), descreveram aumento da concentração de carboidratos solúveis e nitrogênio nas hastes e lâminas foliares dos dosséis tratados, enquanto, Siever-Kelly et al. (1999) relataram aumento da ingestão de matéria orgânica da forragem tratada, por ovelhas.

Apesar da liberação por registro da utilização do glifosato em sistema de produção de feno e silagem nos Estados Unidos e Europa, o número de pesquisas conduzidas com este propósito é mínimo. Flores et al. (1998) avaliaram o efeito do glifosato sobre a qualidade da silagem e a quantidade de resíduos do herbicida na silagem e no efluente. Não foram recuperados resíduos na silagem ou no efluente, e o teor de MS só foi afetado pelo herbicida após 15 dias da aplicação.

No Brasil, embora não haja registro para essa finalidade algumas iniciativas são mencionadas. Conforme Pereira e Reis (2001), na região dos Campos Gerais, no Paraná, tem sido crescente o emprego de herbicidas desseccantes (a base de Glifosato) na produção de silagens pré-secadas ou mesmo feno. No final do ciclo das culturas de inverno, principalmente aveia e azevém, efetua-se a dessecação da área para em seguida iniciar o plantio das culturas de verão, no sistema de plantio direto. Como a

² HASLEMORE, R.M.; CHARTERIS, S.L.; CHU, A.C.P. Effect of plant growth regulators on spring pasture yield and nutritive quality. *New Zealand Journal of Experimental Agriculture*, v.12, p. 197-184, 1984.

³ DAVIDSON, K.J.; McGUINNESS, S.F.; SIMPSON, R.J.; PEARCE, G.R.; HUDSON, D. Chemical curing with glyphosate to preserve digestibility of summer pastures. *Proceedings of the Australian Society of Animal Production*, v.17, 1988. p. 387.

⁴ LEYS, A.R. CULLIS, B.R.; PLATER, B. Effect of spray-topping applications of paraquat e glyphosate on the nutritive value and regeneration of vulpia (*Vulpia bromoides* (L.) S.F. Gray). *Australian Journal of Agriculture Research*, v. 42, p.1405-1415, 1991.

forragem dessecada apresenta taxa de secagem acelerada, a mesma está menos sujeita a perdas por lixiviação, em caso de chuvas, e pode até ser cortada e recolhida diretamente, dispensando assim grande parte dos processamentos mecânicos (revolvimento e enleiramento), tornando-se uma opção interessante por seu menor custo. Avaliações visuais indicam que a forragem dessecada apresenta melhor conservação do valor nutritivo.

2.1.5 Glifosato

O glifosato é o princípio ativo de um herbicida sistêmico, de amplo espectro, que controla plantas mono e dicotiledôneas, anuais e perene, cuja fórmula molecular é $C_3H_2NO_5P$, sendo classificado como um ácido fraco e denominado como N-(fosfometil) glicina pela IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry. (WHO, 1998). É considerado um herbicida global devido a sua versatilidade em controlar de forma econômica uma ampla faixa de plantas daninhas, tanto em situações agronômicas quanto domésticas e industriais (BAYLIS, 2000). A versatilidade desse herbicida estimulou desde a sua descoberta o estabelecimento de investigações paralelas sobre seu modo bioquímico de ação (COLE, 1985). Destes estudos estabeleceu-se a principal rota metabólica atingida, ou seja, inibição da rota do ácido shíquimico, e os reflexos secundários e terciários observados pela interferência dessa rota.

Em tecidos vegetais, a metabolização do glifosato, ocorre com diferente intensidade, conforme a espécie, tendo como principal metabólito o aminometilfosfonato (AMPA), (KRUSE; TREZZI; VIDAL, 2000). O AMPA por sua vez pode se ligar de forma não seletiva aos componentes da planta, sofrendo pequena degradação posterior (FAO, 1997).

A rota do ácido shíquimico é responsável pela síntese de compostos aromáticos, como os aminoácidos aromáticos e compostos fenólicos.

O glifosato é um agente de interação alostérica (BAYLIS, 2000) com a enzima 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato sintase (EPSPs – E.C.2.5.1.19) sobre o fosfoenolpiruvato (PEP), ressaltando não haver atividade competitiva com outras enzimas que utilizam o mesmo substrato, incluindo a 3-deoxy-D-arabino-heptulosonato-

7-fosfato sintase (DAHP – E.C.4.1.2.15), que catalisa a primeira reação da rota do ácido shiquimico. A EPSPs é responsável pela reação do shiquimato-3-fosfato com o PEP, que se dá em duas etapas. Inicialmente, a enzima EPSPs se liga ao shiquimato-3-fosfato, formando um complexo ao qual se liga o PEP, formando o 5-enolpiruvilshiquimato-3-fosfato. Quando da aplicação do glifosato, o mesmo, depois de absorvido, é transportado até o cloroplasto e liga-se ao complexo EPSPs-shiquimato-3-fosfato, determinando mudança conformacional do complexo, tornando o sítio de ligação do PEP indisponível e o complexo inativo (HERRMANN, 1995).

As conseqüências iniciais do bloqueio dessa rota são a redução da síntese de proteína e de alguns compostos secundários devido principalmente ao bloqueio da síntese dos aminoácidos aromáticos fenilalanina, tirosina e triptofano, que são os principais produtos da rota do ácido shiquimico.

Conforme Herrmann (1995) os intermediários da rota do ácido shiquimico desempenham diversas funções no metabolismo secundário de plantas, assim os efeitos indiretos relacionados ao bloqueio dessa rota se estendem a diversos processos metabólicos, tais como, alterações na estrutura dos cloroplastos, distúrbios na síntese de ácidos nucléicos, na respiração e na fotossíntese (RUEDA et al., 1986).

Considerando a utilização do glifosato como agente dessecante, o interesse sobre os efeitos observados limitam-se à potencial redução da condutividade estomática, fotossíntese e respiração, tendo em vista que o objetivo do processo na produção de silagem emurchecida é a diminuição do período de emurchecimento e a redução das perdas por respiração ocorridas durante este período.

A rota do ácido shiquimico quando interrompida pela aplicação do glifosato remete ao acúmulo do ácido que dá origem ao nome da rota e à redução na concentração de ribulose bifosfato e do ácido fosfoglicérico (GEIGER; BESTMAN, 1990), sendo tais efeitos observados imediatamente após a aplicação. A ribulose bifosfato e o ácido fosfoglicérico são intermediários importantes do Ciclo de Calvin, durante a fotossíntese. O impedimento da formação do complexo EPSPs-shiquimato-3-fosfato, determina aumento da demanda por eritrose-4-fosfato, devido ao aumento da atividade da enzima DAHP. Esse aumento de demanda pode deslocar o fluxo de carbono do ciclo de Calvin (fotossíntese) para a rota do shiquimato por meio da eritrose-

4-fosfato. Assim, a regeneração da ribulose bifosfato é limitada e conseqüentemente a atividade fotossintética do tecido é reduzida. Tal efeito foi constatado em folhas de beterraba 4 h após a aplicação de glifosato (GEIGER; BESTMAN, 1990). Em folhas de feijão, a taxa fotossintética teve redução máxima 6 horas após a aplicação (SHANER; LYON, 1979), entretanto, os autores ressaltaram a dificuldade de definir com precisão as causas relacionadas à redução da atividade fotossintética, uma vez que a condutância estomática também foi reduzida.

A condutância estomática é a medida do fluxo de água e dióxido de carbono através dos estômatos, ou o inverso da resistência estomática (TAIZ; ZEIGER, 2004). Rueda et al. (1986) avaliaram a condutância estomática em leguminosas tomada como $\text{mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$, após a aplicação de 0,15, 1,5 ou 15mM de glifosato na forma de sais de isopropalamida em solução aquosa. Os autores observaram que o aumento da concentração de glifosato na solução acelerou a velocidade de fechamento estomático, sendo que o fechamento total dos estômatos foi registrado apenas para a maior concentração do herbicida no sétimo dia do tratamento. A condutância estomática das plantas alocadas ao tratamento controle permaneceu inalterada em 3,95 e 5,97 $\text{mol cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ para alfafa e trevo, respectivamente. Conforme os mesmos autores, o fechamento estomático deveu-se principalmente a redução na disponibilidade de ATP para a ativação do transporte ativo de íons e acúmulo de soluto nas células guardas dos estômatos, que determina diminuição da pressão osmótica no interior dessas células e a entrada de água e, conseqüentemente, o aumento da pressão de turgor, gerando a abertura estomática (TAIZ; ZEIGER, 2004).

No tocante a respiração de plantas tratadas foliarmente com glifosato, a atividade fotossintética foi mais sensível que a respiração propriamente dita, de tal forma que, conforme Sprankle, et al.⁵, citados por Cole (1985), a atividade respiratória dos tecidos não apresentou sintomas de inibição, durante os nove dias que se seguirão à aplicação. Cole (1985) ainda apresenta os resultados de Abu-Irmaileh et al.⁶ onde a liberação de CO_2 em folhas de feijão aumentou após 24h da aplicação do herbicida, e a fotossíntese

⁵ SPRANKLE, P.; MEGGITT, W.F.; PENNER, D. Absorption action and translocation of glyphosate. **Weed Science**, v.23, p. 235-240, 1975.

⁶ ABU-IRMAILEH, B.E.; JORDAN, L.S.; KUMANOTO, J. Enhancement of CO_2 and ethylene production and cellulase activity by glyphosate in *Phaseolus vulgaris*. **Weed Science**, v.27, p. 103-106, 1979.

não foi afetada durante os três dias após a aplicação do glifosato. Após esse período, o padrão de liberação de CO₂ não foi alterado, entretanto a atividade fotossintética foi reduzida expressivamente.

Tendo em vista a interação alostérica do glifosato com o complexo EPSPs-shiquimato-3-fosfato sobre o PEP, especula-se que o acúmulo desse intermediário da glicólise represente causa de inibição da atividade das enzimas nas etapas iniciais desta rota. Sendo assim, o acúmulo de PEP, inibe a conversão de frutose-6-fosfato em frutose-1,6-bifosato, restringindo o fornecimento de carbono para a glicólise, comprometendo a atividade respiratória dos tecidos.

Em função da ampla utilização, o glifosato é uma das moléculas herbicidas mais estudadas no mundo, incluindo estudos relacionados à segurança ambiental e de saúde humana, sendo um dos poucos princípios ativos autorizados para fins de jardinagem nos Estados Unidos. Outro exemplo da consistência dos estudos realizados sobre segurança de utilização é a aprovação da utilização do glifosato na reserva ecológica de Galapago e nas ruínas de Pompéia na Itália (GALLI; MONTEZUMA, 2005).

Compondo o painel sobre a utilização de glifosato como agente dessecante para produção de silagem, é inquestionável a importância de se considerar os aspectos tóxicos e residuais do agente químico utilizado, ao ambiente e aos animais.

Sobre a questão ambiental, a principal rota de degradação do glifosato são os microrganismos de solo e água (por processos aeróbicos e anaeróbicos), que o decompõem em compostos naturais. Uma característica importante do glifosato é a sua capacidade de ser adsorvido pelas partículas de solo (colóides e íons metálicos) e permanecer inativo até sua completa degradação (GALLI; MONTEZUMA, 2005), que tem por objetivo o fornecimento de energia e fósforo aos microrganismos que a fazem. Os produtos da degradação do glifosato por microrganismos do solo e da água são o ácido aminometil fosfônico (AMPA), como o principal metabólito, e a sarcosina como metabólito intermediário numa rota alternativa (DICK; QUINN, 1995). A atividade dos microrganismos do solo, não foi afetada pela aplicação de glifosato em concentrações que atingiram até 14,4 kg/ha de equivalente ácido em solos arenosos conforme GOMEZ et al. (1989). Da mesma forma, Atkinson (1985) analisando dados da Agência

de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA) e da Organização Mundial de Saúde (WHO), constatou baixa toxicidade do glifosato através do reduzido efeito de seu uso sobre macro e microrganismos de ocorrência natural, sendo este um aspecto importante quando o objetivo é a produção de silagem, pois alterações na população epifítica do material a ser ensilado poderiam comprometer o processo de fermentação.

Com relação a segurança alimentar, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA,1993) classifica o glifosato como de baixa toxicidade não carcinogênico para humanos com níveis permitidos de 100 ppm para alfafa (fresca e feno) e gramíneas forrageiras. Já para milho e sorgo FAO (1997), relata resíduos de glifosato variando de 3 a 93 ppm, 6 a 8 dias após a aplicação.

Dados da Organização Mundial de Saúde (WHO, 2001), sobre o efeito das doses crescente do produto *Roundup*[®] na ração de bovinos, verificaram diarreia, redução na ingestão de matéria seca e alterações em parâmetros sanguíneos. Entretanto, não foram registrados efeitos para a dose mínima analisada ($400 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ PV.dia}^{-1}$), dose esta bastante superior a ingestão diária permitida pela FAO (1997), que é de $0,3 \text{ mg.kg}^{-1} \text{ PV.dia}^{-1}$, sobre a qual incide um fator de segurança de 100 vezes. Huther et al. (2005), em experimento realizado com ovinos para avaliar os efeitos de contaminação de rações baseadas em silagem de milho, uréia e premix de vitaminas e minerais, adicionaram 0,77g de glifosato por kg MS da ração, avaliando o pH, teor de amônia e ácidos graxos voláteis no rúmen. Nenhum dos parâmetros ruminiais avaliados foram afetados pela contaminação com glifosato.

2.2 Material e métodos

2.2.1 Espécie vegetal e local do experimento

Utilizou-se neste experimento a espécie *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf. cv. Xaraés, comumente denominada capim xaraés.

A área de experimentação consiste de um campo irrigado sob pivô central pertencente ao Departamento de Produção Vegetal da USP/ESALQ, localizado no município de Piracicaba, SP, com coordenadas geográficas descritas como 22°42'30'

latitude Sul, 47°30'00" longitude Oeste e 550 m de altitude. O clima da referida região é o mesotérmico tropical úmido, com concentração de chuvas durante o verão e três meses mais secos (Junho, Julho e Agosto), conforme classificação climática de Köppen, Cwa.

O solo do local do experimento é caracterizado como Nitossolo eutrófico, com relevo suave ondulado, apresentando, características de fertilidade condizentes com expectativa de alta produtividade potencial, para a espécie em questão, conforme resultados da análise química do solo apresentada na Tabela 1.

Tabela 1 -Análise química do solo da área experimental

Camada cm	pH CaCl ₂	MO g.dm ⁻³	P --mg.dm ⁻³ --	S 45	K 6,2	Ca 53	Mg 17	Al 0	T 118,2	V %
0-20	4,9	24	35	45	6,2	53	17	0	118,2	64

2.2.2 Instalação e condução do experimento

O referido experimento teve início em fevereiro de 2004, em gleba experimental previamente estabelecida, para experimentos de domínio conexo ocupando aproximadamente 25% da área de abrangência de um sistema de irrigação em pivot central (Figura 2). O estabelecimento se deu pela semeadura em linha com densidade de 7,0 kg.ha⁻¹ de sementes puras viáveis em espaçamento de 17 cm, no mês de maio de 2003. Um mês após a semeadura, procedeu-se o controle de invasoras de folhas largas pela aplicação de 1,0 L.ha⁻¹ de 2-4D amina e o controle manual de capim massambará e capim-amargoso.

Seguiu-se adubação nitrogenada (100 kg.ha⁻¹ de nitrogênio) via irrigação, visando favorecer perfilhamento e adequado estabelecimento da pastagem, procedimento que se repetiu nos cortes de uniformização realizados em agosto e dezembro de 2003.

Em 10 de fevereiro de 2004, quando teve início o experimento, foi realizado novo corte de uniformização, restrito à área do experimento, seguido de adubação parcelada com 160 kg.ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia e sulfato de amônio e 100 kg.ha⁻¹ de potássio na forma de cloreto de potássio.

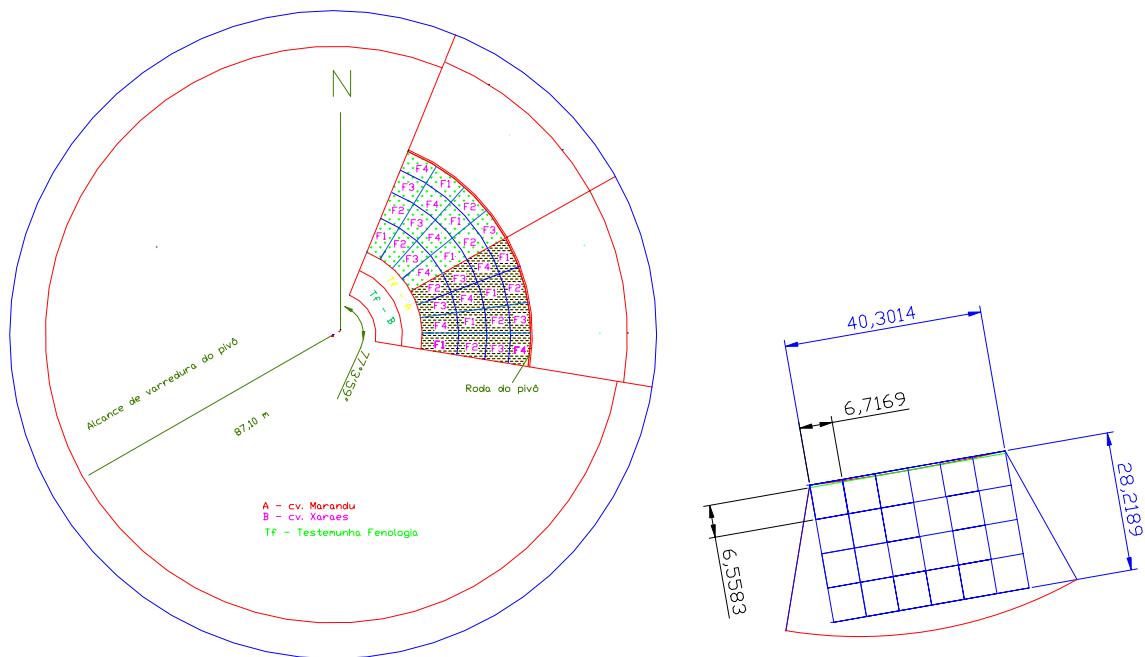


Figura 2 - Área de abrangência do sistema de irrigação em pivô central com detalhe da gleba experimental efetivamente utilizada

A temperatura média durante o período de crescimento da planta (Fev-Mar) foi de 22,5°C, com temperatura máxima de 25,7 °C e mínima de 19,5 °C.

Os dados climáticos, relativos a este período foram coletados no posto meteorológico de Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, e as medidas de temperatura média do ar e radiação global média, tomadas no período de crescimento vegetal relativo ao experimento, estão apresentados na Figura 3.

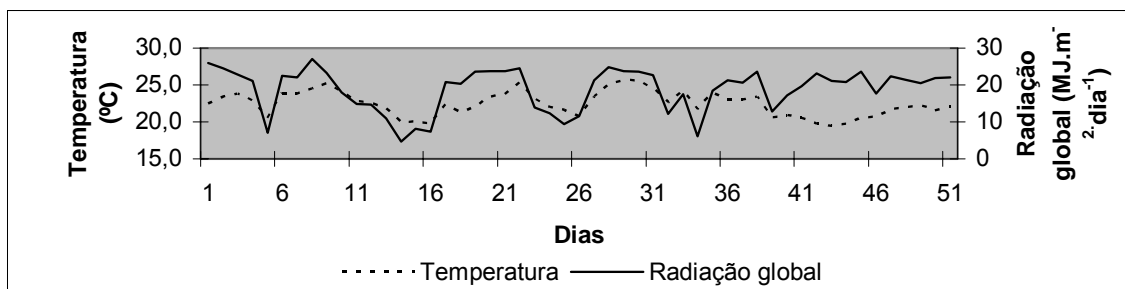


Figura 3 - Variação da temperatura média do ar (°C) e da radiação solar global média ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)

O manejo da irrigação foi executado com base no monitoramento da umidade do solo, sendo a mesma, elevada à capacidade de campo sempre que atingisse valores críticos, de acordo com diagnóstico de tensiometria.

2.2.3 Delineamento experimental

A área experimental foi dividida em 24 parcelas de aproximadamente 44 m², e organizada num delineamento em blocos ao acaso, sendo estes definidos em função da declividade observada na área experimental (aproximadamente 3%). Assim, cada bloco apresentou seis parcelas, destinadas a receber um dos tratamentos propostos, a saber: corte e ensilagem imediata (Controle); ceifa seguida de emurhecimento (5 horas) e ensilagem (EM); aplicação de glifosato (3 mL/1,5L H₂O), ceifa, emurhecimento (5 horas) e ensilagem (Glifosato 0h+EM); aplicação de glifosato, ceifa após aproximadamente 24 horas da aplicação, emurhecimento (5 horas) e ensilagem (Glifosato 24h+EM); aplicação de glifosato, ceifa 3 dias após a aplicação, emurhecimento (5 horas) e ensilagem (Glifosato 72h+EM); aplicação de glifosato, corte 3 dias após a aplicação, e ensilagem (Glifosato 72h).

2.2.4 Procedimento experimental.

No dia 29 de março de 2004, decorridos 50 dias do último corte de uniformização, as parcelas foram amostradas quanto a produção de MS, através do lançamento ao acaso de moldura metálica com dimensão de 1 m², para delimitação da área de corte. Estabelecida a amostra, procedeu-se o corte da parte aérea a uma altura de 15 cm do solo. A produção média, em toneladas de matéria seca por hectare, foi de 7,56. As amostras recolhidas serviram ainda para caracterização químico-bromatológica.

Após a quantificação da produção da área experimental, iniciaram-se os trabalhos para ensilagem. A aplicação do glifosato às parcelas relativas aos tratamentos Glifosato 0h+EM, Glifosato 24h+EM, Glifosato 72h+EM e Glifosato 72h foi efetuada após o isolamento da parcela em questão até altura aproximada de 1,5m,

utilizando pulverizador costal com dosagem específica para a parcela, ou seja, 3 mL de *Roundup*[®] Transorb diluído em 1,5 L, correspondendo à aplicação de 22,5 g de princípio ativo por hectare. Imediatamente após a aplicação do glifosato, as parcelas Glifosato 0h+EM foram cortadas e o material foi uniformemente distribuído na superfície da parcela, sendo exposto desta forma ao período de emurchecimento de 5h.

Seguiu-se então, o corte das parcelas do tratamento Controle e imediata condução do material cortado à picadora estacionária previamente regulada, de tal forma a completar o processo de ensilagem através da montagem dos silos experimentais.

Posteriormente, as parcelas estipuladas a receberem o tratamento EM, foram cortadas, com roçadeira costal e o material foi distribuído na superfície da área da parcela, para exposição ao período de emurchecimento de 5 h.

Transcorrido o período destinado ao emurchecimento da forragem, o material (Glifosato 0h+EM e EM) foi recolhido e levado à picadora estacionária devidamente regulada, ao que se seguiu à montagem dos silos experimentais.

Vinte e quatro horas após a aplicação do glifosato, as parcelas Glifosato 24h+EM foram cortadas, e, analogamente, às parcelas EM e Glifosato 0h+EM, foram expostas ao emurchecimento por 5 h, seguido da ensilagem do material após a picagem do mesmo.

As parcelas referentes aos tratamentos Glifosato 72h+EM e Glifosato 72h, foram cortadas 72 horas após a aplicação do glifosato, sendo as parcela Glifosato 72h, ensiladas imediatamente após o corte e, as parcelas Glifosato 72h+EM expostas ao emurchecimento por 5 horas antes da ensilagem.

Para os tratamentos compostos por um período de emurchecimento após o corte, foram coletadas amostras, seqüencialmente, em intervalos de uma hora para determinação da taxa de perda de água, com base na variação do teor de MS do material. A Tabela 2 apresenta as condições climáticas observadas durante os dias em que se deram às atividades de aplicação de glifosato, corte e ensilagem do experimento, obtidas dos dados coletados no posto meteorológico de Departamento de Ciências Exatas da USP/ESALQ, revelando os mesmos, condições favoráveis ao processo de perda de água.

Tabela 2 - Condições climáticas observadas durante o emurchecimento das silagens

Dia	TMED (°C)	UR MED (%)	Vel. Vento (m.s ⁻¹)	Chuva (mm)	Rad.Glob. (MJ.m ⁻² .d ⁻¹)
30/mar	21,6	77,4	1,2	0,0	21,86
31/mar	22,1	74,2	1,2	0,0	22,03
02/abr	22,2	71,0	0,9	0,0	21,51

Efetuada as atividades de corte e respeitados os períodos de emurchecimento, nas ocasiões onde este compunha o tratamento, o material foi recolhido do campo e levado para área de ensilagem onde foi picado em picadora estacionária, e os silos experimentais -dois para cada tratamento- foram preenchidos, através da deposição de camadas de aproximadamente 10 cm de espessura ao que se seguiu compactação com os pés até perfeita acomodação do material, buscando-se dessa forma uniformidade na densidade obtida nos baldes. Os silos experimentais foram compostos por baldes de plástico com capacidade para 20L e, suas respectivas tampas, adaptadas com válvulas do tipo Bunsen, de tal forma, que os gases gerados durante o processo fermentativo não ficassem retidos no interior dos mesmos. No fundo dos baldes, foram colocados, aproximadamente, 2,0 kg de areia seca delimitada por uma tela fina de plástico e tecido de algodão, compondo desta forma um mecanismo para drenagem dos efluentes produzidos pelo material ensilado. O mecanismo descrito visa à quantificação das perdas ocorridas durante o processo fermentativo decorrentes da produção de gases e de efluentes.

Por ocasião do enchimento do silo foram coletadas amostras para determinação do teor de MS, composição químico-bromatológica, poder tampão, pH, condutividade elétrica, atividade de água, granulometria e resíduo de glifosato e AMPA.

Após o enchimento, os silos foram fechados, pesados e vedados, sendo desta forma armazenados, em local protegido sobre temperatura ambiente.

No campo, foi realizado o acompanhamento de rebrota da planta forrageira com base na contagem semanal do número de perfilhos, em duas unidades de amostragem (touceiras) por parcela, devidamente identificadas por estacas e delimitadas por faixa adesiva no solo.

Na abertura, após 120 dias, os silos experimentais foram pesados e uma camada de aproximadamente 15 cm foi descartada, com o objetivo de eliminar a

possibilidade de contaminação das amostras, com fungos e leveduras, comumente encontrados nas camadas superficiais dos silos. Em seguida, procedeu-se a retirada completa do material ensilado e a coleta de amostras para determinação do teor de MS, composição químico-bromatológica, produção de extrato aquoso para determinação de nitrogênio amoniacal, análise de resíduo de glifosato e AMPA e determinação do pH.

Os baldes foram então pesados contendo agora, somente o dispositivo utilizado para drenagem de efluentes, sendo possível desta forma estimar a recuperação de matéria seca, perda por efluentes e por gases, através da composição de índices utilizando-se também dos dados coletados por ocasião do preparo dos silos experimentais.

2.2.5 Determinações

Coletou-se durante o procedimento para estimação da produção da planta forrageira amostra destinada à análise químico-bromatológica. As amostras coletadas durante o enchimento e a abertura dos silos experimentais, foram fracionadas de acordo com o objetivo da análise, assim, parte das amostras foram mantidas sob refrigeração para análise de atividade de água e condutividade elétrica, a fim de evitar ruptura de células que promovam alteração nas referidas determinações. Outra alíquota foi congelada para análise de granulometria, poder tampão e pH, extrato aquoso, análise de resíduo de glifosato e AMPA e, parte, foi imediatamente conduzida a determinação do teor de MS e análises químico-bromatológicas.

2.2.5.1 Matéria seca

A matéria seca foi determinada com base na pesagem do material fresco em sacos com peso conhecido, ao que se seguiu o encaminhamento das mesmas à estufa de ventilação forçada regulada para 55°C. Após aproximadamente 72 h, as amostras foram retiradas da estufa, e nova pesagem foi efetuada, obtendo-se desta forma o teor de MS do material.

Após a determinação do teor de MS, as amostras foram submetidas à moagem com peneira de 1mm de diâmetro em moinho do moinho do tipo Willey, para posterior condução da análise químico-bromatológica.

2.2.5.2 Determinação das perdas por gases, efluentes e recuperação de MS

A partir das pesagens realizadas após o enchimento dos silos experimentais, no momento da abertura e após a retirada da forragem, e dos respectivos teores de MS determinados conforme descrito acima, foram definidos os parâmetros indicativos da magnitude das perdas ocorridas durante o período de ensilagem. Os índices conforme Mari (2003), são assim apresentados:

Perda por gases

$$G = \frac{(Pfe - Pab)}{(MFfe \times MSfe)} \times 10000 \quad (1)$$

onde,

G = perda por gases (% MS);

Pfe = peso do balde cheio no fechamento (kg);

Pab = peso do balde cheio na abertura (kg);

MFfe = massa de forragem no fechamento (kg);

MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (% MS).

Perdas por efluentes

$$G = \frac{(Pab - Pfe)}{MFfe} \times 1000 \quad (2)$$

onde:

E = produção de efluente (kg t⁻¹ massa verde);

Pab = peso do conjunto (balde+tampa+areia+pano+tela) vazio na abertura, (kg);

Pfe = peso do conjunto (balde+tampa+areia+pano+tela) vazio no fechamento, (kg);

MFfe = massa de forragem no fechamento (kg).

Índice de Recuperação de MS

$$G = \frac{(MF_{ab} \times MS_{ab})}{(MF_{fe} \times MS_{fe})} \times 100 \quad (3)$$

onde:

RMS = índice de recuperação de matéria seca (%);

MF_{ab} = massa de forragem na abertura (kg);

MS_{ab} = teor de matéria seca da forragem na abertura (%);

MF_{fe} = massa de forragem no fechamento (kg);

MS_{fe} = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%).

2.2.5.3 Condutividade elétrica

A condutividade elétrica foi determinada conforme metodologia proposta por Kraus et al. (1997), assim, 25g de amostra foram homogeneizadas durante 1 minuto, com 300 mL de água deionizada. Na solução obtida da filtragem da amostra, foi realizada leitura indireta da quantidades de eletrólitos livres na solução com condutivímetro da marca Digimed[®], modelo CD-20.

2.2.5.4 Atividade de água

A atividade de água foi determinada após calibração do sensor de leitura do equipamento da marca Defensor[®], modelo Novasina ms1, com célula de padronização mantida em temperatura ambiente até sua estabilização. A amostra foi então exposta ao sensor de leitura, devidamente calibrado, até a estabilização do aparelho, após o que se deu a anotação do valor apresentado.

2.2.5.5 Poder tampão e pH

Após o descongelamento em temperatura ambiente, 20 g de amostra foram maceradas com 250mL de água destilada. O pH da solução foi medido com potenciômetro digital (Digimed[®] TE-902) e em seguida ajustado para 3,0 com ácido

clorídrico (0,1 N). Posteriormente, o pH foi elevado a 4,0 pela adição de hidróxido de sódio (0,1N) após o que, se seguiu, a elevação do pH para 6,0, com o registro do volume de base gasto. O poder tampão foi então, caracterizado como equivalente miligrama de base requerida para elevar o pH de 4,0 para 6,0 por 100g de MS, conforme proposto por Playne e McDonald (1966)

2.2.5.6 Tamanho de partícula

O tamanho de partícula foi definido conforme metodologia de estratificação proposta por Lammers; Buckmaster e Heinrichs (1996), denominada “Penn State Particle Size Separator”, adaptada a análise de gramíneas forrageiras conforme mencionado por Mari (2003), pela inclusão de peneira com 38 mm de diâmetro, às peneiras originais de 19 e 7,8 mm, conforme ilustrado pela Figura 6.

Assim, a determinação foi efetuada com base na deposição de aproximadamente 250 g de amostra na peneira superior, ao que se seguiu agitação vigorosa e repetida por 10 vezes para cada uma das faces das peneiras, em dois ciclos completos. Feito isto, o material retido em cada uma das peneiras foi recolhido e pesado, sendo efetuado ainda a medida em cm de uma amostra das maiores partículas da peneira superior a fim de estimar o tamanho médio das partículas retidas nesta.

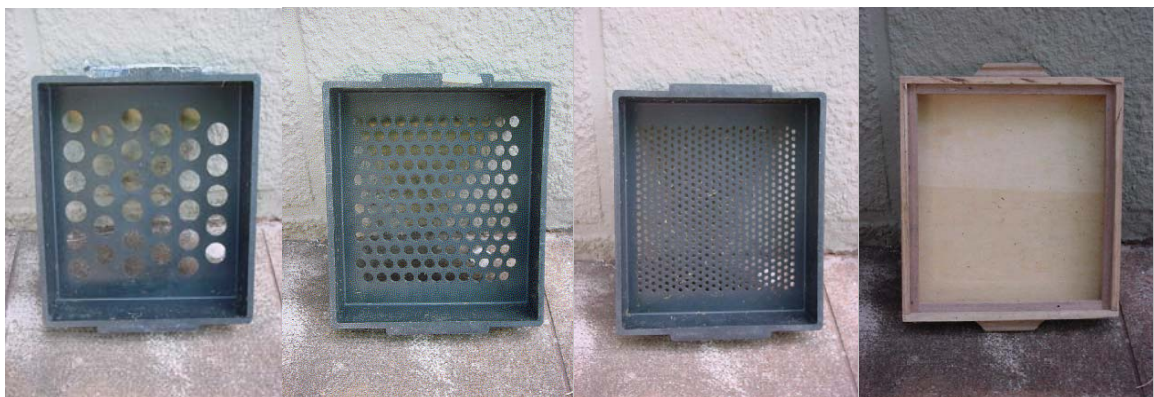


Figura 4 - Conjunto de peneiras utilizado para determinação do tamanho de partículas

O tamanho médio de partículas foi definido como a média ponderada entre o tamanho médio das partículas das peneiras e a porcentagem de material retido em cada uma delas.

2.2.5.7 Extrato aquoso

O extrato aquoso foi obtido pela homogeneização por 1 minuto de 25 g de amostra fresca com 225 mL de água destilada, conforme Kung Junior et al. (1984), em um liquidificador industrial, modelo TA-02, da marca Skymesen[®]. Após a homogeneização a solução foi filtrada em filtro Whatman 54, sendo o filtrado recolhido e conduzido a centrifuga por 15 minutos, após acidificação com ácido sulfúrico (50%). O sobrenadante foi então coletado e armazenado à -5 °C, sendo posteriormente descongelado para análise de nitrogênio amoniacal conforme Chaney e Marback (1962), com leitura em 550 nm, em espectrofotômetro JENWAY-6405 UV/VIS[®].

A quantificação da concentração dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) foi realizada a partir dos extratos aquosos das amostras (0,8 mL) ao que se adicionou ácido metafosfórico - 25% (0,2 mL) e padrão interno (0,1 mL), conforme Palmquist e Conrad (1971). Utilizou-se nas leituras, cromatógrafo líquido gasoso CLG (Hewlett Packard 5890, série II), equipado com HP Integrator 3396, série II (Hewlett Packard Company, Avondale, PA). Como padrão interno utilizou-se solução de ácido 2-etilbutírico.

2.2.5.8 Carboidratos solúveis

A determinação de carboidratos solúveis foi efetuada na amostra seca e moída, pela extração em 0,2 g de amostra com 40 mL de etanol 80%, por 4 h sob agitação branda. Após extração, a amostra foi filtrada através de filtro Whatman 541 sob vácuo, conforme descrito por Hall (2000) citando Dubois et al.⁷. O volume foi recolhido em balão volumétrico de 100 mL, e completado com etanol 80%.

⁷ DUBOIS, M.; GILLES, K.A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P.A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, v.28, p. 350, 1956.

Para reação com fenol e ácido sulfúrico, adicionou-se 0,5 ml de fenol (5%) e 2,5 ml de ácido sulfúrico concentrado, a 0,5 ml da amostra, seguindo-se agitação em vortex. Após isto, as amostras foram cobertas mantidas em banho-maria a 30°C por 20 minutos. Novamente as amostras foram homogeneizadas com vortex, para posterior leitura em 490 nm no espectrofotômetro JENWAY-6405 UV/VIS®.

2.2.5.9 Análises químico-bromatológicas

As amostras coletadas antes da aplicação do glifosato, no momento da ensilagem e na abertura dos silos, após secagem e moagem, foram submetidas ao método de espectroscopia de reflectância de infravermelho proximal (NIRS), para determinação da composição químico-bromatológica, visando redução do tempo gasto para a realização das análises e da utilização de recursos financeiros. Assim, as amostras foram escaneadas com células Transport quarter cup (código IH – 0379), em espectrômetro modelo NIRS 5000 (NIRSystems®, Silver Spring, MD, USA) acoplado a um microcomputador equipado com *software* WinISI II versão 6.2 (Intrasoft International, PA). Os espectros gerados foram armazenados em curva log (1/R), onde R é o valor da reflectância, em intervalo de 2 nm, obtendo leituras compreendidas entre os comprimentos de onda de 700 a 2100 nm.

Assim, foram obtidas estimativas de valor nutritivo (MS105, matéria mineral, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos não-fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, digestibilidade da matéria original, digestibilidade da matéria seca, digestibilidade do FDN e digestibilidade do FDA). Tendo em vista a coerência dos resultados estimados para extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina e digestibilidades, os mesmos foram utilizados nas análises estatísticas. Já as determinações de MS 105 °C, matéria mineral (AOAC, 1980), proteína bruta obtida com base na combustão das amostras segundo o método de Dumas, utilizando-se um auto-analisador de nitrogênio, marca LECO®, modelo FP-528 (WILES; GRAY; KISSLING, 1998).

2.2.5.10 Glifosato e AMPA

As primeiras tentativas de quantificação de resíduos de glifosato e AMPA nas amostras obtidas no momento da ensilagem e na aberturas dos silos experimentais foram conduzidas conforme metodologia de rotina estabelecida pelo laboratório de análise de resíduos de pesticida (LARP) da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, onde a amostra era preparada em acetonitrila:água (4:6), com posteriores etapas de limpeza e purificação do extrato. O isolamento do analito advinha da derivatização com acetonitrila, ácido acético e trimetil ortoacetato, ao que se seguiu leitura em cromatógrafo á gás.

A referida metodologia não permitiu adequada recuperação do analito, sendo substituída por metodologia modificada de Nedelkoska e Low (2004). Assim, 2 g de amostras foram pesadas e homogeneizadas com 30 mL de água deionizada em turrax por 5 min. Após homogeneização, os extratos foram filtrados em funil de Buckner com filtro celite 545, ao que se seguiu lavagem com 10 mL de água deionizada. Em seguida, o volume recolhido foi volvido em filtro de separação e recebeu 20 mL de diclorometano. O sobrenadante foi recolhido e centrifugado (2000 rpm/5 min para eliminação dos resíduos de diclorometano, sendo exposto a coluna de polipropileno preparada com 1 g de resina AG1-X8, na forma acetato em vazão de 5 gotas por minuto. Lavou-se a coluna com acetonitrila:água (4:6) e, em seguida, eluiu-se o glifosato com ácido clorídrico (0,5 M), mantendo-se a vazão. Ao eluado adicionou-se 1 mL de tampão borato (pH-9,0) e ajustou-se o pH para 7,0 com hidróxido de sódio (5%).

O isolamento do analito se deu pela derivatização de 2 mL da amostra com 2,0 mL de 9-fluorenilmetil cloroformato (FMOC-Cl) e 0,3 mL de tampão borato. Após 30 minutos submeteu-se a amostra derivatizada à partição com éter-sulfúrico (3x). Em seguida, as mesmas foram conduzidas a cromatógrafo líquido de alta performance (HPLC).

O resultados obtidos das fortificações na forragem e nas silagens apresentaram inconsistência do método em relação à recuperação do analito, conforme pode ser observado na Tabela 3, o que justificou a não exploração dos resultados dessas amostras para fins de discussão sobre os resultados experimentais.

Tabela 3 - Fortificações de glifosato e AMPA na forragem e nas silagens de capim Xaraés

	Leitura Glifosato	Concentração mg.kg ⁻¹	Leitura AMPA	Concentração mg.kg ⁻¹
Forragem				
Padrão - 2mL	13,65	10	31,35	10
Fortificação-0,2 mg.kg ⁻¹	27,14	19,88	6,14	1,95
Fortificação-2,0 mg.kg ⁻¹	50,58	37,03	7,20	2,29
Silagem				
Padrão - 2mL	51,13	10	0,94	10
Fortificação-0,2 mg.kg ⁻¹	16,83	3,29	2,07	21,93
Fortificação-2,0 mg.kg ⁻¹	36,18	7,07	1,80	19,07

2.2.6 Estabilidade aeróbia

A estabilidade aeróbia está associada à redução do desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras, responsáveis por alterações químicas e microbiológicas após a abertura dos silos (LOURES, 2004). Diversos são os parâmetros indicativos da estabilidade de silagens após abertura dos silos, produção de calor, CO₂ ou variação de pH são alguns comumente utilizados. No presente experimento, variáveis relacionadas à temperatura foram utilizadas em associação com dados de pH, composição químico-bromatológica, e perdas no pós-abertura dos silos, para caracterizar a estabilidade das silagens. A seguir, segue descrição detalhada das variáveis.

Temp. Max. - Temperatura máxima registrada após abertura dos silos (°C);

Int. Temp. Max. - Tempo para ocorrência da temperatura máxima (dias);

Δ Temp - Diferença máxima entre a temperatura das silagens e do ambiente (°C);

Σ Temp. 0-5 - Somatório das diferenças de temperatura entre as silagens e o ambiente do 0 ao 5º dia (°C);

Σ Temp. 0-10 - Somatório das diferenças de temperatura entre as silagens e o ambiente do 0 ao 10º dia (°C);

Σ Temp. 5-10 - Somatório das diferenças de temperatura entre as silagens e o ambiente do 5 ao 10º dia (°C);

Int. Elev. Temp. - Tempo para que a temperatura das silagens apresentem tendência de elevação (dias);

TM2 - $\Delta 2^\circ \text{C}$ - Tempo para que a temperatura da silagem se eleve em 2°C (min);

pH Max - pH máximo atingido;

Int. pH Max. - Tempo para atingir pH máximo; $\Delta \text{pH } 0,2$ (dias);

$\Delta \text{pH } 0,2$ - Tempo para que o pH se eleve em 0,2 unidades (dias);

Perda 0-5 - Perdas ocorridas do 0 ao 5º dia do ensaio;

Perda 5-10 - Perdas ocorridas do 5 ao 10º dia do ensaio;

Perda 0-10 - Perdas ocorridas do 0 ao 10º dia do ensaio.

Os ensaios de estabilidade aeróbia foram montados dispondo aproximadamente quatro quilos de silagem não compactada, em baldes sem tampa, na ocasião de abertura dos silos experimentais. Esses baldes foram mantidos em sala com refrigeração sob temperatura média de $18,5^\circ \text{C}$, com máxima de $20,2^\circ \text{C}$ e mínima $16,8^\circ \text{C}$, com cobertura de tule, para evitar presença de insetos. A estabilidade das silagens foi determinada através de parâmetros obtidos dos resultados de variação de temperatura e de pH, conforme O'Kiely (1999b), durante dez dias. Para isso, no centro geométrico da massa de silagem de cada balde, foi introduzido um sensor, associado a um sistema informatizado e eletrônico de aquisição de dados ("dataloggers" Dickson SK 500), programado para realizar leituras de temperatura a cada 10 minutos, sendo que duas vezes ao dia (8:00 e às 17:00 horas) os baldes foram pesados para quantificação das perdas de MS ocorrida, e na última pesagem do dia foram coletadas, aproximadamente, 25 gramas de amostra para determinação do pH. Em intervalos de 5 dias, foram coletadas amostras para determinação de MS, conforme metodologia acima descrita, a fim de corrigir as perdas de MS ocorridas no período.

2.2.7 Análise estatística

As variáveis referentes à composição bromatológica da forragem, antes e após a aplicação dos tratamentos, e das respectivas silagens foram avaliadas com base na

análise de variância pelo procedimento GLM do programa estatístico SAS. Assim, os teores médios de MS, cinzas, carboidratos, proteína bruta, extrato etéreo, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, hemicelulose, celulose, lignina, digestibilidade da MS, digestibilidade da MO, digestibilidade do FDN e digestibilidade do FDA, foram comparados pelo teste de quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%. Em casos onde foi conveniente a exploração de tendências estatísticas, essas foram consideradas quando a significância foi de $P < 0,10$.

Com base no procedimento REG, tais variáveis foram organizadas em função do momento de amostragem (forragem, antes e após a aplicação dos tratamentos, e silagens), de forma a avaliar a tendência apresentada pelas mesmas. Definidas as curvas de regressão dos tratamentos para cada variável, tais curvas foram comparadas pela análise de paralelismo, realizadas por meio do teste f conjunto, conforme Mead; Curnow e Hasted (2002).

As variáveis físico-químicas das silagens, ou seja, tamanho de partícula, condutividade elétrica, atividade de água, concentração de ácidos graxos voláteis, e nitrogênio amoniacal, foram avaliadas mediante a utilização da análise de variância pelo procedimento GLM e, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo método de quadrados mínimos (LSMEANS), com nível de significância de 5%.

O desenvolvimento da rebrota do capim Xaraés após o corte da área experimental foi efetuado com base no número de perfilhos, e avaliado pelo procedimento MIXED do SAS, tendo em vista, a caracterização de medidas repetidas no tempo.

No ensaio de estabilidade aeróbia, as variáveis referentes à composição bromatológica dos tratamentos, em três momentos do ensaio, foram avaliadas usando o procedimento MIXED do SAS. Já, para as variáveis referentes à variação de temperatura, pH e recuperação de MS utilizou-se o procedimento GLM.

2.3 Resultados e discussão

2.3.1 Produção e composição bromatológica do capim Xaraés

A composição química da forragem fresca está apresentada na Tabela 4.

Conforme padrões típicos de forragens tropicais, os dados expressam teor médio de MS de 16,5%, inferior ao relatado por Mari (2003) em capim Marandú, que apresentou teores de MS variando de 18,5 a 21,4% entre os intervalos estabelecidos para corte no verão. De forma semelhante, Bernardes (2003) apresenta teor de MS para capim Marandú colhido com 58 dias de 22,9%, reafirmando o baixo teor de MS do capim Xaraés. Considerando como objetivo a produção de silagem, o reduzido teor de MS apresentado, representa potencial limitante, uma vez que pode promover padrões inadequados de fermentação e alta produção de efluentes, além de, em última análise, definir ineficiência do processo de ensilagem, uma vez que todas as operações logísticas serão baseadas no transporte de material, caracterizado por elevado volume e peso por unidade de MS.

Wilkinson; Chapman e Wilkins (1982) verificaram maior ocorrência de fermentações secundárias na ensilagem de plantas com teores de matéria seca inferiores a 21% associados a teores de carboidratos solúveis menores que 2,2% com base na matéria verde. Para o capim Xaraés, neste experimento, os teores de CHO's variaram de 2,68 a 3,24% da MS, sendo, superiores ao apresentado por Bernardes (2003), para capim Marandú, e inferior ao apresentado por Igarasi (2002) e Rangrab; Mühlbach e Berto (2000). As concentrações de PB nas amostras de capim Xaraés foram mais altas, dos que as normalmente relatadas para espécies do gênero *Brachiaria*, atingindo valores 13,68% da MS, com mínimo de 11,8%. Bernardes (2003) relata teor de PB para capim Marandú de 10,7% da MS, sendo esta semelhante ao teor de 9,6% da MS apresentada por Mari (2003), para a mesma espécie em idade semelhante durante a colheita de verão. Em capim Xaraés, Valle et al. (2004) apontam teor de PB, como % da MS, de 10,3%.

O elevado teor de PB obtido no presente experimento reflete a intensidade de adubação realizada, principalmente em função dos problemas de rebrota apresentados.

Tabela 4 - Composição bromatológica do capim Xaraés antes e após a aplicação dos tratamentos

Variáveis	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
antes								
Prod. (t MS.ha ⁻¹)	7,95	7,64	6,84	7,00	7,47	8,39	0,87	7,55
MS (%)	19,47 ^a	15,70 ^b	15,50 ^b	15,99 ^{ab}	16,19 ^{ab}	16,10 ^{ab}	0,53	16,49
CZ (% da MS)	8,99	8,48	7,68	8,48	8,35	7,77	0,27	8,29
CHO (% da MS)	2,70 ^{ab}	3,24 ^{ab}	2,94 ^{ab}	2,68 ^{ab}	3,19 ^{ab}	3,73 ^a	0,18	3,08
PB (% da MS)	11,8	12,1	12,6	12,66	13,21	13,68	0,65	12,68
EE (% da MS)	1,76 ^a	1,8 ^a	1,6 ^b	1,55 ^{bc}	1,55 ^{bc}	1,51 ^c	0,03	1,63
FDN (% da MS)	69,15	68,89	70,35	71,38	69,36	69,3	0,79	69,74
FDA (% da MS)	35,89	36,69	35,83	37,71	36,97	36,57	0,52	36,61
HEM (% da MS)	27,71	28,56	28,69	29,79	28,76	28,36	0,57	28,65
CEL (% da MS)	35,01	34,16	35,93	36,71	35,86	36,11	0,71	35,63
LIG (% da MS)	4,16	4,34	3,98	3,69	4,60	4,53	0,29	4,22
DMS (%)	70,47	68,1	70,43	70,2	66,4	69,78	1,25	69,23
DMO (%)	71,06	67,01	70,15	70,35	69,07	68,09	1,49	69,29
DFDN (%)	45,89	44,59	46,4	48,71	46,76	44,79	1,10	46,19
DFDA (%)	31,68	30,24	31,91	33,45	30,81	29,63	0,92	31,29
depois								
MS (%)	15,62 ^c	23,22 ^b	21,4 ^b	21,64 ^b	25,88 ^a	16,66 ^c	0,51	20,74
CZ (% da MS)	9,37 ^a	7,85 ^b	8,43 ^{ab}	8,63 ^{ab}	8,43 ^{ab}	8,91 ^{ab}	0,26	8,60
CHO (% da MS)	2,96 ^{ab}	3,24 ^{ab}	3,2 ^{ab}	2,80 ^b	3,24 ^{ab}	2,79 ^b	0,09	3,04
PB (% da MS)	10,91 ^b	10,89 ^b	11,43 ^a	10,75 ^b	10,39 ^b	9,98 ^{bc}	0,24	10,73
EE (% da MS)	1,54 ^a	1,46 ^{ab}	1,44 ^b	1,39 ^b	1,46 ^{ab}	1,48 ^{ab}	0,02	1,46
FDN (% da MS)	65,96	64,8	63,34	66,20	68,09	67,26	0,71	65,94
FDA (% da MS)	37,74 ^{ab}	37,69 ^{ab}	37,41 ^{ab}	38,36 ^a	36,27 ^b	37,15 ^{ab}	0,30	37,44
HEM (% da MS)	28,91 ^a	27,07 ^b	27,9 ^{ab}	27,99 ^{ab}	29,46 ^a	29,29 ^a	0,32	28,44
CEL (% da MS)	30,74 ^b	30,44 ^b	31,42 ^b	31,91 ^b	33,94 ^a	31,7 ^b	0,35	31,69
LIG (% da MS)	5,28 ^c	6,11 ^a	5,81 ^{ab}	6,04 ^a	5,04 ^c	5,65 ^b	0,07	5,66
DMS (%)	65,53 ^b	66,79 ^b	70,28 ^a	63,72 ^{bc}	66,96 ^b	63,39 ^c	0,69	66,11
DMO (%)	70,92 ^a	69,97 ^{ab}	67,49 ^{ab}	67,18 ^b	67,86 ^{ab}	66,99 ^b	0,90	68,40
DFDN (%)	44,35	43,01	45,7	42,37	44,97	43,53	0,73	43,99
DFDA (%)	25,04 ^{bc}	26,29 ^{ab}	28,37 ^{ab}	26,18 ^{ab}	29,05 ^a	25,85 ^c	0,73	26,80

Médias nas linhas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

Assim, enquanto a recomendação é para aplicação de 75 kg.ha⁻¹.ano⁻¹, em sistemas de recria (VALLE et al. 2004), no presente foram aplicados 160 kg.ha⁻¹.ano⁻¹,

de forma parcelada afim de favorecer o perfilhamento e garantir a necessária fertilidade do solo para atingir produção potencial.

Tendo em vista a importância do valor nutritivo e a relação deste com os teores de carboidratos estruturais, os dados obtidos para as frações fibrosas e digestibilidade de capim Xaraés podem ser sintetizados, em termos médios como 69,7%, 36,6%, 28,6%, 35,6% e 4,21% da MS, respectivamente para FDN, FDA, HEM, CEL e LIG, sendo todos os parâmetros inferiores aos apresentados por Bernardes (2003) e, em relação ao teor de FDN, Mari (2003) e Valle et al. (2004) encontraram concentrações superiores, respectivamente para capim Marandú e Xaraés.

Compondo o painel sobre valor nutritivo, a digestibilidade da MO encontrada (69,3%) foi também superior à apresentada por Valle et al. (2004) para Xaraés (60,4%) e a digestibilidade da MS obtida por Mari (2003), para capim Marandú, foi de 63,8% e de 46,2% por Bernardes (2003), comparado a 69,2%, obtida para capim Xaraés no presente estudo.

Assim, o material destinado à produção de silagem pode ser considerado de boa qualidade, indicando, adequação do momento definido para corte, uma vez que a produção de MS obtida foi razoável (7,55 t.MS.ha⁻¹), sendo superior a apresentada por Bernardes (2003) para capim Marandú e à apresentada por Detomini (2004), para capim Xaraés, embora Mari (2003) tenha obtido produção de 10,2 t.MS.ha⁻¹ no verão em capim Marandú. Assim, a elevada produção por hectare associada à boa composição química e digestibilidade do material no momento de corte definido neste experimento, apresentam o capim Xaraés como alternativa interessante para produção de silagem.

2.3.2 Emurhecimento

Nas Tabelas 4 e 5 são apresentados os resultados da análise estatística da composição bromatológica do capim Xaraés, antes e após a aplicação dos tratamentos, bem como das respectivas silagens.

Os tratamentos compostos por um período de emurhecimento de 5 horas apresentaram, no momento da ensilagem, teor médio de MS de 23,03%, enquanto os

tratamentos em que a ensilagem se deu imediatamente após o corte apresentaram média de 16,14%, independente da aplicação do glifosato. Para as silagens emurchecidas, o teor médio de MS foi de 21,36%, em relação a 15,43% de MS relatado para as silagens não emurchecidas.

Tabela 5 - Composição bromatológica das silagens de capim Xaraés

Variáveis	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
MS (%)	15,05 ^d	18,16 ^c	21,21 ^b	21,28 ^b	24,77 ^a	15,81 ^d	0,28	19,38
CZ (% da MS)	10,11 ^a	8,95 ^b	9,02 ^b	9,14 ^{ab}	8,39 ^b	9,06 ^b	0,22	9,11
CHO (% da MS)	0,66 ^b	0,99 ^a	0,96 ^a	0,96 ^a	1,06 ^a	0,68 ^b	0,06	0,89
PB (% da MS)	7,84 ^c	10,21 ^a	8,67 ^b	9,74 ^a	9,54 ^a	7,96 ^c	0,15	8,99
EE (% da MS)	2,04	2,28	2,28	2,2	2,17	2,02	0,06	2,17
FDN (% da MS)	68,43 ^b	70,01 ^{ab}	70,85 ^{ab}	70,7 ^{ab}	72,51 ^a	70,27 ^{ab}	0,83	70,46
FDA (% da MS)	46,97 ^a	44,27 ^{ab}	44,1 ^{ab}	44,72 ^{ab}	43,83 ^{ab}	46,25 ^a	0,35	45,02
HEM (% da MS)	19,7	20,39	21,21	21,00	21,91	22,06	0,57	21,05
CEL (% da MS)	43,41	43,65	43,5	42,86	45,39	43,75	0,88	43,76
LIG (% da MS)	6,49 ^a	4,76 ^b	4,59 ^b	5,10 ^{ab}	4,47 ^b	5,59 ^{ab}	0,29	5,17
DMS (%)	60,01 ^{ab}	59,37 ^b	61,02 ^{ab}	59,99 ^{ab}	63,58 ^a	60,15 ^{ab}	0,87	60,69
DMO (%)	62,12	57,96	59,48	57,63	58,32	61,37	1,17	59,48
DFDN (%)	33,05	29,86	32,16	29,58	33,63	34,83	1,35	32,19
DFDA (%)	38,64	40,42	41,46	40,27	41,09	38,84	0,69	40,12

Médias nas linhas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurhecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

Com base nas médias apresentadas, após período de secagem de 5h observou-se elevação de 42,5% nos teores de MS da forragem e 38,4% na MS das silagens emurchecidas. Conforme Paziani (2004) o emurhecimento, por aproximadamente seis horas, alterou o teor de MS de 20,06 para 27,98%, elevação de 39%. Vilela et al. (2001) ao submeter capim Elefante, com teor de MS inicial de 17,5%, ao mesmo tempo de emurhecimento de seis horas, obtiveram 25,6% MS final, correspondendo a um aumento de em 46% no teor de MS.

Assim, no presente experimento foi observado um acréscimo de 1,38 unidades percentuais no teor de MS para cada hora de exposição ao sol. Igarasi (2002), obteve aumento de 0,86 unidades percentuais por hora de emurhecimento, no teor de MS de

capim Tanzânia em corte efetuado no verão, obtendo ao final de um período de 6h de secagem valor médio de MS de 21,55%. Em avaliação de silagens de capim Tanzânia Loures (2004) relata aumento de 1,8 unidades percentuais por hora de secagem. Por outro lado, Evangelista et al (2004), em estudo sobre produção de silagem de capim Marandú colhido aos 90 dias de rebrota, obteve taxa de aumento do teor de MS de 5,88 unidades percentuais por hora, atingindo valores de MS de 62,5% no momento da ensilagem em condições climáticas bastante semelhantes às descritas na Tabela 2, para o presente experimento. Possivelmente a diferença nas idades de corte consideradas no presente estudo (50 dias) e no estudo conduzido por Evangelista et al. (2004) (90 dias) seja o fator determinante da maior teor de MS inicial para este (27,22%), tendo em vista que o avanço da maturidade do material determina maior proporção de haste na produção acumulada, o que contribuiria negativamente à perda de umidade, dificultando desta forma a compreensão dos fatores determinantes da alta taxa de elevação do teor de MS relatado.

A utilização do glifosato como agente dessecante não foi efetiva sobre a elevação do teor de MS, tendo em vista que o tratamento composto pelo corte após 3 dias da aplicação do glifosato, sem o período de emurchecimento (Glifosato 72h) definiu teor de MS semelhante ao obtido no tratamento Controle, ou seja, 16,66 % e 15,62 %, respectivamente. Entretanto, a associação de um período de emurchecimento à aplicação de glifosato espaçada da data do corte e ensilagem por 3 dias (Glifosato 72h+EM) determinou maior teor de MS no momento da ensilagem em relação aos demais tratamentos, sugerindo efeito sinérgico das práticas componentes do referido tratamento e a importância do intervalo entre a aplicação do glifosato e o corte, como “lag” para atuação deste sobre os processos fisiológicos dos tecidos vegetais.

A Tabela 6 apresenta a variação do teor de MS em função do momento de amostragem dentro do período de emurchecimento. Nela, a análise da elevação média do teor de MS reafirma a importância do intervalo entre a aplicação do glifosato e o corte da forragem, tendo em vista que os tratamentos compostos por intervalos de um e três dias entre a aplicação e o corte, Glifosato 24h+EM e Glifosato 72h+EM respectivamente, apresentaram elevação média de 62,5% no teor de MS durante a secagem, em relação à elevação média de 45,5%, obtida para os tratamentos onde o

corde foi efetuado imediatamente após a aplicação do herbicida (Glifosato 0h+EM), e sem a utilização deste (EM).

Tabela 6 - Evolução do teor de MS do capim Xaraés durante o emurchecimento

Horas	EM ¹	Glifosato			EPM ²	Média
		0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹		
0	16,04 ^c	16,08 ^c	14,98 ^d	15,94 ^d	0,48	15,76 ^d
1	18,91 ^{bA}	18,97 ^{bA}	16,57 ^{cB}	18,25 ^{cA}	0,42	18,17 ^c
2	20,38 ^b	20,26 ^b	19,27 ^b	18,61 ^c	0,74	19,63 ^b
3	18,63 ^b	19,65 ^b	20,57 ^b	21,12 ^b	0,97	19,99 ^b
4	23,46 ^{bA}	24,44 ^{aA}	21,21 ^{bB}	24,12 ^{aA}	0,36	23,31 ^a
5	23,23 ^a	23,52 ^a	24,87 ^a	25,71 ^a	1,47	24,34 ^a
Média	20,10	20,49	19,58	20,62	0,44	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P>0,05$)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P>0,05$)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

Wright et al. (2000), em estudo sobre possíveis fatores associados às respostas em ingestão e desempenho animal, apresentam valores médios da taxa de secagem no campo variando de 0,01 à 0,122 kg H₂O. kg⁻¹ MS.h⁻¹, com média 0,062 kg H₂O. kg⁻¹ MS.h⁻¹, em 79 experimentos estudados. No presente estudo a taxa média de perda de água foi de 0,44 g H₂O. g⁻¹ MS.h⁻¹, aquém da taxa apresentada por Cherry (1970), de 1,00 g H₂O. g⁻¹ MS.h⁻¹ para produção de feno de gramíneas temperadas, e que segundo o qual pode ser aumentada pelo revolvimento da leira. A umidade inicial e a velocidade com que a perda de água transcorre são fatores determinantes da redução do valor nutritivo da forragem durante a desidratação (DAWSON et al, 1999), uma vez que alterações significativas nos teores de carboidratos, proteína bruta (CARPINTERO; HENDERSON; McDONALD, 1979) e digestibilidade (YAN et al.,1996), podem resultar de um processo de desidratação lento. A baixa velocidade de perda de água observada sugere possível diminuição do valor nutritivo das forragens submetidas ao emurchecimento, fato que não se confirma pela análise dos dados referentes à composição bromatológica das forragens durante o emurchecimento, apresentados nas

Tabelas 7 e 8, onde se pode observar que o teor de CHO's e PB permaneceu estável durante o período de desidratação.

Em relação ao teor médio de carboidratos, os tratamentos onde a aplicação de glifosato foi seguido do corte com defasagem de 1 e 3 dias , foram determinantes do maior teor da referida variável, em função da redução da atividade metabólica dos tecidos, devido à provável limitação de compostos intermediários derivados da rota do ácido shiquímico.

Tabela 7 - Evolução do teor de CHO's na MS do capim Xaraés durante o emurchecimento

Horas	EM ¹	Glifosato			EPM ²	Média
		0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹		
0	3,31	3,23	3,82	4,14	0,23	3,63
2	2,96	2,98	3,86	3,74	0,23	3,39
5	3,53	3,20	3,61	4,34	0,23	3,67
Média	3,27 ^B	3,14 ^B	3,76 ^A	4,08 ^A	0,13	

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

Não houve diferenças entre os tratamentos em relação ao teor de PB (Tabela 8), durante o emurchecimento, indicando restrição à ocorrência de proteólise, devido a condições climáticas favoráveis à perda de água, que conforme McDonald; Henderson e Heron (1991), juntamente com o período de secagem, são fatores determinantes da extensão da proleólise.

Tabela 8 - Evolução do teor de PB na MS do capim Xaraés durante o emurchecimento

Horas	EM ¹	Glifosato			EPM ²	Média
		0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹		
0	14,32	13,46	13,28	13,27	0,53	13,58
2	13,65	13,14	12,79	13,13	0,53	13,18
5	14,14	13,69	13,61	13,13	0,53	13,64
Média	14,04	13,43	13,23	13,18	0,31	

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

As Tabelas 9, 10 e 11 apresentam um comparativo entre as concentrações de PB, CHO's e digestibilidade da MS da forragem antes e após a aplicação dos tratamentos. Em termos médios, observou-se redução de 16,27% ($P>0,05$) do teor de PB, sendo que a ausência de emurchecimento no tratamento em que o corte foi efetuado 3 dias após a aplicação do glifosato (Glifosato 72h) determinou redução de 27% no teor de PB.

Tabela 9 - Variação do teor de PB de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurchecimento

PB (% da MS)	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Produção	13,24	12,1	12,6	12,66	13,2	13,68 ^a	0,6	12,91 ^a
Enchimento	11,29	10,89	11,2	10,75	10,8	9,98 ^b	0,5	10,81 ^b
Média	12,27	11,49	11,9	11,7	12	11,8	0,4	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P>0,05$)

O teor de carboidratos apresentou comportamento semelhante ao descrito para a variável PB nos tratamentos EM e Glifosato 72h, com redução de 6 e 25% no teor de CHO's, respectivamente. Para os demais tratamentos, o padrão de ocorrência é similar ao descrito por Berto e Mülhback (1997) e Monteiro (1998), respectivamente, estudando aveia preta e alfafa, onde houve consistente elevação do teor de CHO, possivelmente refletindo a redução observada no teor de PB, reflexo da atividade proteolítica. Contudo, o que se observou na média é a tendência ($P=0,07$) de redução branda do teor de CHO's, em função de condições climáticas favoráveis

Tabela 10 - Variação do teor de CHO's de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurchecimento

CHO's (% da MS)	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Produção	2,59	3,24	2,94	2,78	3,29	3,73	0,23	3,10 ^a
Enchimento	2,82	3,06	3,20	2,80	3,42	2,79	0,23	3,02 ^b
Média	2,71	3,15	3,07	2,79	3,35	3,26	0,17	

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

Em relação a digestibilidade, corroborando a afirmação de Wright et al. (2000), observou-se redução de 4,39% ($P < 0,05$), provavelmente relacionada ao aumento da fração fibra em detergente ácido e a diminuição da fração fibra em detergente neutro, simultaneamente à redução da digestibilidade das duas frações.

Tabela 11 - Variação da digestibilidade da MS de capim Xaraés em função da aplicação do glifosato e emurchecimento

DMS (%)	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Produção	70,16	68,10	70,43	70,21 ^a	66,41	67,92	1,07	68,87 ^a
Enchimento	66,61	66,79	67,64	63,72 ^b	66,96	63,39	1,07	65,85 ^b
Média	68,39	67,45	69,04	66,96	66,68	65,65	0,82	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P > 0,05$)

Em relação ao desenvolvimento de perfilhos pós-corte, não houve evidências estatísticas (Tabela 12) de que o emurchecimento ou a aplicação do glifosato tenha afetado de forma negativa tal processo. Entretanto, a aplicação do glifosato determinou redução percentual de 76% no número de perfilhos inicialmente observado após 6 semanas de observação, em relação a redução de 63% relatada para os tratamentos onde o herbicida não foi aplicado.

Tabela 12 - Desenvolvimento de perfilhos do capim Xaraés após corte para confecção das silagens

Semanas	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
1	175 ^{aA}	86,00 ^{aB}	103,5 ^{aB}	141 ^{aAB}	114,25 ^{aAB}	99 ^{aB}	20,75	119,79 ^a
2	105 ^b	60,88 ^b	68,25 ^b	89,13 ^b	76,5 ^b	66,13 ^b	18,88	77,67 ^b
3	60 ^c	28,88 ^c	35,75 ^{bc}	27,13 ^c	49,38 ^{bc}	40 ^b	12,92	40,19 ^c
4	55,88 ^{cA}	20,25 ^{cA}	56,13 ^{bA}	20,5 ^{cAB}	36,5 ^{cdAB}	16,25 ^{cB}	12,36	34,25 ^c
5	61,63 ^c	28,5 ^c	36,25 ^{bc}	14,37 ^{cd}	15,25 ^d	19,75 ^c	16,86	29,29 ^d
6	64,5 ^c	31,5 ^{bc}	44,75 ^b	19,88 ^c	15,25 ^d	21,88 ^{bc}	18,24	32,96 ^c

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si ($P > 0,05$)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si ($P > 0,05$)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

2.3.3 Ensilagem

Considerando que as práticas adotadas nos tratamentos remetem à melhoria da qualidade da silagem, o teor de MS obtido através dos tratamentos propostos (média de 20,73%, variando de 16,14 à 23,3%) ainda é inferior a amplitude de 30 à 50% de MS, recomendada para minimizar as perdas decorrentes da atividade respiratória dos tecidos nos primeiros momentos da ensilagem e do desenvolvimento de microrganismos indesejáveis. Contudo, outros fatores, de acordo com Weissbach e Honig⁸, citados por Oude Elferink et al. (2000), como PT e o teor de CHO's são determinantes da capacidade de fermentação do material. Assim, o teor de MS e de CHO's relacionam-se diretamente com a capacidade fermentativa, enquanto o poder tampão apresenta relação inversa com esta, de acordo com a Equação 1 proposta pelos autores.

$$CF=MS(\%)+8\left(\frac{CHO's(\%MS)}{PT(n^{\circ}e.mg.100g^{-1}MS)}\right). \quad (4)$$

Neste sentido, com base nos dados apresentados nas Tabelas 5 e 13, tem-se que a capacidade fermentativa (CF) estimada foi de 17,37 para o Controle, 25,15 para o tratamento EM, 22,98 para o Glifosato 0h+EM, 23,15 para o Glifosato 24h+EM, 27,18 para o Glifosato 72h+EM e 18,07 para o Glifosato 72h, expressando CF insatisfatória, uma vez que valor superior à 35 é necessário para que a fermentação ocorra de forma adequada com rápido decréscimo de pH. Aplicando a fórmula acima apresentada, aos dados de capim Marandú (MS=22,3%; CHO's=1,1%MS e PT=21,6 n° e.mg.100g⁻¹MS) colhido aos 58 dias, apresentados por Bernardes (2003), obtém-se capacidade fermentativa de 23,3, semelhante ao índice médio (24,62) dos tratamentos compostos por período de emurhecimento (EM, Glifosato 0h+EM, Glifosato 24h+EM e Glifosato 72h+EM). Tendo em vista que a MS inicial do capim Xaraés foi inferior à apresentada por Bernardes (2003) e Mari (2003), em capim Marandú colhido com 60 dias no verão, o emurhecimento foi determinante na melhoria da capacidade fermentativa, tendo como efeito principal à elevação do teor de MS, uma vez que não foram observados

⁸ WEISSBACH, F.; HONIG, H. Über die vorhersage und steuerung des gärungsverlaufs bei der silierung von grünfutter aus extensivem anbau. **Landbauforschung Volkenrode**, n.1, p. 10-17, 1996.

efeitos sobre o PT (Tabela 13), e o teor de CHO's, embora tenha sido elevada pelo emurhecimento em aproximadamente 7%, participou timidamente na elevação da CF, especialmente quando se analisa o teor de CHO's no tratamento Glifosato 24h+EM (2,8% da MS) na Tabela 4, que se assemelhou ao teor relatado para os tratamentos Controle e Glifosato 72h, sem, entretanto comprometer a capacidade fermentativa daquele, tendo em vista o teor de MS relativamente mais alto apresentado.

Tabela 13 - Poder tampão e pH da forragem antes da ensilagem pH das silagens de capim Xaraés

Variável	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
PT (nº e.mg. 100g ⁻¹ MS)	13,53	13,16	16,20	14,83	13,00	15,75	1,62	14,41
pH Enchimento	5,80	5,80	5,78	5,79	5,83	5,81	0,07	5,8
pH Abertura	5,35	5,07	5,16	5,13	5,05	5,19	0,07	5,16

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurhecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

Rangrab; Mühlbach e Berto (2000), relataram redução de 20% no teor de CHO's e aumento de aproximadamente 25% no PT em alfafa exposta ao emurhecimento, entretanto, as silagens obtidas do material emurhecido, apresentaram menor pH, maior relação ácido láctico/ácido acético, menores teores de nitrogênio amoniacal e maior teor de carboidratos residuais, refletindo melhoria no padrão de fermentação e reafirmando a maior importância relativa do teor de MS em relação ao teor de CHO's e PT.

2.3.4 Recuperação de MS, perdas por gases e efluentes

Mari (2003) avaliando a produção de silagem de capim Marandú em diferentes intervalos entre cortes e estações do ano relatou maiores perdas associadas a produção de efluentes e menor recuperação de MS para as silagens de verão (19,4%

MS) em relação às de inverno (39%MS), apontando o teor de MS destas como a provável causa das variações encontradas.

A produção média de efluentes do presente experimento para os tratamentos expostos ao emurchecimento foi de 1,89 kg.t⁻¹MV (Tabela 14), associado a um teor de MS de 23,03% (Tabela 4). Já, os tratamentos não expostos ao emurchecimento, apresentaram teor médio de MS de 16,14% e produção de efluentes de 27,43 kg.t⁻¹MV.

Tabela 14 - Produção de efluentes, perda por gases e recuperação de MS de silagens de capim Xaraés

Variável	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Efluente (kg.t ⁻¹ MV)	30,33 ^A	1,45 ^B	2,40 ^B	2,23 ^B	1,49 ^B	24,52 ^A	1,94	10,4
Gases (% MS)	2,36	3,29	3,06	2,8	3,3	2,44	0,56	2,87
Recuperação de MS (% MS)	90,33	90,55	93,59	95,63	93,01	91,05	1,58	92,36

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

Mari (2003), no experimento acima relatado constatou produção de efluentes de 37,6 kg.t⁻¹MV para as silagens de verão, em relação à produção observada no inverno que foi de 0,2 kg.t⁻¹MV. Loures (2004) relatou produção de efluente das silagens emurchecidas como sendo 99,6% inferior à observada para as silagens não emurchecidas, ressaltando ainda, a importância da densidade de compactação sobre a produção de efluente além da já bem estabelecida relação do teor de MS. Neste sentido, Aguiar; Crestana e Nussio (1997) e Nussio; Paziani e Nussio (2002), analisando técnicas para elevação do teor de MS sobre a produção de efluente, relataram que dentro de um mesmo teor de MS considerado, menor produção de efluente esteve relacionada à atividade de água das silagens. No presente experimento, tal relação não pode ser endossada em função da elevada produção de efluentes observada no tratamento onde o corte ocorreu três dias após a aplicação do glifosato

sem um período destinado à desidratação da forragem (Glifosato 72h), neste caso, a Aw foi reduzida (Tabela 15), sem, contudo limitar a produção de efluentes.

Tabela 15 - Condutividade elétrica (CE), atividade de água (Aw) e tamanho médio das partículas das silagens de capim Xaraés

Variável	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
CE (mS.cm ⁻¹)	1,51	1,64	1,55	1,58	1,70	1,54	0,05	1,59
Aw	0,796 ^A	0,795 ^A	0,789 ^A	0,780 ^B	0,772 ^{BC}	0,768 ^C	0,21	0,783
TP (cm)	2,33 ^A	1,64 ^{BC}	1,89 ^{ABC}	1,55 ^{BC}	1,47 ^C	2,08 ^{AB}	0,13	1,83

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

Apesar do reconhecimento da importância do teor de MS sobre a produção de efluentes, outros fatores participam deste controle, embora os modelos de produção de efluente deixem de contemplá-los, o que explica as variações observadas em relação ao teor mínimo de MS necessário à supressão da ocorrência de efluentes na silagem. Assim, Haigh (1999) aponta este como sendo de 25,4% de MS, enquanto Mari (2003) e Igarasi (2002) apontam o teor de MS limiar para a ocorrência de efluente de 32,5% e 45% de MS, respectivamente. A aplicação do glifosato, entretanto, em função da não existência de diferenças entre as médias de produção de efluentes entre os tratamentos de corte e ensilagem direta com e sem a aplicação do glifosato, ou seja, Glifosato 72h e Controle, respectivamente, não esclarece a ação de variáveis determinantes do potencial de produção de efluente.

Avaliando a fração das perdas decorrentes da produção de gases como porcentagem da MS (Tabela 14), Igarasi (2002), relatou perdas por gases de 5,31% da MS, para silagens com umidade original e 4,35% para silagens emurchecidas. A perda média por gases no presente experimento foi de 2,87%, inferior a relatada por Igarasi (2002). De forma semelhante Mari (2003) aponta valor superior de perdas relativas à produção de gases, obtendo perda média de 4,7% da MS, nos corte de verão em

silagens capim Marandú com umidade original. Em contrapartida, Loures (2004) observou perda de 22,6% da MS em silagens não emurhecidas e 20,5% da MS para silagens emurhecidas, sem, contudo atingir diferenças significativas. De qualquer forma, os resultados obtidos por Loures (2004) confirmam o padrão apresentado por Igarasi (2002), de menor produção de gases associado ao emurhecimento da forragem que neste experimento não se confirmou.

A quantidade de gases produzidos expressa o padrão de fermentação ocorrido durante a ensilagem, sendo que padrões de fermentação característicos da ação de bactérias lácticas homofermentativas relacionam-se a menores produções de gases em relação à fermentação promovida por bactérias lácticas heterofermentativas e bactérias do gênero *Clostridium*. A redução da produção de gases em silagens emurhecidas, observada por Igarasi (2002) e Loures (2004), inserem-se no contexto de limitação de fermentações indesejáveis associado ao emurhecimento, principalmente quando dados de produção de $N-NH_3$ são disponibilizados. No caso do trabalho de Loures (2004), o teor de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total das silagens não emurhecidas foi 9,8 unidades percentuais maior que o das silagens emurhecidas, enquanto, Igarasi (2002), apresenta aumento de 11 unidades percentuais.

No presente experimento, menor fração de nitrogênio amoniacal como porcentagem do nitrogênio total foram observadas nas silagens, emurhecidas, de acordo com a Tabela 16. Complementarmente a este dado, a Tabela 16 apresenta, ainda, o teor de AGV's, como % da MS, onde se observou redução da concentração de ácido butírico (C4), nas referidas silagens. Desta forma, a produção de gases no presente experimento, não se comportou da forma registrada na literatura. Em hipótese, o padrão atípico de produção de gases deveu-se à atividade enzimática dos tecidos vegetais, e não ao processo fermentativo promovido por bactérias heterofermentativas de bactérias do gênero *Clostridium*, tendo em vista a baixa eficiência em termos de rota metabólica dos microrganismos mencionados. Possivelmente atividade enzimática dos tecidos vegetais, tem sua ocorrência concentrada nas etapas iniciais do processo, ocasião em que o esgotamento de oxigênio e de CHO's ainda não se estabeleceu,

tendo em vista que silagens com maior teor de MS tendem a terem o processo de compactação prejudicado.

Tabela 16 - Teor Nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total e ácidos graxos voláteis (acético (C2), propiônico (C3) e butírico (C4)) como percentagem da MS de silagens de capim Xaraés

Variável	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
N-NH ₃ (% do N total)	87,97 ^A	34,93 ^C	35,29 ^C	32,74 ^C	26,45 ^C	58,18 ^B	4,51	45,93
C2 (% MS)	11,25 ^A	8,29 ^{ABC}	7,24 ^{BC}	7,21 ^{BC}	6,08 ^C	9,62 ^{AB}	0,39	8,28
C3 (% MS)	0,81 ^A	0,52 ^{BC}	0,63 ^B	0,39 ^{BC}	0,25 ^C	0,52 ^{BC}	0,04	0,52
C4 (% MS)	1,31 ^A	0,67 ^{BC}	0,60 ^{BC}	0,36 ^C	0,28 ^C	0,93 ^B	0,09	0,69

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

Não houve efeito (P>0,05) dos tratamentos sobre o índice de recuperação de MS apresentado na Tabela 14, entretanto, os valores encontrados são superiores aos apresentados por Loures (2004) que relata taxa de recuperação de 72,3% para as silagens com umidade original e 79,5% para as silagens emurchecidas. Concordando com os resultados ora apresentados, Paziani (2004), relata recuperação de MS de 90,58% e 92,19% para silagens não emurchecidas e emurchecidas respectivamente. No presente experimento a média dos tratamentos não emurchecidos foi de 90,69% em relação à média de 93,20% para os tratamentos emurchecidos. Da mesma forma, Igarasi (2002) obteve recuperação de MS para silagens emurchecidas de Tanzânia produzida no verão de 94,05%, enquanto as não emurchecidas atingiram recuperação de MS de 88,05%.

O fato das perdas por gases das silagens emurchecidas terem sido superiores à das silagens não emurchecidas foi determinante no equilíbrio entre as taxas de

recuperação de MS relatadas, tendo em vista a expressiva redução da produção de efluentes nas silagens emurchecidas.

A análise dos dados relativos às perdas associadas ao processo de ensilagem (Tabela 14), demonstra efeito apenas para aquelas oriundas da produção de efluentes, sendo que o efeito principal parece relacionar-se a prática de emurhecimento. Não houve diferença estatística entre os tratamentos que se distinguem pela aplicação ou não de glifosato, a saber: corte e ensilagem, imediatamente após o corte, sem aplicação de glifosato (Controle), e corte e ensilagem, imediatamente após o corte, que foi efetuado 3 dias após a aplicação do glifosato (Glifosato 72h) e tratamento com corte, emurhecimento sem a aplicação de glifosato (EM), e o tratamento com aplicação do glifosato, corte e emurhecimento (Glifosato 0h+EM).

2.3.5 Parâmetros físicos das silagens: tamanho de partícula, condutividade elétrica e atividade de água

Os resultados relativos ao tamanho médio de partículas estão apresentados na Tabela 15, onde se observa efeito significativo dos tratamentos propostos ($P < 0,05$). Os tamanhos médios de partículas obtidos variaram de 1,47 a 2,33 cm, portanto dentro da amplitude de 2 a 5 cm sugerida por Lavezzo (1985), para otimizar a compactação da forragem no silo. Além do possível efeito sobre a densidade, o tamanho de partículas freqüentemente relaciona-se com a produção de efluentes e gases e conseqüentemente, com o padrão do processo fermentativo que conforme Balsalobre; Nussio e Martha Junior (2001) e Igarasi (2002), influenciou o desempenho animal. De acordo com Paziani et al. (2003), a redução no tamanho de partículas de capim Tanzânia em 56,8%, correspondendo a tamanho final de partícula de 7,5 cm, determinou aumento de 12,2% no consumo de MS e de 11,56% no ganho de peso.

No presente experimento as relações acima mencionadas apresentaram-se com padrões atípicos, ou seja, menores tamanhos de partículas ($P < 0,05$) se associaram a menor produção de efluentes ($P > 0,05$) sem relação com a produção de gases (Tabela 14).

A discrepância das relações obtidas, possivelmente reflete uma limitação da metodologia de Lammers; Buckmaster e Heinrichs (1996), já mencionada por Loures (2004), no que diz respeito à caracterização do tamanho de partículas de materiais com umidade elevada, onde ocorre aglutinação das partículas limitando a estratificação através dos orifícios das peneiras. Assim, o tamanho médio de partículas das silagens mais úmidas parece ser superestimado, pela retenção de maior proporção da amostra na peneira de 38 mm. Considerando os dados da Tabela 17, observou-se que o tamanho médio das partículas retidas nesta peneira foi menor para tais tratamentos, ou seja, para os tratamentos Controle e Glifosato 72h. Assim, ainda que as partículas retidas na peneira de 38mm, sejam menores nestes tratamentos, a dificuldade de estratificação promovida pela elevada umidade das silagens determinou retenção percentual mais alta, contribuindo para caracterização de maior tamanho de partícula.

Tabela 17 - Retenção percentual de partículas de silagens de Capim Xaraés

Peneiras	Controle ¹	Glifosato					EPM ²
		EM ¹	0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹	
Tamanho de Partícula P1 (cm)	8,71	9,94	12,19	10,80	11,69	8,31	1,17
P1 – 38mm (% MS)	6,08 ^A	2,17 ^B	3,81 ^B	1,86 ^B	1,92 ^B	5,19 ^A	0,95
P2 – 19mm (% MS)	38,59 ^A	17,84 ^C	18,87 ^C	14,48 ^C	13,47 ^C	28,57 ^B	2,31
P3 – 7,8mm (% MS)	47,53 ^B	63,51 ^A	59,66 ^A	63,63 ^A	57,58 ^A	55,34 ^{AB}	2,43
Fundo (% MS)	3,50 ^C	14,38 ^B	15,25 ^B	18,26 ^{AB}	25,54 ^A	6,90 ^C	1,82

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

Normalmente, a redução do tamanho de partículas tende a promover aumento no extravasamento do conteúdo celular, efeito mensurado pela condutividade elétrica de uma solução obtida a partir de tais tecidos, conforme Igarasi (2002). Outra característica de silagens com menor tamanho de partícula é a provável maior atividade

de água, conforme Nussio; Paziani e Nussio (2002), embora tradicionalmente esta se correlacione inversamente ao teor de MS do material.

No presente experimento, obteve-se efeito significativo dos tratamentos sobre a atividade de água ($P < 0,05$), de acordo com a Tabela 15, entretanto, a análise do teor de MS das respectivas silagens, contrapõe-se a tendência comum na literatura de redução da A_w associada a aumento do teor de MS. Mari (2003) relatou tendência semelhante à obtida neste experimento, obtendo A_w média nas silagens confeccionadas no verão de 0,865 (19,4% de MS). O autor afirmou ainda, que o fato de silagens com maior umidade não repercutirem em elevada atividade de água é uma característica de interesse, mencionando os resultados obtidos por Igarasi (2002) que postula, que forragens tropicais possivelmente apresentam potencial para ensilagem com teores de MS superior ao estabelecido, com base em gramíneas temperadas. A A_w no presente experimento foi inferior à apresentada por Igarasi (2002) e Mari (2003) e abaixo do limiar apontado por Dodds e Austin (1997), como sendo limitante ao desenvolvimento de algumas espécies de Clostrídios, o que pode ser confirmado pela reduzida concentração de ácido butírico (1,31 a 0,28% da MS), apresentada na Tabela 16. Mari et al. (2005), encontraram variação de 7,3 a 0,4% da MS para as silagens produzidas no verão.

A relação mencionada entre tamanho de partícula e A_w , não se confirma no presente estudo, possivelmente em função da limitação mencionada para determinação do tamanho médio de partícula de material com alta umidade. A aplicação do glifosato não interferiu de forma consistente na A_w dos materiais.

Em relação a CE (Tabela 15), não houve efeito significativo ($P > 0,05$) dos tratamentos, sendo que a média obtida foi de $1,59 \text{ mS.cm}^{-1}$, valor superior ao obtido por Mari (2003) de $0,91 \text{ mS.cm}^{-1}$, para as silagens de verão. Entretanto, a tendência de aumento da condutividade elétrica associada ao aumento do teor de MS tal como observado por Igarasi (2002), Loures (2004) e Castro (2002), foi confirmada no presente estudo. Da mesma forma, não foi identificada relação entre CE e tamanho de partícula.

2.3.6 Composição químico-bromatológica da silagem

O teor de MS das silagens obtidas diferiu ($P < 0,05$) significativamente entre os tratamentos estabelecidos, sendo que o tratamento composto por corte da forragem após três dias da aplicação do glifosato apresentou teor de MS 35% superior aos demais. O emurchecimento determinou aumento médio de aproximadamente 38% no teor de MS em relação às silagens não emurchecidas. Entretanto, a análise do teor de MS entre os tratamentos que diferem pela aplicação do glifosato, ou seja, EM (18,16%) em relação ao Glifosato 0h+EM (21,21%) e Controle (15,05%) em relação ao Glifosato 72h (15,81%), indica ser o efeito do emurchecimento o principal responsável pela variação do teor de MS. Segundo Paziani (2004), o emurchecimento, por aproximadamente seis horas, alterou o teor de MS de 20,06 para 27,98%, elevação de 39%, enquanto, Vilela et al. (2001) ao submeterem capim Elefante, com teor de MS inicial de 17,5%, ao emurchecimento, também por seis horas, obtiveram MS final de 25,6%, correspondendo a um aumento de 46% no teor de MS, atribuído às melhores condições climáticas ou ao fato do material ter sido desidratado em camadas mais finas espalhadas sobre o solo.

Houve redução do teor de MS das silagens em comparação ao teor de MS da forragem no momento do enchimento dos silos (Tabelas 4 e 5, respectivamente), sendo que a redução mais evidente ocorreu para as silagens expostas ao emurchecimento, que apresentaram redução no teor de MS de 8,02 unidades percentuais, em relação à redução de 4,32 unidades percentuais dos tratamentos não emurchecidos. Esse fato refletiu a desuniformidade na secagem da forragem em função do não revolvimento da mesma e da alta produção de MS de forragem que resultou em alta quantidade por m^2 , o que pode ter gerado problemas na amostragem realizada. Paziani (2004) apresentou mesma limitação na variação do teor de MS Tanzânia exposta ao emurchecimento por 6 horas. Outra possibilidade para justificar a redução no teor de MS das silagens em relação às forragens passa pela respiração das frações solúveis da MS no início do processo fermentativo, justificado pela diminuição do teor de CHO's, PB e HEM (Tabelas 18, 19 e 20). Loures (2004) observou efeito semelhante de redução no teor de MS da silagem em relação ao teor de MS da forragem, apenas para as silagens

emurhecidas, enquanto as silagens não emurhecidas apresentaram elevação do teor de MS, em função da perda de água através do efluente gerado.

Nenhum dos tratamentos impostos determinou elevação do teor de MS ao limiar sugerido como sendo adequado para obtenção de silagens de gramíneas de boa qualidade. Em geral, a qualidade de uma silagem é descrita segundo o pH de estabilidade, concentração de ácidos orgânicos e o teor de nitrogênio amoniacal.

Os tratamentos emurhecidos apresentaram redução mais acentuada do pH das silagens em relação ao pH das forragens dos que os não expostos ao emurhecimento, sendo esta de 12% e 9%, respectivamente.

Em relação ao pH das silagens, valores que variam de 3,8 a 4,2 (VILELA, 1998) são considerados indicativos de uma boa silagem, entretanto, isoladamente pouco representam, uma vez que outros fatores, como teor de MS, PT e teor de CHO's, também determinam variação no processo fermentativo, resultando em maior ou menor produção de ácidos orgânicos, bem como atividade clostridiana. Os valores de pH obtidos (Tabela 13) não apresentaram diferença significativa ($P=0,06$), e revelaram-se bastante elevados, variando de 5,05 a 5,35, refletindo o baixo teor de MS apresentado pelas forragens no momento da ensilagem, inclusive dos tratamentos expostos ao emurhecimento, que embora tenha apresentado teor de MS superior (23,03%), aos não emurhecidos (16,14%), ainda encontraram-se abaixo do teor sugerido para obtenção de silagens de boa qualidade (ANDRADE e LAVEZZO, 1998; McDONALD; HENDERSON; HERON, 1991). As silagens emurhecidas apresentaram pH médio de 5,10%, sendo este inferior a média das silagens não emurhecidas. Da mesma forma, Igarasi (2002) estudando silagens de capim Tanzânia colhido no verão e exposto ao emurhecimento, obteve pH (5,15), inferior ao apresentado pelas silagens obtidas de forragem com umidade original (5,25). Conforme já apresentado, o emurhecimento melhorou a capacidade fermentativa das forragens, justificando a tendência de redução de pH das silagens emurhecidas, da mesma forma como sugerido por Igarasi (2002).

Os valores obtidos são corroborados pela literatura referente às silagens emurhecidas. Assim, em capim Elefante submetido ao emurhecimento, Faria e Gomide (1973), obtiveram redução no pH, para todos os estádios de desenvolvimento considerados. Aguiar; Crestana e Nussio (1997) ao exporem capim Tanzânia a um

período de 12 h de desidratação reduziram o pH em aproximadamente 1%, obtendo pH de 5,55.

O pH mais elevado obtido no presente experimento para silagens não emurhecidas possivelmente foi determinado pelo menor teor de MS e menor teor de CHO's das forragens das quais se originaram (Tabela 4 e 13).

Entretanto, Evangelista et al. (2004) apresentaram valores de pH de 4,15 para silagens de capim Marandú emurhecidas, sendo este, inferior aos até então descritos, além de apresentar tendência distinta da acima relatada, de elevação do pH em função do emurhecimento, sugerindo restrição da fermentação, tendo em vista que no estudo mencionado os teores de MS considerados foram superiores aos aqui apresentados.

A aplicação do glifosato não determinou alteração sobre a variação de pH das silagens.

A fração de nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total, também é um indicativo da qualidade das silagens, sendo freqüentemente mencionada como fator efetivo na determinação na redução de consumo de silagens de alta umidade (WRIGHT et al. 2000). Conforme Woolford (1984), o emurhecimento atua sobre a fermentação da silagem através a limitação imposta ao desenvolvimento de clostrídios, sem limitar proporcionalmente o desenvolvimento de bactérias homoláticas que apresentam tolerância maior à baixa umidade. Assim, de acordo com Paziani (2004) o nitrogênio volátil na forma de $N-NH_3$, como percentagem do N total, é diminuído ao elevar-se o teor de MS da forragem na ensilagem, em decorrência do desenvolvimento de maior pressão osmótica no meio, o que desestimula a ação de clostrídios, de modo que silagens emurhecidas podem ser estáveis em pH de valor 5 ou até superior.

Entretanto, no presente experimento, embora o emurhecimento tenha determinado redução na concentração de nitrogênio amoniacal, a mesma apresentou-se acima do esperado, a análise da Tabela 16 permite observar que a fração de nitrogênio amoniacal obtida para as silagens emurhecida (32,35 % $N-NH_3/N$ -total) foi inferior às não emurhecidas (73,07 % $N-NH_3/N$ -total). O tratamento onde a ensilagem foi efetuada imediatamente após o corte que se deu três dias após a aplicação de glifosato (Glifosato 72h) apresentou concentração intermediária de $N-NH_3$. Tendo em vista que a atividade clostridica é a principal determinante da produção de $N-NH_3$, e que

tal atividade tende a ser reduzida em silagens com alto teor de MS, torna-se razoável o resultado obtido neste experimento. Além disto, a tendência de decréscimo de produção de nitrogênio amoniacal em silagens emurchecidas é bem documentada na literatura, conforme descrito por Loures (2004), Paziani (2004) e Igarasi (2002) com capim Tanzânia. Evangelista et al. (2004) em capim Marandú submetido ao emurchecimento apresentaram fração de nitrogênio amoniacal oscilando entre 1,96 e 2,72% do nitrogênio total. Pedreira et al (2001), apresentaram valores de nitrogênio amoniacal também inferior aos aqui apresentados, de 11,8 % do N-total para as silagens não emurchecidas e de 6,0 % do N-total para as silagens emurchecidas. Mari et al. (2005) relataram fração de nitrogênio amoniacal como percentagem do nitrogênio total variando de 26,7% a 14,5%, observando que a redução nessa fração é mais evidente quando expressa em percentagem da MS.

Quando se analisa a concentração de ácidos graxos nas silagens (Tabela 16), verifica-se que a concentração de ácido butírico variou de 1,31% da MS a 0,28% da MS, sendo que a concentração máxima mencionada foi inferior a relatada por Mari et al. (2005) de 3,14% da MS, em silagens de capim Marandú, com MS média de 17,7%. Assim, possivelmente a elevada concentração de N-NH₃ apresentada, neste experimento, reflete um efeito sinérgico entre a atividade clostridiana e outros fatores como, aquecimento da massa determinando maior atividade enzimática dos tecidos vegetais e redução de nitrato, que não foram contemplados através das análises efetuadas. A redução da atividade enzimática dos tecidos poderia ainda ser o fator determinante da redução da concentração N-NH₃, no tratamento onde houve intervalo entre a aplicação do glifosato e o corte. Esse intervalo poderia por hipótese possibilitar a efetiva atuação do glifosato, limitando a disponibilidade de aminoácidos aromáticos para síntese de enzimas responsáveis pela degradação protéica nos tecidos vegetais.

Em relação à concentração de ácidos graxos voláteis (Tabela 16) obteve-se redução da concentração de ácido acético, propiônico e butírico na MS, em função da desidratação da forragem antes da ensilagem, podendo ser ressaltada ainda, a diferença existente na concentração destes ácidos entre os tratamentos não expostos ao emurchecimento e que diferiram entre si pela aplicação de glifosato (Controle e Glifosato 72h).

A concentração de ácido acético nas silagens emurchecidas apresentou média de 7,20 % da MS, com menor concentração (6,08 % da MS) obtida para o tratamento onde o corte se deu três dias após a aplicação de glifosato (Glifosato 72h+EM). Ainda assim, o valor obtido é elevado em relação aos comumente descritos na literatura onde Rangrab; Mühlbach e Berto (2000), obtiveram em silagens de alfafa não emurchecida concentração de ácido acético de 4,42% da MS, e nas silagens emurchecidas 2,06% da MS, semelhante à concentração relatada por Narciso Sobrinho; Mattos e Andrade (1998), que relataram valores de 2,2% da MS. Já Ferrari Junior. e Lavezzo (2001), obtiveram concentração de ácido acético em silagens de capim Elefante emurchecida e sem emurchecimento, de 0,40 e 0,59 % da MS, respectivamente.

Apesar da reconhecida eficiência do ácido acético na redução da degradação em aerobiose de silagem, sendo inclusive sua produção objetivo de alguns microorganismo que compõem aditivos microbianos, a concentração atingida no presente experimento é alta, assemelhando-se a obtida por Mari et al. (2005), em silagens de capim Marandú confeccionadas no verão, podendo inclusive determinar redução do consumo.

Em contrapartida, a concentração de ácido butírico, obtida no presente experimento foi inferior a apresentada por Mari et al. (2005). Os tratamentos não emurchecidos atingiram concentração de 1,12% da MS, enquanto os emurchecidos tiveram média de 0,48% da MS. Conforme mencionado, Mari et al. (2005), obtiveram média de 3,1% de ácido butírico na MS para as silagens de verão não emurchecidas.

Apesar da concentração de ácido butírico ter sido inferior a obtida por Mari et al. (2005), a mesma encontra-se em limiar acima do definido para silagens de boa qualidade, refletindo atividade de *Clostridium*, possivelmente por limitações no teor de CHO's que determinaram manutenção de pH em níveis elevados, para todas as silagens consideradas. Tendo em vista a elevada concentração de nitrogênio amoniacal, incompatível com a concentração de ácido butírico intermediária e a elevada concentração de ácido acético, é possível supor que o processo de fermentação tenha sido direcionado por enterobactérias, afirmação suportada pela manutenção do pH elevado sugerindo manutenção do desenvolvimento destas e limitação do desenvolvimento de bactérias lácticas.

Em relação ao ácido propiônico, os teores obtidos nas silagens emurchecidas (0,45% da MS) encontram-se abaixo do relatado por Kung Junior (2001), que descreve concentração de 0,50% da MS para silagens de gramíneas com teor de MS variando de 25 a 35% de MS. Mari et al. (2005), obtiveram resultados bastante semelhantes aos apresentados no presente experimento, com média de 0,57% da MS. Já Ferrari Junior. e Lavezzo (2001), em silagens de capim elefante relataram concentração de ácido propiônico variando de 0,09 a 0,14 %.

Silagens com concentrações elevadas de ácido acético, propiônico e butírico são normalmente indesejáveis pelo possível efeito depreciativo sobre o consumo, além de associarem-se a baixa recuperação de MS e energia. As rotas metabólicas comuns à geração de tais AGV's são ditas menos eficientes que as responsáveis pela síntese de ácido láctico. Entretanto, a ocorrência de ácidos propiônico e acético em silagens, correlacionam-se positivamente com a estabilidade em aerobiose da mesma, uma vez que os mesmos determinam inibição sobre o crescimento de fungos e leveduras no painel do silo (MOON,1983 e LINDGREN, 1999).

O elevado pH e as altas concentrações de ácidos butírico, propiônico e acético, bem como a maior fração de nitrogênio amoniacal no nitrogênio total, sugerem baixa eficiência do processo de ensilagem. Contudo, a magnitude de perdas de MS, contrapõe tal afirmação, visto que a recuperação de MS obteve média superior a 90%, semelhante às obtidas por Paziani (2004) e Igarasi (2002), e superior à apresentada por Loures (2004).

No que diz respeito à composição químico bromatológica, as perdas ocorreram de forma evidente, refletindo, possivelmente, a atividade respiratória ocorrida nos primeiros dias da ensilagem, tendo em vista que os teores de carboidratos solúveis, proteína bruta (Tabela 18) e hemicelulose (Tabela 20) foram reduzidos em 71,2%, 17,4% e 25,3%, respectivamente, em relação aos teores observados na forragem durante a ensilagem. Observou-se ainda, redução no teor de lignina de 10,71% (Tabela 20). As silagens emurchecidas apresentaram menor redução do teor de PB, CHO's e HEM em relação às forragens das quais tiveram origem, quando comparada às silagens úmidas.

Tabela 18 - Teor de CHO's e PB de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais

	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
CHO's (% da MS)								
Enchimento	2,82	3,06	3,20	2,80	3,42	2,79	0,18	3,02 ^a
Abertura	0,66	0,80	0,96	0,96	1,19	0,68	0,18	0,87 ^b
Média	1,74 ^B	1,93 ^{AB}	2,08 ^{AB}	1,88 ^{AB}	2,31 ^A	1,73 ^B	0,12	
PB (% da MS)								
Enchimento	11,29	10,89	11,15	10,75	10,78	9,98	0,41	10,81 ^a
Abertura	7,84	9,56	9,22	9,44	9,54	7,96	0,41	8,93 ^b
Média	9,57 ^{AB}	10,23 ^A	10,18 ^{AB}	10,09 ^{AB}	10,16 ^{AB}	8,97 ^B	0,29	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

O teor de PB das silagens, no presente experimento variou de 10,21%, para a silagem emurchecida sem a aplicação de glifosato (EM), a 7,84% para a silagem sem emurchecimento e sem aplicação de glifosato (Controle), conforme dados da Tabela 5. As silagens emurchecidas apresentaram maior teor de PB, sendo este o principal efeito sobre esta variável, uma vez que a aplicação de glifosato não revelou efeito consistente sobre a mesma, de tal forma que o teor de PB apresentada nas silagens referentes aos Controle e Glifosato 72h, não apresentaram diferença significativa. Ferrari Junior e Lavezzo (2001) também relataram aumento do teor de PB de silagens emurchecidas em relação à não emurchecidas. Paziani (2004) estudando capim Tanzânia relatou de forma semelhante, teor de PB para silagens emurchecidas de 7,43%, enquanto as silagens não emurchecidas e adicionadas de milho apresentaram teor de 7,28 e 11,19%, respectivamente. Em silagem de alfafa, Rangrab; Mühlbach e Berto (2000) relataram menor teor de PB nas silagens emurchecidas em relação às não-emurchecidas, enquanto, Evangelista; Lima e Bernardes (2000) descreveram como similares os teores de PB em silagens de estrela roxa exposta ao emurchecimento ou não.

De qualquer forma, as silagens emurchecidas avaliadas neste experimento tiveram teor de PB superior às relatadas por Evangelista et al (2004), Loures (2004) e Igarasi (2002), que foram respectivamente de 5,47, 4,76 e 7,45%. Assim, não havendo restrições ao consumo de tais silagens, o teor de PB das silagens emurchecidas encontra-se acima do limiar considerado por Minson (1990), de 8% de PB na MS, para suprir a exigência animal. Entretanto, ressalvas na utilização de tais silagens devem ser feitas quanto a elevada concentração de ácidos graxos voláteis (Tabela 16), principalmente os ácidos acético e butírico, que potencialmente poderiam promover redução do consumo voluntário. Além disso, a questão relativa à intensa degradação protéica, que se exemplifica pela alta fração de nitrogênio amoniacal no nitrogênio total relatada (Tabela 16), pode também limitar o consumo, além de reduzir a eficiência de utilização de nitrogênio pelo aumento da degradabilidade desta fração nas silagens.

Conforme já mencionado, o teor de CHO's apresentou redução acentuada durante a ensilagem, resultando em teor média nas silagens emurchecidas de 0,99% e nas não emurchecidas de 0,67%, não havendo nenhuma evidência sobre efeito específico do glifosato (Tabela 5). Em silagens de capim Tanzânia Loures (2004), obteve valores próximos aos apresentados, sendo, de 1,12% para silagens emurchecidas e de 0,88% não emurchecidas. Paziani (2004) não obteve efeito do emurchecimento sobre o teor residual de carboidratos solúveis das silagens de capim Tanzânia, relatando média de 0,51%.

As silagens emurchecidas apresentaram padrão de fermentação menos intenso em relação às não emurchecidas, o que se confirma pelo maior teor de CHO's residuais, ainda que conforme Chamberlain (1987), parte da hemicelulose seja hidrolisada, disponibilizando-se como substrato ao processo fermentativo. No presente experimento, conforme demonstra a Tabela 20, ocorreu hidrólise da hemicelulose correspondente a 25,3% do teor relatado no momento do enchimento dos silos (Tabela 4), entretanto a magnitude da hidrólise foi menor nos tratamentos expostos ao emurchecimento, reafirmando assim a menor intensidade de fermentação das silagens emurchecidas.

As concentrações finais de hemicelulose estão apresentadas na Tabela 5, onde pode se observar que não houve diferença ($P=0,07$) entre os tratamentos propostos,

estabelecendo-se média de 21%. Reis et al. (2003) avaliando o teor de hemicelulose em silagens de capim Tifton emurchechidas (35,8%) ou não (34,8%) também não encontraram diferenças entre os tratamentos, entretanto, obtiveram concentrações superiores às aqui apresentadas.

Paziani (2004) não relatou alteração do teor de hemicelulose em silagens de capim Tanzânia emurchechido ou não, obtendo média de 21,34% para o emurhecimento e de 20,82% para as silagens úmidas.

A relação média de hemicelulose no FDN das silagens situou-se em 0,30, enquanto esta relação na forragem foi de 0,44, reafirmando a ocorrência de hidrólise de hemicelulose durante a ensilagem, que determinou a redução na digestibilidade da fração FDN, observada na Tabela 19.

Tabela 19 - Digestibilidade da FDN de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais

Dig. FDN (%)	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Enchimento	42,93	43,01	44,71	42,37	44,97	43,53	1,22	43,59 ^a
Abertura	33,05	29,86	32,16	29,58	33,63	34,83	1,22	32,18 ^b
Média	37,99 ^A	36,43 ^A	38,43 ^A	35,97 ^A	39,30 ^A	39,18 ^A	0,86	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurhecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurhecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

As alterações ocorridas nas frações FDN, FDA, CEL e LIG durante a ensilagem estão descritas, respectivamente, nas Tabelas 18 e 20. Observou-se que todas as frações analisadas sofreram aumento, à exceção da lignina que sofreu redução relativa em seu teor médio, embora aumentos tenham sido observados nos tratamentos não expostos à desidratação (Controle e Glifosato 72h). As frações FDN, FDA e CEL, apresentaram elevação no teor de 6,05, 21,72 e 39,32%, respectivamente, em relação a forragem no momento da ensilagem.

Em relação à redução no teor de lignina nas silagens emurchechidas, comparativamente, à forragem no momento do enchimento dos silos, possivelmente

reflete distorções de estimativa desses teores durante a avaliação pelas curvas de calibração do modelo empregado pelo NIRS.

Tabela 20 - Teor de FDN, FDA, HEM, CEL e LIG de capim Xaraés no enchimento e na abertura dos silos experimentais

	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
FDN (% da MS)								
Enchimento	65,96	64,81	66,34	66,2	68,09	67,26	0,89	66,44 ^b
Abertura	68,43	70,01	70,85	70,7	72,51	70,27	0,89	70,46 ^a
Média	67,19 ^B	67,41 ^B	68,59 ^{AB}	68,45 ^{AB}	70,30 ^A	68,76 ^{AB}	0,63	
FDA (% da MS)								
Enchimento	37,74 ^a	37,69 ^a	37,41 ^a	38,36 ^a	33,27 ^a	37,15	0,43	37,44 ^b
Abertura	46,97 ^{bA}	44,27 ^{bAB}	44,10 ^{bAB}	44,72 ^{bAB}	43,83 ^{bAB}	45,39 ^{AB}	0,43	44,88 ^a
Média	42,35 ^A	40,98 ^{BC}	40,76 ^{BC}	41,54 ^{AB}	40,05 ^C	41,27 ^{ABC}	0,30	
HEM (% da MS)								
Enchimento	27,83	27,07	27,90	27,99	28,85	29,29	0,74	28,16 ^a
Abertura	19,70	20,39	21,21	21,00	21,91	22,06	0,74	21,04 ^b
Média	23,77	23,73	24,55	24,50	25,38	25,68	0,52	
CEL (% da MS)								
Enchimento	29,66	30,44	31,42	31,91	33,35	31,7	0,73	31,41 ^b
Abertura	43,41	43,65	43,5	42,86	45,39	43,75	0,73	43,76 ^a
Média	36,53 ^B	37,05 ^B	37,46 ^{AB}	37,39 ^{AB}	39,37 ^A	37,72 ^{AB}	0,52	
LIG (% da MS)								
Enchimento	5,99	6,11 ^a	5,79	6,14	5,09	5,65	0,27	5,79 ^a
Abertura	6,49 ^A	4,76 ^{bB}	4,59 ^B	5,10 ^B	4,47 ^B	5,59 ^{AB}	0,27	5,17 ^b
Média	6,24 ^A	5,43 ^{BC}	5,19 ^{BC}	5,62 ^{AB}	4,78 ^C	5,62 ^{AB}	0,19	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM – Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h – Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

O teor de lignina obtido no presente experimento variou de 6,49 a 4,47%, com diferença entre os tratamentos propostos, evidenciando menor teor de lignina nas silagens emurchecidas (EM) e na não emurchecida, com aplicação de glifosato três dias antes do corte (Glifosato 72h), sugerindo a possibilidade de que nessa situação a síntese de compostos fenólicos precursores da lignina tenha sido limitada pelo herbicida.

De forma geral, entretanto, o teor observado no presente experimento se insere na amplitude comumente relatada na literatura, conforme pode ser avaliado pela discussão apresentada por Bernardes (2003), relatando teor de lignina (5,0%) em silagens de capim Marandú colhida aos 58, bem como os dados médios (5,6%) de Igarasi (2002) estudando capim Tanzânia exposto ou não ao emurchecimento.

O teor de celulose nas silagens estudadas não diferiu entre os tratamentos avaliados, apresentando média de 43,75%, superior ao valor médio apresentado por Mari (2003) de 30,6%, para silagens de capim Marandú confeccionadas no verão. Da mesma forma, Mattos et al. (2003), obtiveram valores inferiores de celulose em silagens de capim Andropógon emurchecidas (29,9%). Loures (2004) avaliando o teor de celulose em silagens de capim Tanzânia relatou menor teor de celulose nas silagens emurchecidas (35,9%) em relação às úmidas (38,7%), sendo tal tendência também observada por Paziani (2004). A expressiva participação de celulose nas silagens, resultante do acréscimo sofrido na participação na composição da silagem em relação à forragem no momento do enchimento (Tabela 20), sugere extensiva degradação de componentes solúveis da forragem durante a ensilagem determinando maior participação relativa de componentes fibrosos na MS, especialmente, da celulose, uma vez que no caso da lignina esse padrão só ocorreu nas silagens provenientes do corte e ensilagem direta (Controle).

Em relação ao teor de FDN, as silagens emurchecidas, em média, apresentaram teor de hemicelulose superior às não emurchecidas ($P=0,07$), com exceção das silagens úmidas cujo corte foi realizado três dias após a aplicação do glifosato (Glifosato 72h), onde o teor foi mais alto (22,06%). No presente experimento, conforme já relatado, a menor degradação da fração hemicelulose, durante a fermentação nas silagens emurchecidas contribuiu para que os resultados obtidos seguissem tendência distinta dos apresentados por Loures (2004) e Evangelista; Lima e Bernardes (2000), com aumento da fração FDN relacionada ao emurchecimento. Assim, Loures (2004), obteve em silagens de capim Tanzânia emurchecida ou não teor de FDN de 70,75 e 75,77%, respectivamente. Da mesma forma, Evangelista et al. (2004), obtiveram menor teor de FDN nas silagens emurchecidas (78,4%) em relação às não emurchecidas (82,7%). Os autores supracitados associaram o maior teor de FDN das silagens úmidas

a maior atividade fermentativa das mesmas, determinando redução da proporção dos componentes solúveis, com conseqüente aumento proporcional da fração fibrosa.

Em relação à fração FDA, que segundo Van Soest (1994) é composta por lignina e celulose principalmente, houve efeito dos tratamentos propostos ($P < 0,05$), sendo este devido principalmente ao emurhecimento, uma vez que a aplicação do glifosato não permitiu identificação de efeito específico. Assim, os tratamentos emurchecidos apresentaram teor de FDA de 44,23%, em relação a 46,61%, obtido nos tratamentos não-emurchecidos. Sabendo que a fração celulose representa a maior proporção na composição da FDA e, que esta, no presente experimento, não diferiu entre os tratamentos propostos, o provável motivo das diferenças apuradas recaem sobre a fração lignina, que de maneira pouco convencional apresenta-se com teor inferior nos tratamentos emurchecidos, conforme apontam os dados apresentados nas Tabelas 4 e 18. Loures (2004) também relatou redução do teor de FDA em silagens emurchecidas (42,1%) quando comparada à não emurchecida (44,4%), entretanto, a provável razão apontada pela autora para tal fato foi o aumento na fração celulose. Igarasi (2002) obteve teores médios de FDA em silagens de capim Tanzânia confeccionadas no verão. Da mesma forma Evangelista; Lima e Bernardes (2000), não encontraram diferenças entre as concentrações de FDA de silagens emurchecidas e não emurchecidas de grama estrela.

A digestibilidade da MS das silagens de capim Xaraés pode ser analisada com base nos dados da Tabela 5. Os tratamentos impostos determinaram diferenças nas digestibilidades da MS, havendo maiores valores (63,58%) para as silagens obtidas de forragem emurchecida cujo corte se deu três dias após a aplicação de glifosato (Glifosato 72h+EM). Diversos fatores podem ser determinantes da maior digestibilidade, uma vez que tais silagens apresentaram maior teor de CHO's residuais, PB, hemicelulose e menor teor de lignina. Existe a possibilidade de que a redução da atividade metabólica dos tecidos vegetais, ocorrida durante o emurhecimento e após a ensilagem, através da utilização do herbicida, tenha permitido o tempo necessário para sua translocação e atuação no local específico. A menor digestibilidade da MS foi obtida nas silagens (EM) emurchecidas sem a aplicação do glifosato (59,37%), sugerindo perdas de compostos solúveis. De qualquer forma, os valores apresentados

podem ser considerados elevados, tendo em vista que Bernardes (2003) relatou para silagens de capim Marandú, cortada com idade semelhante à do presente experimento, digestibilidade da MS de 45%, e Mari (2003) apontou coeficiente de digestibilidade da MS médio para as silagens de capim Marandú, colhido no verão, de 48,7%, enquanto Nussio; Manzano e Aguiar (2000), observaram valor médio para digestibilidade da MS de capim Marandú de 50,7%.

2.3.7 Estabilidade aeróbia

A estabilidade aeróbia de uma silagem é um parâmetro que identifica a perda potencial de nutrientes que advém da exposição à condição de aerobiose no pós-abertura dos silos, assim, a deterioração aeróbia resulta em perdas de MS e de valor nutritivo, pela oxidação de ácido láctico e de carboidratos solúveis, levando inclusive a redução do potencial de ingestão destas silagens.

Diversas são as metodologias propostas para definição desse parâmetro, a maioria delas relacionadas à variação de temperatura das silagens (DRIEHUIS; OUDE ELFERINK; VAN WIKSELAAR, 2001; O'KIELY, 1999b e RUPPEL et al. 1995). Entretanto, pH e o tipo de ácido predominante nas silagens de acordo com Muck e Kung Junior (1997), além da produção de CO₂ e contagem de microrganismos (Guim, 1997), também têm sido apontadas como variáveis associadas à estabilidade aeróbia de silagens.

No presente experimento, variáveis relacionadas à temperatura foram utilizadas em associação com dados de pH e composição químico-bromatológica, coletados no pós-abertura dos silos, para caracterizar a estabilidade das silagens.

A variação do teor de CHO's, PB, FDN e FDA durante a exposição ao ar, bem como as perdas de MS observadas durante este período, também foram consideradas na caracterização da estabilidade aeróbia das silagens.

A Tabela 21 apresenta as variáveis relacionadas à alteração de temperatura e pH, além das perdas de MS constatadas durante o ensaio de estabilidade aeróbia. Em relação à variação na temperatura, foram verificadas diferenças significativas apenas para as variáveis Δ Temp., Σ Temp. 0-10, Σ Temp. 5-10, Int. Elev. Temp e Δ 2° C.

Tabela 21 - Parâmetros de temperatura, pH e perdas indicativos da estabilidade aeróbia das silagens de capim Xaraés

Variáveis	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
Temp. Max. (°C)	22,52	24,25	22,14	23,06	23,13	22,99	0,64	23,02
Int. Temp. Max. (dias)	10,75	9,46	9,14	10,95	7,36	9,11	1,59	9,46
Δ Temp. (°C)	2,66 ^B	5,63 ^A	3,60 ^{AB}	4,46 ^{AB}	4,43 ^{AB}	4,14 ^{AB}	0,68	4,15
Σ Temp. 0-5 (°C)	-5,22	-3,15	-57,90	-23,51	63,06	-31,36	65,30	-9,68
Σ Temp. 0-10 (°C)	149 ^B	1572 ^A	850 ^{AB}	852 ^{AB}	1332 ^{AB}	996 ^{AB}	327	959
Σ Temp. 5-10 (°C) ³	155 ^B	1575 ^A	908 ^{AB}	874 ^{AB}	1269 ^{AB}	1027 ^{AB}	266	968
Int. Elev. Temp. (dias)	4,61 ^A	2,50 ^{AB}	3,88 ^{AB}	3,51 ^{AB}	1,96 ^B	3,68 ^{AB}	0,65	3,36
Δ 2° C (dias)	10,10 ^A	7,28 ^{AB}	8,34 ^{AB}	8,41 ^{AB}	6,38 ^B	7,28 ^{AB}	0,99	7,97
pH Max.	7,71	8,50	8,46	8,04	8,40	7,86	0,36	8,16
Int. pH Max. (dias)	12,48	12,46	11,63	11,38	11,00	9,87	0,78	11,47
Δ pH 0,2 (dias)	9,53	9,48	9,63	9,47	9,11	9,16	1,05	9,40
Perda 0-5 (%)	2,43	2,47	2,47	2,49	2,75	2,46	0,13	2,51
Perda 5-10 (%)	2,38 ^B	3,08 ^A	2,56 ^{AB}	2,58 ^{AB}	2,96 ^A	2,59 ^{AB}	0,15	2,69
Perda 0-10 (%)	4,81	5,56	5,02	5,07	5,71	5,05	0,24	5,20

Médias nas linhas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

³Temp. Max. - Temperatura máxima registrada após abertura dos silos; Int. Temp. Max. - Tempo para atingir temperatura máxima; phmax- pH máximo atingido; Δ Temp.-Diferença máxima entre a temperatura das silagens e a temperatura ambiente; Σ Temp. 0-5 - Somatório das diferenças de temperatura das silagens e ambiente do 0 ao 5º dia; Σ Temp. 0-10 -Somatório das diferenças de temperatura das silagens e ambiente do 0 ao 10º dia; Σ Temp. 5-10 - Somatório das diferenças de temperatura das silagens e ambiente do 5 ao 10º dia; Int. Elev. Temp.- Tempo para que a temperatura das silagens apresentem tendência de elevação; Δ 2° C- Tempo para que a temperatura da silagem se eleve em 2°C; pH Max. – Máximo pH registrado durante o ensaio; Int. pH Max. - Tempo para atingir pH máximo; Δ pH 0,2 - Tempo para que o pH se eleve em 0,2 unidades; Perda 0-5 – Perdas ocorridas do 0 ao 5º dia do ensaio; Perda 5-10 - Perdas ocorridas do 5 ao 10º dia do ensaio; Perda 0-10 - Perdas ocorridas do 5 ao 10º dia do ensaio.

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média

A análise conjunta de tais variáveis indica que o tratamento definido por corte, emurhecimento e ensilagem (EM) apresentou maior acúmulo de temperatura nos períodos considerados (\sum Temp. 0-10 e \sum Temp. 5-10). Segundo Kung Junior (2001) aumento de temperatura relacionado à exposição de silagens ao ar reflete a intensidade das reações promovidas por microrganismos. Sendo assim, observou-se nestas silagens maior atividade destes, estimulada provavelmente pela maior teor de CHO's e PB residuais (Tabela 5). A Δ Temp., também foi maior nestas silagens reafirmando a ocorrência de maior atividade microbiológica.

Em relação ao início da deterioração aeróbia, as silagens ensiladas após emurhecimento, realizado após o corte que se deu três dias depois da aplicação de glifosato (Glifosato 72h+EM), anteciparam-se as demais, uma vez que estas apresentaram elevação de 2°C em relação à temperatura ambiente (Δ 2° C) em aproximadamente 6 dias, enquanto as demais atingiram este limiar aos 8 dias, em média, de exposição à aerobiose.

Assim, de forma geral as silagens emurçadas apresentaram características de menor estabilidade aeróbia que pode ser confirmada, pela maior perda de MS apresentada por estas silagens durante o ensaio. De forma semelhante, Igarasi (2002) relatou menor estabilidade aeróbia em silagens emurçadas de capim Tanzânia.

Conforme relatado, as perdas de MS também foram ampliadas pelo emurhecimento, principalmente nos cinco últimos dias do ensaio, de forma semelhante ao observado na diferença acumulada de temperatura entre ambiente e silagens (\sum Temp. 5-10). Entretanto, as perdas de MS (Perda 0-10) apresentaram-se inferiores (5,2%) às relatadas em silagens de capim Tanzânia (15,5%) por Loures (2004) e silagens de capim Marandú (9,1%) por Bernades (2003), refletindo, possivelmente, a baixa temperatura ambiente mantida durante este ensaio (18,5°C) em relação aqueles. Desta forma, a temperatura ambiente é um fator determinante da evolução da estabilidade aeróbia de silagens e das perdas de MS advindas da deterioração promovida pela exposição destas a aerobiose, confirmando afirmação de Igarasi (2002). Assim, a temperatura de controle pode ter limitado a atividade microbiana de tal forma que as perdas decorrentes desta atividade foram diminuídas. Como

conseqüência, observou-se nas Tabela 22, mínima variação na composição química das silagens após abertura dos silos.

Tabela 22 - Variação nos teores de CHO's, PB, FDN e FDA, durante ensaio de estabilidade aeróbia

Dias após abertura	Controle ¹	EM ¹	Glifosato				EPM ²	Média
			0h+EM ¹	24h+EM ¹	72h+EM ¹	72h ¹		
CHO's (% da MS)								
0	0,66 ^C	0,79 ^{bBC}	0,96 ^{AB}	0,96 ^{AB}	1,19 ^A	0,68 ^C	0,09	0,87
5	0,67 ^B	1,05 ^{aA}	1,00 ^A	0,89 ^{AB}	1,09 ^A	0,71 ^B	0,09	0,90
10	0,58 ^C	0,99 ^{abAB}	0,97 ^{AB}	0,95 ^{AB}	1,20 ^A	0,64 ^C	0,09	0,89
Média	0,64 ^C	0,95 ^B	0,98 ^B	0,93 ^B	1,16 ^A	0,67 ^C	0,05	
PB								
0	7,84 ^{bB}	9,56 ^A	9,22 ^A	9,44 ^A	9,54 ^{aA}	7,96 ^B	0,29	8,93 ^a
5	7,78 ^{bC}	9,45 ^A	9,50 ^A	9,29 ^{AB}	9,72 ^{aA}	8,69 ^{AB}	0,29	9,07 ^a
10	8,78 ^a	8,93	9,37	9,46	9,38 ^{ab}	8,48	0,29	9,07 ^a
Média	8,13 ^B	9,31 ^A	9,36 ^A	9,40 ^A	9,55 ^A	8,38 ^B	0,17	
FDN (% da MS)								
0	68,43	70,01	70,85	70,7	72,51	70,27	0,86	70,46 ^a
5	68,38	68,95	70,51	71,2	72,02	70,12	0,86	70,19 ^a
10	67,69	65,94	68,63	68,51	69,87	67,52	0,86	68,03 ^b
Média	68,17 ^B	68,30 ^B	69,99 ^{AB}	70,14 ^{AB}	71,46 ^A	69,30 ^B	0,7	
FDA (% da MS)								
0	46,97	44,27	44,1	44,72	43,83	45,39	0,49	44,88 ^a
5	46,9	44,87	44,77	44,9	43,47	45,03	0,41	44,99 ^a
10	45,47	43,25	43,19	43,01	41,22	43,35	0,56	43,25 ^b
Média	46,44 ^A	44,13 ^B	44,02 ^B	44,21 ^B	42,84 ^C	44,59 ^B	0,35	

Médias nas colunas seguidas de mesma letra minúscula não diferem entre si (P>0,05)

Médias nas linhas seguidas de mesma letra maiúscula não diferem entre si (P>0,05)

¹Controle – Corte da forragem com umidade original e ensilagem; Em – Emurchecimento à campo (5h); Glifosato 0h+EM – Glifosato no momento do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 24h+EM – Glifosato 24h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h+EM - Glifosato 72h antes do corte e emurchecimento (5h); Glifosato 72h - Glifosato 72h antes do corte e ensilagem.

²EPM – Erro Padrão da média.

A fração fibrosa apresentou variação mais consistente, expressa pela redução no teor de FDN e FDA, sendo que reduções mais acentuadas foram observadas nas silagens emurchecidas. Bernardes (2003) relatou, da mesma forma redução no teor de FDN, entretanto de forma contrária à obtida no presente experimento, o teor de FDA apresentou ligeiro aumento em função do tempo de abertura do silo. A atividade de

fungos pode ser a responsável pela redução parcial da fração fibrosa em silagens quando expostas a condições aeróbias.

Os resultados de variação no teor de PB e CHO's foram pouco consistentes, ora observando-se em alguns tratamentos redução no teor destes, ora observando-se em outros tratamentos aumento dessas frações. Assim, de forma marginal, houve redução no teor de PB nas silagens emurchecidas, de forma semelhante à relatada por Bernardes (2003), para as silagens controle opu com 5% de polpa cítrica peletizada. O autor fez associação entre a redução no teor de PB e a atividade proteolítica de enterobactérias e bacilos que apresentaram desenvolvimento acentuado pós-abertura dos silos.

3 CONCLUSÕES

O capim Xaraés, dentre as gramíneas tropicais, apresenta-se como opção interessante para produção de silagens, tanto pela característica de alta produtividade quanto pela composição químico-bromatológica, entretanto, o elevado conteúdo de umidade presente, representa desafio técnico permanente em sistemas de conservação de forragens.

As práticas utilizadas para alteração do teor de MS, não foram eficientes em restringir a ocorrência de fermentação indesejável da forragem, embora a composição químico-bromatológica das silagens obtidas esteja situada dentro dos padrões esperados para as silagens de gramíneas tropicais.

A aplicação do herbicida glifosato na dosagem avaliada não constitui benefício adicional ao emurchecimento no processo fermentativo, tão pouco no valor nutritivo final das silagens bem como nas perdas ocorridas durante o processo. Estudos adicionais que utilizem doses mais elevadas desse produto, acompanhados de análise residual de seu princípio ativo e intermediários, poderiam eventualmente, vislumbrar perspectiva positiva em relação à sua recomendação.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; NUSSIO, L.G. Efeito da altura e intervalo de corte do capim-elefante-anão. I. Produção e qualidade da forragem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.32, p.117-122, 1997.

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim elefante. IV. Fermentação ruminal em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, p.2025-2036, 1998.

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

ATKINSON, D. Behaviour of glyphosate in soils and its degradation. In: GROSSBARD, E.; ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. p.127-133.

BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JUNIOR., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: A produção animal na visão dos brasileiros, 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.890-911.

BAYLIS, A.D. Why glyphosate is a global herbicide? Strengths, weaknesses and prospects. **Pest Management Science**, London, v.56, p.299-308, 2000.

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

BERTO, J.L.; MÜHLBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de inoculantes e ao emurchecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.4, p.651-659, 1997.

CARPINTERO, C.; HENDERSON, A.R.; McDONALD, P. The effect of some pre-treatments on proteolysis during the ensilage of herbage. **Grass and Forage Science**, Reading, v.34, p.311-315, 1979.

CASTRO, F.G.F. **Uso de pré-emurchecimento, inoculante bacteriano-enzimático ou ácido propiônico na produção de silagem de tifton 85 (*Cynodon sp*)**. 2002, 136p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

CHAMBERLAIN, D.G. The silage fermentation in relation to the utilization of nutrients in the rumen. **Process Biochemistry**, London, v.1, p.60-63, 1987.

CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, Washington, v.8, p.130-137, 1962.

CHERRY, M. **Conservation de Forages**, Editorial S.L.Leon, 1970. 114p.

CLARKE, J.M. Effect of diquat, paraquat and glyphosate on pre-harvest drying of wheat. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.61, p.909-913, 1981.

COELHO, R.M. **Efeito da concentração de MS e do uso de inoculante bacteriano-enzimático na silagem de tifton 85 (*Cynodon sp*), sobre a digestão de nutrientes e parâmetros ruminais e comportamento ingestivo em novilhos de corte em crescimento**. 2002. 122 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.

COLE, D.J. Mode of actions of glyphosate: a literature analysis. In GROSSBARD, D.; ATKINSON, D. (Ed.). **The herbicide glyphosate**. London: Butterworths, 1985. chap.5, p.48-74.

CRAVEN, J.A.; ALEXANDER, J.R.B.; TAIT, R.M.; BLACK, W.J.M. **The use of a chemical desiccant as an aid to high dry matter silage**. Newcastle: Newcastle Scholl of Agriculture, 1963. (Annual Reporter of Newcastle Scholl of Agriculture, 1963), 20 p.

CRAWFORD, M.C.; SIMPSON, R.C. Manipulation of the feeding value of senescing annual ryegrass (*Lolium rigidum* Gaud.) with imazethapyr and glyphosate. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v.44, p. 1653-1666, 1993.

DARWENT, A.L.; KIRKLAND; K.J.; TOWNLEY-SMITH, L.; HARKER, K.N. CESSNA, A.J. Effect of pre-harvest application of glyphosate on the drying, yield and quality of canola. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v.80, p.433-439, 2000.

DAWSON, L.E.R.; FERRIS, C.P.; STEEN, R.W.J.; GORDON, F.J.; KILPATRICK, D.J. The effects of wilting grass before ensiling on silage intake. **Grass and Forage Science**, Reading, v.54, p.237-247, 1999.

DETOMINI, E. R. **Modelagem da produtividade potencial de *Brachiaria brizantha* (variedades cultivadas Marandu e Xaraés)**. 2004. 112 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

DICK, R.E.; QUINN, J.P. Glyphosate degrading isolates from environmental samples: occurrence and pathways of degradation. **Applied Microbiology Biotechnology**, Munster, v.3, p. 545-550, 1995.

DODDS, K.L.; AUSTIN, J.W. Foodborne pathogenic bacteria: *Clostridium botulinum*. In: FOOD MICROBIOLOGY: Fundamentals and frontiers, 1997, Washington. **Annals...** Washington: ASM Press, 1997. p. 288-304.

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

EPA. United States Environmental Protection Agency. **Fact Sheet: Reregistration eligibility decision (RED): Glyphosate**. National Environmental Publications Information, 1993. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <www.epa.gov/cgi-bin/claritgw?opDisplay&document=clserv:epacinn:5639;&rank=1&template=epa>. Acessado em: 14 dec. 2001.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G. de; AMARAL, P.N.C. do; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandú) com e sem emurchecimento. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, p. 443-449, 2004.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. de; BERNARDES, T.F. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.29, p.941-946, 2000.

FAO. Food and Agriculture Organization of United Nations. **Plant Production and Protection Paper**. Joint FAO/WHO Meeting on Pesticide Residues, 1997. Disponível em: <www.fao.org/ag/agp/agpp/pesticid/JMPR/Download/97/Glypho.PDF>. Acessado em: 14 dec. 2001.

FARIA, V.P. **Efeito da maturidade da planta e diferentes tratamentos sobre a ensilagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) variedade Napier**. 1971. 78 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1971.

FARIA, V.P.; GOMIDE, J.A. Efeito do emurchecimento e da adição de raspas de mandioca sobre as características da silagem de capim elefante cortado com diferentes teores de matéria seca. **Experientiae**, Viçosa, v.16, n.7, p.131-149, 1973.

FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.30, p.1424-1431, 2001.

FLORES, G. CASTRO, J.; GONZALES, A.; AMIL, G.; BREAT, T. Effect of glyphosate application on quality and herbicide residues of grass silage. In: REUNION CIENTIFICA DE LA SOCIEDAD ESPANOLA PARA EL ESTUDIO DE LO PASTO, 38., 1998, Soria. **Resumen...** Soria, 1998. p.392.

FUNDAÇÃO IBGE. Censo Agropecuário 1995-1996. Brasil. Rio de Janeiro: IBGE, 1998. 336p.

GALLI, A.J.B.; MONTEZUMA, M.C. **Alguns aspectos da utilização do herbicida glifosato na agricultura**. São Paulo: ACADCOM, 2005. 67 p.

GATFORD, K.L; SIMPSON, R.J.; SIEVER-KELLY, C.; LEURY, B.J.; DOVE, H.; CIAVARELLA, T.A. Spray-topping annual grass pastures with glyphosate to delay loss of feeding value during summer. I. Effects on pasture yield and nutritive value. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 50, p.453-464, 1999.

GEIGER, D.R.; BESTMAN, H.D. Self-limitation of herbicide mobility by phytotoxic action. **Weed Science**, Washington, v.38, p. 324-329, 1990.

GOMEZ, M.A.; PEREZ, M.T.; SAGARDOY, M.A. Effect of successive applications of glyphosate on the aerobic bacteria e microasthropods of a sandy soil. *Ciencia del Suelo*, Buenos Aires, v.7, p. 55-61, 1989.

GORDON, F.J.; DAWSON, L.E.R.; FERRIS, C.P.; STEEN, R.W.J.; KILPATRICK, D.J. The influence of wilting and forage additive type on the energy utilization of grass silage by growing cattle. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.79, p. 15-27, 1999.

GUIM, A. **Estabilidade aeróbia de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum), emurhecido e tratado com inoculante microbiano**. 1997. 86p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Jaboticabal, 1997.

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

HALL, D.M.; JONES, R.L. Physiological significance of the surface wax on leaves. **Nature**, London, v.191, p. 95-96, 1961.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis**: A laboratory manual. Florida: University of Florida, 2000. 42p. (Bulletin, 339).

HARRIS, C.E.; TULLBERG, J.N. Pathways of water loss from legumes and grasses cut for conservation. **Grass and Forage Science**, Reading, v.35, p. 1-11, 1980.

HARRISON, J. H.; BLAUWIEKEL, R.; STOKES, M.R. Fermentation and utilization of grass silage. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.77, p. 3209-3235, 1994.

HERRMANN, K.M. The early steps in the biosynthesis of aromatic compounds. **The Plant Cell**, Rockville, v.7, p.907-919, 1995.

HÜTHER, L.; DREBES, S.; LEBZIEN, P. Effect of glyphosate contaminated feed on rumen fermentation parameters and in sacco degradation of grass hay and corn grain. **Archives of Animal Nutrition**, Berlin, v.59, p.73-79, 2005.

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

KENNEDY, W.K.; HESSE, W.H.; JOHNSON, C.M. Effects of herbicides on drying rate of hay crops. **Agronomy Journal**, Madison, v.46, p. 199-203, 1954.

KRAUS, T.J., KOEGER, R.G.; STRAUB, R.J.; SHINNERS, K.J. **Leachate conductivity as an index for quantifying level of forage conditioning**. In: ASAE ANNUALINTERNATIONAL MEETING, 1997, Minneapolis: ASAE, 1997. 12p.

KRUSE, N.D.; TREZZI, M.M.; VIDAL, R.A. Herbicidas inibidores da EPSPs:revisão de literatura. **Revista Brasileira de Herbicidas**, Brasília, v.1, p.139-146, 2000.

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

KUNG JUNIOR, L.; TUNG, R.S.; MACIOROWSKI, K.G.; BUFFUM, K.; KNUTSEN, K.; AIMUTIS, W.R. Effects of plant cell-wall degrading enzymes and lactic acid bacteria on fermentation and composition. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.74, p. 4284-4296, 1991.

KUNG JUNIOR., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W.; HUBER, J.T. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.67, p.299-306, 1984.

LAMMERS, B.P.; BUCKMASTER, D.R.; HEINRICHS, J. A simple method for the analysis of particle sizes of forages and total mixed rations. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v.79, p. 922-928, 1996.

LASCANO, C.; PÉREZ, R.; PLAZAS, C.; MEDRANO, J. ARGEL, P. **Pasto Toledo (*Brachiaria brizantha* CIAT 26110): Gramínea de crescimento vigoroso para intensificar la ganaderia colombiana.** Villavicencio: Corporación de Investigación Agropecuária, Cali: CIAT, 2002, 22p.

LAVEZZO, W. **Efeito de diferentes métodos de tratamento sobre a composição química e valor nutritivo das silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum).** 1981. 304 p. Tese (Livre-docência) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade do Estado de São Paulo, Botucatu, 1981.

LAVEZZO, W. Ensilagem do capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1994, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 169-275.

LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.11, p.132, 1985.

LEIBENSPERGER, R.Y.; PITT, R.E. A model of Clostridial dominance in ensilage. **Grass and Forage Science**, Reading, v.42, p. 297-317, 1987.

LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, 1999, p.51-66.

LOURES, D.R.S. **Característica do efluente e composição químico-bromatológica da silagem sob níveis de compactação e de umidade do capim Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum) cv Cameroon.** 2000. 67 p. Dissertação (Mestrado em Forragicultura e Pastagens) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.

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

LOURES, D.R.S. NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; MARI, L.J. Effect of dry matter, particle size and microbial/enzymatic additive on the aerobic stability of Tanzânia grass (*Panicum maximum* Jacq.) silage. In: WORLD CONFERENCE ON ANIMAL PRODUCTION, 9.; REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO LATINOAMERICANA DE PRODUÇÃO ANIMAL, 18., 2003, Porto Alegre. **Abstract...** Porto Alegre, 2003. p.114.

LUPINACCI, A.V. Lançamento de cultivares de plantas forrageiras: uma visão crítica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 83-104.

MacDONALD, A.D.; CLARK, E.A. Water and quality loss during field drying of hay. **Advances in Agronomy**, New York, v.41, p. 407-437, 1987.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema de cerrados. Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS. PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 1995, Brasília. **Anais...** Brasília: SBZ, 1995. p. 28-62.

MAGALHÃES, V. J. de, A. **Efeito da inoculação microbiana da silagem pré-secada de alfafa sobre a fermentação no silo, digestibilidade e desempenho produtivo de vacas leiteiras.** 2002. 106 p. Dissertação (Mestrado em Nutrição Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade de São Paulo, Pirassununga, 2002.

MARI, L.J. **Intervalo entre cortes em capim-marandu (*Brachiaria brizantha* (Hochst ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu): produção, valor nutritivo e perdas associadas à fermentação da silagem.** 2003. 138 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2003.

MARI, L.J.; NUSSIO, L.G.; RIBEIRO, J.L.; CAMARGO, M.S.; ZOPOLLATTO, M.; SCHMIDT, P.; PAZIANI, S. de F.; JUNQUEIRA, M.C.; LOURES, D.R.S.; NUSSIO, C.M.B. Perfil fermentativo das silagens de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha*, Stapf. cv. Marandú) colhido em intervalos entre cortes fixos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: SBZ, 2005. 1 CD-ROM.

MARSH, R. The effects of wilting on fermentation in the silo and on the nutritive value of silage. **Grass and Forage Science**, Reading, v.34, p. 1-9, 1979.

MATTOS, E.S.; MATOS, N.J.M.; BEZERRA, E. da S.; BALIEIRO, J.C. de C.; LOURENÇO, L.M.A. Avaliação do valor nutritivo das silagens de capim-*Andropogon* (*Andropogon gayanus* Kunth, cv. Planaltina) pré-emurchecido e acrescido de diferentes níveis de polpa cítrica seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2nd ed. UK: Chalcombe publications, 1991. 340 p.

MEAD, R.; CURNOW, R.N.; HASTED, A.M. **Statistical methods in agriculture and experimental biology**. 3th ed. Chapman and Hall: CRC, 2002. 488p.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

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

MONTEIRO, A.L.G.; COSTA, C.; ARRIGONI, M.B. Avaliação do potencial para ensilagem de cultivares de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.27, n.6, p.1064-1068, 1998.

MOON, N.J. Inhibition of the growth of acid-tolerant yeast by acetate, lactate and propionate and their synergistic mixtures. **Journal of Applied Bacteriology**, Bedford, v.55, p.453-460, 1983.

MORRIS, R.M. The rate of water loss from grass samples during hay-type conservation. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.27, p. 99-105, 1972.

MOSER, L.E. Post-harvest physiological changes in forage plants. **Crop Science**, Madison, v.22, p. 1-19, 1995.

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

MUCK, R.E. Dry matter level effects on alfalfa silage quality. I. Nitrogen transformation. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.30, p. 7-14, 1987.

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

MUCK, R.E.; SHINNERS, K.J. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro FEALQ, 2001. p. 753-762.

NARCISO SOBRINHO, J.; MATTOS, H.B.; ANDRADE, J.B. Silagem de capim-elefante em três estádios de maturidade submetido ao emurchecimento. II. Qualidade das silagens. **Boletim da Indústria Animal**, Nova Odessa, v.55, p.113-125, 1998.

NEDELKOSKA, T.V., LOW G.K.C. High-performance liquid chromatographic determination of glyphosate in water and plant material after pre-column derivatisation with 9-fluorenylmethyl chloroformate. **Analytica Chimica Acta**, Amsterdam, v. 511, p. 145–153, 2004.

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

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; NUSSIO, C.M.B. Ensilagem de capins tropicais. In: REUNIÃO ANNUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA: A produção animal e a sociedade brasileira. 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002. p. 60-99.

O'DONNELL, C.O.; WILLIAMS, A.G.; BEDDLESTONE, A.J. The effect of pressure and stage of ensilage on the mechanical properties and effluent production potencial of grass silage. **Grass and Forage Science**, Reading, v.52, p.12-26, 1997.

O'KIELY, P. **Conservation of unwilted and wilted grass treated with different additives and ensiled in laboratory silos.** Dunsany: Grange Research Centre, 1999a. p. 99. (Teagasc Research Report, 1999)

O'KIELY, P. **Maximising output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems.** Dunsany: Grange Research Centre, 1999b. 64p. (Beef Production Series, 10)

OJEDA, F.; ESPERANCE, M.; LISETTE, L. Ensilajes de los pastos tropicales. **Revistas Pastos e Forrajes**, Havana, v.10, p.189-197, 1987.

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

PAZIANI, S. de F. **Controle de perdas na ensilagem, desempenho e digestão de nutrientes em bovinos de corte alimentados com rações contendo silagens de capim Tanzânia**. 2004. 208 p. Tese (Doutorado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

PAZIANI, S.F. NUSSIO, L.G.; LOURES, D.R.S.; ZOPOLLATTO, M.; JUNQUEIRA, M.C.; MARI, L. J.; PEDROSO, A. de F.; RIBEIRO, J. L. ; SCHIMDT, P.; CAMPOS, F.P. de ; PACKER, I.U. Avaliação do efeito do tamanho de partícula, umidade e inoculante bacteriano sobre as propriedades físicas e perdas na silagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* cv. *Tanzânia*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

PEDREIRA, M.S.; MOREIRA, A.L.; REIS, R.A.; COAN, R.M.; SILVEIRA, R.N.; AZEVEDO, P.T.; SEIXAS, P.F. Características químicas e fermentativas de 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. **Resumos...** Piracicaba: FEALQ, 2001, p.101-102.

PEIXOTO, A.M. Abertura – Palavras do Prof. Aristeu Mendes Peixoto. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS. 3., 1976, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1976. p. 1-3.

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

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

RANGRAB. L.H.; MÜHLBACH, P.R.F.; BERTO, J.L. Silagem de alfafa colhida no início do florescimento e submetida ao emurchecimento e à ação de aditivos biológicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, p.349-356, 2000.

REIS, R.A. COAN, R.M.; PEDREIRA, M. dos S.; PANIZZI, R. de C.; BERNARDES, T.F.; NASCIMENTO, J.M. Valor nutritivo do capim Tifton 85 ensilado com diferentes conteúdos de umidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40. 2003, Santa Maria. **Resumos...** Santa Maria: SBZ, 2003. 1 CD-ROM.

RODRIGUES, D.C. do **Produção de forragem de cultivares de *Brachiaria brizantha* (Hochst ex A.Rich) Stapf e modelagem de respostas produtivas em função de variáveis climáticas**. 2004. 94 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

ROTZ, C.A.; CHEN, Y. Alfafa drying model for the field environment. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, v.28, p. 1686-1691, 1985.

RUEDA, A.M.; MURUA, C.G.; BIARRIL, J.M.; DIAZ, M.F.S. Effects of glyphosate [N-(phosphomethyl)glycine] on photosynthetic pigments, stomatal response and photosynthetic electron transport in *Medicago sativa* and *Trifolium pratense*. **Physiologia Plantarum**, Copenhagen, v.66, p.63-68, 1986.

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**, Savoy, v.78, p.141-153, 1995.

SAVOIE, P.; AMYOT, A.; THÉRIAULT, R. Effect of moisture content, chopping and processing on silage effluent. **Transaction of the ASAE**, St. Joseph, v.45, p.907-914, 2002.

SHANER, D.L.; LYON, J.L. Stomatal cycling in *Phaseolus vulgaris* L. in response to glyphosate. **Plant Science Letters**, Amsterdam, v.15, p. 83-87, 1979.

SIEVER-KELLY, C.; LEURY, B.J.; GATFORD, K.L.; SIMPSON, R.J.; DOVE, H. Spray-topping annual grass pastures with glyphosate to delay loss of feeding value during summer. II. Herbage intake, digestibility, and diet selection in penned sheep. **Australian Journal of Agriculture Research**, Collingwood, v. 50, p.465-474, 1999.

SPENCER, H.B.; BARDEN, P.J.; SMITH, E.A.; GRAHAM, R.; GLASEBY, C.A. **The effect of conditioning on silage wilting in a field trial (1984)**. Peneciuk: Scottish Institute of Agricultural Engineering, 1985. (Departamental Note, SIN1435).

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Tradução de E. R. Santarém, et al. 3.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719 p.

THOMAS, C.; THOMAS, P.C. Factors affecting the nutritive value of grass silages. In: COLE, D.J.; HARESING, W. (Ed.). **Recent advances in animal nutrition**. London: Butterworths, 1985. p. 223-256.

TOSI, H. Conservação de forragens como consequência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 1., 1973, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1973. p. 117-140.

TOSI, H.; FARIA, V.P.; GUTIERREZ, L.E. Avaliação do capim elefante, cultivar Taiwan A-148, como planta para ensilagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.18, p.295-299, 1983.

TULLBERG, J.N. **An investigation into the effect of stomatal control on the drying rate of alfafa**. 89p. Thesi (Msc), Rutgers University, New Jersey, 1965

TURNER, N.C. Speeding the drying of alfafa hay with fusicoccin. **Agronomy Journal**, Madison, v.62, p. 538-541, 1970.

VALLE, C.B. do Recursos genéticos de forrageiras para áreas tropicais. In: CONFERÊNCIA VIRTUAL GLOBAL SOBRE PRODUÇÃO ORGÂNICA DE BOVINOS DE CORTE, 1., 2002, Campo Grande. **Anais...** Campo Grande: EMBRAPA, 2002. 15 p.

VALLE, C.B. do; EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; VALÉRIO, J.R.; CALIXTO, S. Selecting new Brachiaria for Brazilian pastures. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19. 2001, São Pedro. **Proceedings...**Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 13-14.

VALLE, C.B. do; LEMPP, B.; JANK, L.; RESENDE, R.M.S. Novas cultivares forrageiras: cvs. Massai, Campo Grande, Xaraés. In: SIMPÓSIO GOIANO DE BOVINOS DE CORTE, 6., 2004, Goiânia. **Anais...**Goiânia: CBNA, 2004. p. 69-100.

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

VILELA, D.; BARBOSA F.A.; DIAS, E.T.; RODRIGUES, N.; BENEDETTI, E. Qualidade das silagens de capim Elefante Paraíso (*Pennisetum hybridum* cv Paraíso) submetidas a três tempos de emurchecimento. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Resumos..** Piracicaba: FEALQ, 2001. p. 323-324.

VILELA, D.; WILKINSON, J.M. Efeito do emurchecimento e da adição da uréia sobre a fermentação e a digestibilidade "in vitro" do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) ensilado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.16, p. 550-562, 1987.

WEEKS, M.E.; YEGIAN, H.M. The place of silage in a forage utilization program: Researches on production, problems and utilization. In; CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9., 1965, São Paulo. **Anais...** São Paulo:Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, 1965, p.589-594.

WHO. World Health Organization. **Glyphosate**. Guidelines for drinking-water quality, 2nd. Geneva: World Health Organization, 1998. p. 219-227,

WHO. World Health Organization. IPCS Environmental Health Criteria 159: Glyphosate. World Health Organization, 2001. Disponível em:<www.who.int/pcs/ehc/corrigenda/159.html>. Acessado em: 14 dec. 2001.

WILES, P.G.; GRAY, I.K.; KISSLING, R.C. Routine analysis of protein by Kjeldahl and Dumas methods: review and interlaboratory study using dairy products. **Journal of AOAC International**, Arlington v.81, p.620-632, 1998.

WILKINSON, J.M. Valor alimentício de las forrageras ensiladas de clima tropical y templados. **Revista Mundial de Zootecnia**, Roma, v.46, p.35-40, 1983.

WILKINSON, J.M.; CHAPMAN, P.F.; WILKINS, R.J. Interrelationships between pattern of fermentation during ensilage and initial crop composition. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14, 1982, Lexington. **Proceedings...** Lexington: Westview Press, 1982. p. 631-634.

WILKINSON, J.M.; HILL, J.; LEAVER, D. Effect of swath treatment on water loss during field wilting and on feeding value of perennial ryegrass silage. **Grass and Forage Science**, Reading, v.54, p. 227-236, 1999.

WILLIAMS, C. G.; FROETSCHER, M.A.; ELY, L.O.; AMOS, H.E. Effects of inoculation and wilting on the preservation and utilization of wheat forage. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, n. 8, p.1755-1765, 1995.

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

WRIGHT, D.A.; GORDON, F.J.; STEEN, R.W.J.; PATTERSON, D.C. Factors influencing the response in intake of silage and animal performance after wilting of grass before ensiling: a review. **Grass and Forage Science**, Reading, v.55, p.1-13, 2000.

WRIGHT, D.A.; TROST, J.P.; PATTERSON, D.C.; KILPATRICK, D.J. The influence of weight of ryegrass per unit area and treatment at or after mowing on rate of drying. **Grass and Forage Science**, Reading, v.52, p. 86-98, 1997.

WYSS, U. Influence pre-wilting degree on aerobic stability of grass silage. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., 1999, Upsala. **Proceedings...Upsala**: Swedish University of Agricultural Science, 1999a. p. 284-285.

WYSS, U. Influence of inoculation and pre-wilting of extensively used grass on silage quality. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., 1999, Uppsala. **Proceedings...Uppsala**: Swedish University of Agricultural Science, 1999b. p.125-126.

YAN, T.; PATTERSON, D.C.; GORDON, F.J.; PORTER, M.G. The effect of wilting of grass prior to ensiling on the response to bacterial inoculation. I. Silage fermentation and nutrient utilization over three harvest. **Journal of Animal Science**, Albany, v.62, p. 405-417,1996.

ZIMMER, E.; WILKINS, R. J. **Efficiency of silage systems: a comparison between unwilted and wilted silages**. Vfilkenrode: Landbauforschung Vfilkenrode, 1984. (Sonderheft, 69)