

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**ADITIVOS QUÍMICOS EM ENSILAGEM E FENAÇÃO DE  
CAPIM-TIFTON 85.**

**Juliana Ferraz Huback Rodrigues**  
Zootecnista

JABOTICABAL - SÃO PAULO - BRASIL

Abril de 2010

R696a Rodrigues, Juliana Ferraz Huback  
Aditivos químicos em ensilagem e fenação de capim-tifton 85 /  
Juliana Ferraz Huback Rodrigues. -- Jaboticabal, 2010  
xiii, 81 f. ; 28 cm

Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de  
Ciências Agrárias e Veterinárias, 2010

Orientador: Ricardo Andrade Reis

Banca examinadora: Renata Helena Branco, Flávia Fernanda  
Simili, Mauro Dal Secco de Oliveira, Antonio Sergio Ferraudo

Bibliografia

1. Composição nutricional. 2. Exposição aeróbia. 3. Perdas. I.  
Título. II. Jaboticabal-Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias.

CDU 636.085.51:633.3

Ficha catalográfica elaborada pela Seção Técnica de Aquisição e Tratamento da Informação –  
Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação - UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS  
CAMPUS DE JABOTICABAL

**ADITIVOS QUÍMICOS EM ENSILAGEM E FENAÇÃO DE  
CAPIM-TIFTON 85.**

**Juliana Ferraz Huback Rodrigues**

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Andrade Reis

Co-Orientadora: Ana Claudia Ruggieri

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

JABOTICABAL – SÃO PAULO – BRASIL

Abril de 2010

## **DADOS CURRICULARES DO AUTOR**

**JULIANA FERRAZ HUBACK RODRIGUES** – brasileira, filha de Maria Aparecida Ferraz Huback Rodrigues e Juvenal Pedro Huback Rodrigues, nasceu na cidade do Rio de Janeiro – RJ, em 26 de março de 1980. Em 1998, concluiu o segundo grau na Escola Bretanha na cidade do Rio de Janeiro – RJ. Em fevereiro de 1999, iniciou o curso de graduação em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, obtendo o título de Zootecnista em agosto de 2003. Em março de 2004 ingressou no curso de pós-graduação em Zootecnia, também pela Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, obtendo o grau de Mestre em 22 de fevereiro de 2006, sob orientação do professor Dr. Dilermando Miranda da Fonseca. Em fevereiro de 2006 iniciou o doutorado em Zootecnia pela Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Campus de Jaboticabal – SP.

“Conté mis años y descubrí, que tengo menos tiempo para vivir de aquí en adelante, que el que viví hasta ahora...”

Me siento como aquel chico que ganó un paquete de golosinas: las primeras las comió con avidez, pero, cuando percibió que quedaban pocas, comenzó a saborearlas profundamente.

Ya no tengo tiempo para reuniones interminables, donde se discuten estatutos, normas, procedimientos y reglamentos internos, sabiendo que no se va a lograr nada.

Ya no tengo tiempo para soportar absurdas personas que, a pesar de su edad cronológica, no han crecido.

Ya no tengo tiempo para lidiar con mediocridades.

No quiero estar en reuniones donde desfilan egos inflados.

No tolero a maniobreros y ventajeros.

Me molestan los envidiosos, que tratan de desacreditar a los más capaces, para apropiarse de sus lugares, talentos y logros.

Detesto, si soy testigo, de los defectos que genera la lucha por un majestuoso cargo.

Quiero la esencia, mi alma tiene prisa...

Quiero vivir al lado de gente humana, muy humana.

Que sepa reír, de sus errores.

Que no se envanezca, con sus triunfos.

Que no se considere electa, antes de hora.

Que no huya, de sus responsabilidades

Que defienda, la dignidad humana.

Y que desee tan sólo andar del lado de la verdad y la honradez.

Lo esencial es lo que hace que la vida valga la pena.

Quiero rodearme de gente, que sepa tocar el corazón de las personas...

Gente a quien los golpes duros de la vida, le enseñó a crecer con toques suaves en el alma.

Sí... tengo prisa... por vivir con la intensidad que sólo la madurez puede dar.

Pretendo no desperdiciar parte alguna de las golosinas que me quedan...

Estoy seguro que serán más exquisitas que las que hasta ahora he comido.

Mi meta es llegar al final satisfecho y en paz con mis seres queridos y con mi conciencia.

Espero que la tuya sea la misma, porque de cualquier manera llegarás...”

**Mario de Andrade**

## **DEDICO**

**Ao meu professor e orientador Ricardo Andrade Reis pela confiança,  
compreensão e acima de tudo força nessa caminhada.**

## **OFEREÇO**

**A minha amada família: minha mãe Maria Aparecida, meu avô Osório, minha avó Alvacyr, minha madrinha Alvarinha e minha filha Luísa que vivem comigo os meus sonhos e mesmo distante sempre me apoiam, incentivam e torcem pela minha felicidade.**

## AGRADECIMENTOS

À Deus por conceder e conservar minha vida, saúde e inteligência, por me iluminar e fortalecer na fé, por atender minhas orações e me proteger nessa caminhada, concedendo a oportunidade única de viver melhor a cada dia evitando os erros do dia anterior e valorizando as pessoas à minha volta que direta ou indiretamente ajudaram em minha jornada e me impulsionaram chegar até aqui.

À minha família que foram as primeiras pessoas a acreditarem em mim, que sempre me colocaram em primeiro lugar, dedicando anos de investimentos em meus estudos, que aprenderam conviver com a distância e saudade, que apoiaram minha escolha e que nos momentos de tristeza me incentivavam à continuar. Saibam que sem vocês eu poderia sequer ter tentado e que mesmo nos momentos mais solitários eu sabia que vocês estavam do meu lado!!!

À minha pequena grande Luísa que me ensina a cada dia o que é a grandeza do amor materno.

Aos meus tios João Luiz Chaves e Sonia Maria Chaves pelo constante incentivo, torcida, confiança e acima de tudo amor de pais que sempre me ofereceram.

Ao meu orientador, professor Ricardo Andrade Reis, pela orientação, confiança, paciência, compreensão e, sobretudo apoio no início, meio, mas principalmente no término deste trabalho. Muito obrigada por não ter desistido de mim e principalmente não me deixar desistir.

À Universidade Federal de Viçosa, pela qualidade de ensino superior, por minha formação profissional e pessoal e por ter me proporcionado experiências ímpares, nesses anos, para sempre serão lembradas com muita saudade.

À Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” pela oportunidade do doutorado que me permitiu viver novas experiências profissionais e pessoais, as quais ampliaram minha visão crítica da pesquisa e mundo.

À Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP, pelo apoio financeiro através da bolsa de estudos e auxílio de pesquisa durante os quatro anos de curso de doutorado, os quais expandiram muito o meu horizonte.

Aos professores Ana Cláudia Ruggieri, Kléber, Jeffrey, Izabelle, Oto pelos conselhos, orientações, pela disposição em me ajudar, incentivo, educação e carinho sempre transmitidos a mim.

Aos professores membros da banca de qualificação Renata Helena Branco, Euclides, Flávio Resende e Mauro Dal Secco de Oliveira pelas valiosas sugestões e correções que contribuíram muito para melhorar a qualidade do trabalho.

A professora Telma por disponibilizar suas gaiolas de metabolismo para o desenvolvimento da desta pesquisa.

Aos membros da banca de defesa de tese Renata Helena Branco, Flávia Fernanda Simili, Mauro Dal Secco de Oliveira e Antonio Sergio Ferraudo por aceitarem o convite de participação, pelas sugestões e correções, mas principalmente por valorizarem a importância deste trabalho, bem como minha superação ao concluí-lo diante de todas as limitações vividas por mim nesse período.

Aos funcionários do Laboratório de Forragicultura e Nutrição Animal pela grande cooperação e amizade durante a realização deste trabalho.

Ao Marcos Jun Iti Yokoo pela ajuda nas análises estatísticas e atividades de campo, mas principalmente por ter me apresentado o outro lado das coisas.

Ao bonde da catrevagem (Giovani Fiorentini, Greyce Moreno, Leo, Lisiane de Lima, Marcelinha Magalhães, Marcos Jacome, Mariana Sforcini, Josemir, Viviane Correia) por todos os momentos felizes, pelas festas de fim de semana, pelos almoços de domingo, pelos churrascos e pelas cervejas compartilhadas. Vocês estão pra sempre no meu coração!!!

À Tia Abadia, Mariana e Luiza por terem me recebido e acolhido, com tanto respeito e carinho, como membro de sua família em uma das fases mais delicadas da minha vida. A companhia de vocês e a disponibilidade em me ajudar sempre encheram minha vida de estímulo e alegria tornando momentos difíceis superáveis. Eu certamente recebi lições para toda vida de cada uma de vocês.



As gatas garotas Fernanda Basso, Karla Magalhães, Darcilene, Marina Nogueira, Anna Paula, Cintia, Mari, Carol, Tati, Juli, Erika, Flávia, Andresa, vocês estiveram presentes por muitos dias do meu trabalho de campo, tornando possível todas as avaliações.

Juliana Werneck (Cê), Márcia Santana e Fernanda Basso (Minduim) obrigada pela convivência do dia a dia, pelas demonstrações de carinho, muitas ajudas ao longo desses anos e principalmente por acreditarem em mim. Vocês fizeram toda diferença nos meus dias em Jaboticabal.

Aos anjinhos colombianos (Giovanni Bravo, Camilo Pasmíño, Guillermo Alarcon e Lorena Mosquera) que apareceram na minha vida para estagiar em mais um momento decisivo e necessário. A determinação, força de vontade em aprender, empenho e comprometimento de vocês em ajudar foram determinantes na conclusão de nosso experimento. À vocês muito obrigada pela ajuda e ensinamentos durante esse período de convivência.

À todos meu amigos e colegas de pós graduação pelo convívio e troca de experiência que serão levados por mim para sempre.

Por fim, agradeço a todos que de alguma forma estiveram presentes no trabalho de campo, tornando possível todas as avaliações. Tenho orgulho por ter tido a meu lado uma verdadeira equipe de trabalho, cheia de garra, confiança e acima de tudo unida por um ideal. Obrigada por permitirem a realização desse trabalho!!!

## SUMÁRIO

	Página
RESUMO.....	x
SUMMARY.....	xii
<b>CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>1</b>
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1. A espécie forrageira <i>Cynodon dactylon</i> .....	3
2.2. Conservação de forragem.....	5
2.2.1. Silagem de capim.....	5
2.2.2. Emurchecimento de forragens.....	6
2.3. População microbiana.....	8
2.3.1. Bactérias ácido lácticas.....	9
2.3.2. Enterobactérias.....	10
2.3.3. Leveduras.....	11
2.3.4 Fungos.....	12
2.4. Fenação.....	12
2.5. Perdas nos processos de conservação de forrageiras.....	14
2.6 Aditivos químicos.....	16
 <b>CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, FERMENTATIVAS E MICROBIOLÓGICAS DE SILAGENS DE TIFTON 85 ADITIVADAS.</b>	
Resumo.....	20
1. Introdução .....	21
2. Material e métodos.....	23
2.1. Silos experimentais e confecção das silagens.....	25
2.2. Abertura dos silos experimentais e amostragem.....	27
2.3. Análises químicas, fermentativas e microbiológicas.....	27
2.4. Recuperação da matéria seca.....	29

2.5. Análise estatística.....	29
3. Resultados e discussões.....	30
4. Conclusões.....	48
<b>CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E ESTABILIDADE AERÓBIA DE FENOS DE TIFTON 85 ADITIVADOS.</b>	
Resumo.....	49
1. Introdução.....	50
2. Material e métodos.....	51
2.1. Fenos experimentais e confecção dos tratamentos.....	54
2.2. Amostragem dos fenos.....	54
2.3. Análises químicas e microbilógicas.....	54
2.4. Recuperação da matéria seca.....	56
2.5. Análise estatística.....	57
3. Resultados e discussão.....	57
4. Conclusões.....	69
<b>CAPÍTULO 4 – IMPLICAÇÕES.....</b>	<b>70</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>71</b>

## ADITIVOS QUÍMICOS EM ENSILAGEM E FENAÇÃO DE CAPIM-TIFTON 85.

**RESUMO** - Objetivou-se avaliar o efeito de aditivos químicos e dos períodos de exposição ao ar sobre as características nutricionais, microbiológicas das silagens pré secadas e dos fenos, bem como as características fermentativas das silagens de Tifton 85 (*Cynodon spp.*) colhidos em diferentes épocas do ano. Confeccionaram-se três silagens pré secadas com 50 a 60 % de matéria seca: não aditivada; aditivada com ácido propiônico tamponado e aditivada com uréia. Nos fenos, avaliaram-se os seguintes tratamentos: feno de alta umidade não aditivado; feno de alta umidade aditivado com uréia; feno de alta umidade aditivado com ácido propiônico tamponado e feno controle. Após o armazenamento das silagens pré secadas e dos fenos em condições anaeróbia, foram colhidas amostras no dia da abertura (tempo zero), quinto e nono dias após exposição aeróbia. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em parcelas subdivididas no tempo, sendo tratamentos, fatores das parcelas e tempo das subparcelas. A silagem aditivada com uréia apresentou maiores teores de PB ( $P < 0,05$ ) em relação às demais silagens, no momento de abertura dos silos e no quinto dia de exposição aeróbia. Estimaram-se na silagem não aditivada, maiores valores de matéria seca, fibra em detergente ácido e lignina. O uso de aditivo alterou a composição nutricional das silagens, bem como a exposição ao ar. Houve efeito dos aditivos nas características de pH e nitrogênio amoniacal/NT e de aditivos e tempo na contagem de leveduras, entretanto não se verificou interação entre os dois fatores. A silagem aditivada com uréia apresentou valor superior de pH em relação a silagem aditivada com ácido propiônico. Maiores teores de nitrogênio amoniacal/NT foram verificados na silagem aditivada com uréia em comparação as demais silagens. As silagens aditivadas apresentaram menores contagens de leveduras comparadas a controle, observando-se também maior contagem de leveduras no quinto e nono dia de exposição aeróbia, em relação ao tempo zero de avaliação. Houve efeito da interação entre os aditivos e nono dia de avaliação na contagem de fungos, sendo observado menor quantidade de fungos nas silagens aditivadas, comparadas à controle. A aplicação de aditivos químicos nas

silagens emurchecidas de capim-tifton 85 modificou as características fermentativas, bem como controlou o crescimento de leveduras e fungos em relação à silagem não tratada. O uso de ácido propiônico reduziu as frações de fibra em detergente ácido e lignina do feno de Tifton 85 com alta umidade. Verificou-se valor inferior na contagem de fungos apenas no feno úmido aditivado com ácido propiônico e uréia em relação ao úmido não tratado. No entanto, entre o primeiro e nono dia de avaliação foram verificados aumentos na contagem de fungos filamentosos, demonstrando que a uréia controlou a ocorrência das colônias, mas não cessou totalmente o crescimento das mesmas. O ácido propiônico controlou a proliferação de fungos filamentosos e manteve a composição química e a estabilidade aeróbia do feno de alta umidade.

**Palavra chave:** composição nutricional, exposição aeróbia, gramínea tropical, microrganismos, perdas

## CHEMICAL ADDITIVES IN TIFTON 85 SILAGE AND HAY PRODUCTION.

**ABSTRACT** - This study aimed to evaluate the effect of chemical additives and air exposition periods on the chemical composition, microbial population, and fermentation characteristics of the haylage and hay of the Tifton 85 (*Cynodon* spp.) harvested in different seasons of the year. Three wilted silages were prepared with 50-60% dry matter (DM), the first without additive (SE), the second treated with buffered propionic acid (SEAP) and the third with urea (SEU). In the hays the following treatments were evaluated: high-moisture hay without additive; high moisture hay with urea, high-moisture hay with buffered propionic acid, and control hay. After storage of the haylage and hay in anaerobic conditions, samples were taken on opening day (time zero) and at five days and nine days of aerobic exposition. The urea and propionic acid were applied, 1.0% of wet base on the haylage and hay. Experimental design was completely randomized with four replications in split plot scheme, considering treatments the factors of the parcels, and time on sub parcels. The SEU showed higher levels of CP ( $P < 0.05$ ), compared to other treatments, at the time of opening of the silos, and in the fifth day of aerobic exposition. It was estimated in the SE, the highest values ( $P < 0.05$ ) of DM, ADF and lignin, and lowest OM after nine days of aerobic exposition. Additive utilization change ( $P < 0.05$ ) haylage chemical, as well as air exposition time. Significant effects of additives in the pH and N-NH<sub>3</sub>/NT characteristics was observed, and also the additives and air exposition effect in the yeast count ( $P < 0.05$ ), however there was no interaction ( $P > 0.05$ ) between these factors. The SEU presented higher pH value compared to SEAP. Higher amounts of N-NH<sub>3</sub>/NT ( $P < 0.05$ ) were observed in the SEU related to other haylages. The SEU and SEAP showed lower yeast count compared to control haylage, it was observed also higher yeast count in the fifth and ninth days of aerobic exposition, compared to zero time of evaluation. There were significant effects ( $P < 0.05$ ) of the interaction between the additives and day of air exposition on the fungi count. It was found lowest fungi in SEU and SEAP compared to SE. The application of chemical additives in Tifton 85 haylage modified the fermentation characteristics, and controlled the growth of yeasts and fungi in relation to untreated haylage. Propionic acid

reduced ( $P < 0.05$ ) the ADF, lignin fractions and fungi occurrence of the high moisture Tifton 85 hay. There was a lower level of fungi occurrence ( $P < 0.05$ ) only in high moisture hay treated with urea, and propionic acid in relation to the untreated high moisture hay. However, between the 10 and 90 days of air exposition the number of fungi populations increased ( $P < 0.05$ ), showing that urea controlled the occurrence of fungi colonies, but not completely stopped their growth. Propionic acid controlled the proliferation of filamentous fungi, and maintained the chemical composition, and aerobic stability of high moisture hay.

**Key words:** chemical composition, ensilage, haymaking, microorganisms, losses, tropical grass

# **ADITIVOS QUÍMICOS EM ENSILAGEM E FENAÇÃO DE CAPIM-TIFTON 85.**

## **CAPÍTULO 1 - CONSIDERAÇÕES GERAIS**

### **1. INTRODUÇÃO**

De fato, um dos principais fatores responsáveis pelos baixos índices de produtividade da pecuária nacional é a estacionalidade na produção de forragens, visto que ocorre redução no potencial produtivo dessas forrageiras em períodos que há diminuição da disponibilidade de luz, temperatura média e o índice pluviométrico é drasticamente reduzido. Esses três fatores juntos impedem que as forrageiras cresçam de forma uniforme durante o ano todo. No Brasil Central, esse período corresponde aos meses de maio a outubro, época em que ocorre drástica redução no crescimento de gramíneas forrageiras tropicais, resultando em menor disponibilidade quantitativa e qualitativa de forragem, afetando de maneira significativa o desempenho dos animais a pasto.

De maneira geral, a relação entre a produção nas estações das “águas” e “seca” é de aproximadamente 4:1, ou seja, do total de forragem produzida durante o ano 80% está concentrado em aproximadamente seis meses de verão, enquanto nos demais, apenas 20%.

Uma vez que o requerimento animal é contínuo ao longo do ano torna-se necessário a adoção de técnicas visando solucionar, ou pelo menos amenizar, os danos causados aos animais devido à falta de alimento nos períodos secos.

A escolha de alternativas que minimizem os efeitos da estacionalidade na produção de plantas forrageiras deve ser coerente com o nível de exploração pecuária, diferenciando-se, principalmente pela necessidade de intensificação de uso das pastagens. Quando se adota sistemas intensivos de produção com base na exploração dessas forrageiras, a conservação de forragem é uma técnica de manejo



imprescindível para manutenção do equilíbrio entre oferta e demanda de alimentos nos sistemas de produção.

Embora, haja muitas variações nos sistemas de conservação de forragem, os principais métodos envolvem a ensilagem e a fenação, não podendo ser considerados sistemas antagônicos e sim complementares, pois o alimento produzido apresenta características distintas.

A fenação é o processo de conservação de forragens através da desidratação parcial da planta forrageira em condição de campo, contudo o processo depende das condições climáticas para a minimização das perdas. Na fenação, a forragem é desidratada de tal forma que permanece biologicamente inativa com respeito à atividade enzimática da planta e dos microrganismos.

O processo de ensilagem da forragem tem como objetivo final preservar a forragem de alto valor nutritivo com o mínimo de perdas. No processo, basicamente, carboidratos solúveis são convertidos em ácidos orgânicos pela ação de microrganismos, que encontrando ambiente ideal proliferam e criam condições adequadas à conservação.

Os processos de conservação de forragem na forma de silagem e feno trazem, em si, alguns senões como perda do valor nutritivo e perdas de matéria seca, decorrentes do baixo teor de matéria seca da forragem ensilada e das condições inadequadas para a plena desidratação no campo da forrageira usada como feno.

Visando otimizar o sistema de produção de feno de alta qualidade, a confecção de silagem emurchecida é uma opção viável com vistas a minimizar as perdas em decorrência de condições inadequadas para a plena desidratação no campo.

A utilização de aditivos no processo de ensilagem e fenação também pode ser uma prática interessante para diminuir as perdas e em situações específica, pode melhorar o valor nutritivo da forragem conservada.

Assim, considerando esses fatos, objetivou-se avaliar neste estudo as perdas nos processo de ensilagem e fenação do Tifton 85 (*Cynodon sp.*) colhido em diferentes épocas e submetidos aos aditivos químicos: uréia e ácido propiônico.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. A espécie forrageira *Cynodon dactylon*

O gênero *Cynodon* representa um grupo pequeno e sistematicamente distinto dentro da subfamília das *Chloridoideae*. As gramíneas do gênero *Cynodon*, conhecidas como gramas bermudas e estrelas, nas últimas décadas vem ganhando espaço nas propriedades pecuárias brasileiras, de certo modo competindo com as dos gêneros *Brachiaria* e *Panicum* na ocupação das áreas de solos de fertilidade média a alta, destinadas ao estabelecimento de pastagens para bovinos, ovinos e eqüinos.

De acordo com VILELA & ALVIM (1998), não se sabe de onde e como essas gramíneas foram introduzidas no Brasil. Antes de 1943, essas forrageiras, sobretudo a grama bermuda comum (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.), eram vistas como plantas invasoras de culturas anuais e somente após a avaliação da variedade Coastal foi que o interesse como espécie forrageira foi despertado.

BURTON & HANNA (1995), relatam que dentre as diversas espécies de *Cynodon*, a bermuda comum é a única descrita como “invasora cosmopolita onipresente” por causa da sua ampla distribuição no mundo.

No Brasil, com base na literatura disponível, constata-se que o emprego das gramíneas do gênero *Cynodon* ocorre nas regiões sul, sudeste e, em menor extensão, no centroeste.

Nos últimos 50 anos foram realizados muitos trabalhos de melhoramento, visando avaliar a variabilidade genética. No programa de melhoramento, coordenado por Glenn W. Burton, em Tifton, Geórgia, foi realizada a seleção de materiais com características forrageiras apropriadas, das espécies de *Cynodon dactylon* e também das gramas estrela, principalmente as oriundas do continente Africano. A partir da identificação de materiais com alto potencial forrageiro foram efetuados os cruzamentos, resultando em híbridos estéreis que, além de produzirem poucas sementes, estas não são viáveis, devendo a propagação ser feita vegetativamente.

O gênero *Cynodon* apresenta plantas perenes, rizomatosas e estoloníferas ou somente estoloníferas. As gramíneas do gênero *Cynodon* apresentam altas produções

de matéria seca, elevada relação folha/colmo, valor nutritivo adequado, tolerância ao frio, podendo ser usada tanto sob pastejo como através de forragem conservada, principalmente nas formas de feno ou de silagem emurcheada. As principais gramíneas desse gênero são os capins bermuda [*Cynodon dactylon* (L.) Pers.] e os capins estrela [*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst e *Cynodon plectostachyus* (K. Schum) Pilger] e seus híbridos.

As gramíneas do grupo bermuda apresentam rizomas e estolões, enquanto as do grupo estrela possuem apenas estolões. As gramas bermudas são bem adaptadas e tolerantes aos invernos moderadamente frios, enquanto as estrelas de origem Africana, por não terem rizomas, são menos adaptadas a baixa temperatura. No grupo das gramas bermudas alguns dos híbridos disponíveis são: Coastal, Tifton 44, Tifton 68, Tifton 78, Tifton 85, Coastcross e Florakirk, enquanto no das estrelas tem-se: Florico e Florona.

Segundo PEDREIRA (2005) a cultivar Tifton 85 é um híbrido F1 estéril resultado do cruzamento do Tifton 68 (*Cynodon nlemfuensis*) com uma introdução de *Cynodon dactylon*, proveniente da África do Sul (PI 290884). É uma planta perene, estolonífera e rizomatosa apresentando maior porte, cor verde mais escura, disseminação mais rápida e mais digestível, porém menos resistente ao frio que a cultivar Tifton 78, colmos e folhas mais finos do que os do Tifton 68 e maiores do que os do Coastcross-1.

No entanto, vale destacar que cultivar *Cynodon* com a finalidade específica de produção de silagem, de forma tradicional visando suprir deficiência de forragem de período de seca ou com a finalidade de substituir forrageiras mais tradicionais, não se justifica e pode não ser economicamente viável. Porém, ensilar o *Cynodon* dos campos de feno visando retirar a forragem da área quando o clima não permite fazer a colheita normal para feno, é uma prática de muito valor, porque dá um destino ao produto que está no ponto de ser colhido e libera o espaço para um novo período de crescimento.

Diversas propriedades rurais têm produzido silagem de capim de elevada qualidade devido aos cuidados tomados durante todo o processo de ensilagem (corte,

colheita, picagem, compactação, vedação e uso de aditivos), porém com alta frequência tem ocorrido erros no manejo da retirada do material dos silos, provocando grandes perdas de matéria seca durante o fornecimento.

## **2.2. Conservação de forragem**

### **2.2.1. Silagem de capim**

A utilização de gramíneas tropicais perenes, para confecção de silagem, vem sendo difundida entre produtores e técnicos como opção economicamente viável para uso comercial. A produção de silagem de capim apresenta como vantagens às culturas tradicionais, as características de serem perenes, além da possibilidade do aproveitamento do excedente de produção das águas (NUSSIO et al., 2000). Essa prática vem sendo adotada com frequência no Sudeste e Centro-oeste do Brasil, em substituição a fenação que, invariavelmente, é prejudicada pelas condições climáticas predominantes na época chuvosa do ano (outubro a março).

No entanto, a produção de silagem será efetiva se o produto ensilado for bem preservado. Isto pode ser conseguido se a planta forrageira for colhida em estágio de crescimento que apresente teores de matéria seca e de carboidratos solúveis em água adequados com a finalidade de não prejudicar a fermentação desejável (MANEGATTI et al, 1999). Além de considerar os fatores inerentes à planta forrageira a ser ensilada, práticas como o rápido enchimento do silo, a compactação adequada do material ensilado e o adequado fechamento do silo para manutenção de condições anaeróbicas, são importantes para obtenção de silagem de qualidade (BOLSEN et al., 1993; PEREIRA & BERNARDINO, 2004).

No entanto, para uma planta produzir boa silagem existe algumas premissas que devem ser respeitadas. Quantidades adequadas de substrato fermentescível (carboidratos solúveis), poder tampão relativamente reduzido e porcentagem de matéria seca acima de  $300 \text{ g kg}^{-1}$  são reconhecidas como características importantes para obtenção de padrões desejáveis.

Considerando-se a importância dos fatores, relacionados à forragem, na ensilagem de forragens tropicais, deve-se considerar que essas, apresentam concentrações marginais de carboidratos solúveis na matéria seca (inferior aos das gramíneas temperadas) e baixos teores de matéria seca, nos estádios de crescimento em que apresentam um bom valor nutritivo (McDONALD et al., 1991; VILELA, 1998 e UMAÑA et al., 1991). Essas características colocam em risco o processo de conservação, com possibilidade de ocorrerem fermentações secundárias, refletindo de forma negativa nas perdas de matéria seca (VILELA, 1998). Limitações dessa natureza podem ser parcialmente controladas pelo aumento na porcentagem de matéria seca, através do emurchecimento.

### **2.2.2. Emurchecimento de forragens**

A técnica de emurchecimento possibilita a ensilagem de plantas forrageiras colhidas com baixo teor de matéria seca, num processo simples em que as fermentações indesejáveis são facilmente controladas através da diminuição da atividade da água ou elevação da pressão osmótica (FARIA & CORSI, 1992 e McDONALD et al., 1991). O emurchecimento reduz a concentração de carboidratos solúveis necessária para a produção de ácido láctico e estabilização do processo, e, além disso, essa técnica pode proporcionar uma redução na produção de efluentes e aumento no consumo de matéria seca (RAYMOND et al., 1986).

No entanto, estes mesmos autores destacaram que os resultados dos estudos avaliando os efeitos da redução do conteúdo de água sobre a respiração são conflitantes. Tem-se observado que a redução no conteúdo de água pode causar aumento, redução ou até o processo de emurchecimento pode alterar a composição química das silagens produzidas, sendo fortemente influenciado pelas condições climáticas durante a secagem (McDONALD et al., 1991). Sob condições ambientais desfavoráveis, o conteúdo de matéria seca pode aumentar muito pouco e se o período de secagem for longo (vários dias), os conteúdos de carboidratos solúveis e de nitrogênio-protéico podem ser reduzidos e a desaminação aumentada. Quando a pré secagem é realizada sob condições climáticas adequadas, a fermentação é restringida

com o aumento do conteúdo de matéria seca, resultando numa silagem com maiores valores para pH e carboidratos solúveis residuais e menores conteúdos de ácidos orgânicos. O nitrogênio-protéico também tende a ser preservado com o aumento no teor de MS.

Ao avaliarem o emurchecimento e o uso de aditivos sobre as características de fermentação e digestibilidade de Tifton 81, UMANÃ et al. (1991) verificaram que o emurchecimento da forragem melhorou o valor nutritivo da silagem, enquanto os aditivos aumentaram esse efeito positivo.

De maneira semelhante, EVANGELISTA et al. (2000) registraram melhoria no valor nutritivo da silagem de *Cynodon nlenfuensis* submetido ao emurchecimento. CASTRO (2002) observou que o emurchecimento (45% MS) melhorou as características fermentativas e nutricionais das silagens de Tifton 85.

McDONALD et al. (1991) destacaram que há várias desvantagens em ensilar forragem com alto conteúdo de água. Inicialmente, o pH crítico abaixo do qual o crescimento de *Clostridium sp.* é inibido, varia diretamente com o conteúdo de matéria seca da forragem a ser ensilada e, a menos que o conteúdo de carboidratos solúveis seja excepcionalmente alto, a ensilagem de forragem com alto conteúdo de umidade promoverá fermentação indesejável, resultando em grandes perdas de matéria seca e uma silagem de baixo valor nutritivo. Mesmo que o conteúdo de carboidratos solúveis seja adequado para assegurar uma fermentação láctica, silagens excessivamente úmidas podem ser nutricionalmente indesejáveis devido o consumo voluntário de matéria seca ser baixo. Além disso, a ensilagem de forragem úmida resulta na produção de grandes volumes de efluente, levando a perda de nutrientes digestíveis.

De acordo com LINDGREN (1999) o emurchecimento da forragem tem efeitos conflitantes no sucesso do processo de ensilagem. Esta técnica reduz a quantidade de água transportada para o silo e a produção de efluentes; também aumenta a concentração de carboidratos solúveis na fase líquida da forragem, resultando em potencial maior de prevenção devido ao incremento na concentração de ácidos dessa fase; tem efeito seletivo no crescimento de microrganismo contaminantes, desde que a demanda de água seja diferente entre os microrganismos. Entretanto, secagem

excessiva pode incrementar o crescimento de leveduras e mofos, microrganismos capazes de se desenvolverem sob menores valores de atividade de água atividade de água que as bactérias.

MUCK (1988) destacou a importância de não desidratar excessivamente o material a ser ensilado, alertando para a possibilidade de perdas no campo ao redor de 10%, e enfatizou o surgimento de nutrientes indigestíveis, como o Nitrogênio Insolúvel em Detergente Ácido (NIDA) no processo de ensilagem, devido ao aquecimento do material no silo (reação de “Maillard”).

### **2.3. População microbiana**

Atualmente, existe muita preocupação com relação à inocuidade do alimento produzido (GOMES, 2005), uma vez que o consumidor busca valorizar produtos de origem animal que sejam saudáveis. Nesse contexto, a segurança em relação aos aspectos sanitários no uso de forragem conservadas é altamente relevante na exploração animal. A qualidade de fermentação é o fator primordial para a adequada conservação de forragem ensilada. Em contrapartida, o perfil de fermentação é resultante da atividade microbiológica no interior do silo, que por sua vez é determinada pelas condições do meio, substrato para fermentação e população de microorganismo. Dessa forma, a qualidade da silagem tem efeito direto da atividade dos microorganismos durante o processo de ensilagem e também durante a utilização da silagem.

Segundo PAHLOW et al. (2003) a população de microorganismos encontrada nas plantas forrageiras em condições naturais é diferente, em número e espécies, daquela observada durante a fermentação e na silagem. A maioria dos microorganismos encontrados nas plantas se localiza nas folhas da base do colmo, onde estão mais protegidos da radiação e há maior umidade. A população de microorganismos epífita é muito variável, mas predominam as bactérias lácticas, enterobactérias, leveduras e fungos.

### 2.3.1. Bactérias ácido lácticas

Muitas espécies de bactérias são aeróbias e devem ter sua atividade inibida logo no início do processo de fermentação, pois não contribuem para a preservação da silagem. Tem-se observado (WOOLFORD & PAHLOW, 1998) que a população de bactérias ácidos lácticas epífitas aumenta após o corte e picagem do material, o que tem sido chamado de inoculação pela picagem (PAHLOW et al., 2003). Os principais gêneros classificados como bactérias ácidos lácticas (BAL), pela capacidade de produzir ácido láctico como produto da fermentação de açúcares, são: *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Leuconostoc*, *Enterococcus*, *Lactococcus* e *Streptococcus*. Estudos com BAL de diversos meios (origem) têm mostrado que todas podem crescer satisfatoriamente na ausência de oxigênio, mas em aerobiose algumas são inibidas parcialmente ou totalmente (PAHLOW et al., 2003).

Uma das premissas, a ser seguida, durante o processo de ensilagem é inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis (McDONALD et al., 1991). Os microrganismos anaeróbicos (bactérias lácticas, *Enterobactéria*, *Clostridium sp.*, algumas espécies de *Bacillus* e leveduras) começam seu crescimento e competem por substrato depois de alcançada a condição de anaerobiose no silo (WOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991). As alterações ocorridas nos primeiros dias após a ensilagem são críticas para o sucesso da fermentação subsequente. Se as condições são apropriadas, as bactérias lácticas vão rapidamente acidificar o meio a uma extensão que os microrganismos competidores não seriam capazes de sobreviver, e o resultado final será uma silagem estável com baixo pH. Se o pH não diminuir rapidamente o suficiente, os microrganismos indesejáveis (principalmente *Enterobactéria*, *Clostridium sp.* e leveduras) poderão competir pelos nutrientes, reduzindo as chances de obtenção de uma silagem estável, uma vez que muitos dos seus produtos finais não auxiliam na preservação. É importante destacar que a taxa de produção de ácido láctico é um importante fator de inibição do crescimento de bactérias indesejáveis, e conseqüentemente na redução das perdas durante a fermentação, e essa depende da



população inicial de bactérias lácticas na massa ensilada e da disponibilidade de substrato fermentescível (McDONALD et al., 1991).

Assim, as mudanças na composição química da forragem, que ocorrem durante o processo de ensilagem, são resultados de uma série de atividades biológicas, pois embora um grupo particular de microrganismos possam eventualmente dominar a fermentação, outros organismos co-participam do processo, particularmente nos primeiros estágios da ensilagem (McDONALD et al., 1991).

As bactérias lácticas fermentam os açúcares presentes na forragem ensilada gerando, predominantemente, ácido láctico. O ácido láctico produzido aumenta a concentração de íon hidrogênio a um nível em que as bactérias indesejáveis são inibidas (McDONALD et al., 1991). Esta inibição é causada não apenas pela concentração de íon hidrogênio, mas também pelos ácidos não-dissociados. É difícil determinar um valor crítico de pH da silagem a partir do qual este efeito inibitório ocorra, devido à inibição não depender apenas do pH, mas também do conteúdo de matéria seca da forragem (McDONALD et al., 1991).

Desta forma, a maneira mais comum de inibir o crescimento de microrganismos indesejáveis é promovendo a fermentação láctica. Um método alternativo para inibição do crescimento de bactérias indesejáveis é reduzir o conteúdo de matéria seca da forragem pelo emurhecimento antes da ensilagem (McDONALD et al., 1991). A redução na alta atividade de água pode ter um efeito sinérgico adicional à queda no pH (LINDGREN, 1999). As bactérias lácticas têm relativamente alta tolerância a condições de baixa umidade e são hábeis para dominar a fermentação em materiais ensilados com alto conteúdo de matéria seca.

### **2.3.2. Enterobactérias**

Normalmente as enterobactérias são o segundo grupo mais numeroso da flora epífita em plantas forrageiras. Em razão disso, são os principais microrganismos a competir com as bactérias ácido lácticas no processo de fermentação, produzindo principalmente ácido acético. As enterobactérias geralmente não exercem grandes efeitos sobre a qualidade das silagens. São bacilos Gram-negativos anaeróbios

facultativos, que competem com as bactérias ácido lácticas pelos açúcares no início do processo de fermentação da massa ensilada, produzindo principalmente ácido acético (HENDERSON, 1993). Segundo MAHANNA (1994), imediatamente após a eliminação do oxigênio no silo, a fermentação anaeróbia inicia-se pelo crescimento de enterobactérias e outras estirpes de bactérias ácido lácticas heterofermentativas.

As enterobactérias normalmente crescem intensivamente durante os primeiros dias de ensilagem, mas sua população decresce rapidamente à medida que o meio é acidificado, sendo geralmente inibidas a pH abaixo de 5,0 (OSTLING & LINDGREN, 1995; MUCK, 1996). As enterobactérias têm a capacidade para deaminar e descarboxilar aminoácidos, sendo que algumas estirpes reduzem nitrato para nitrito e óxido-nítrico, formando gases no interior do silo (PAHLOW et al., 2003). Conseqüentemente, alguma perda de proteína pode resultar da atividade das enterobactérias no processo inicial da fermentação (McDONALD, 1981, SPOELSTRA, 1987; HENDERSON, 1993).

### **2.3.3. Leveduras**

As leveduras são outro grupo de microorganismos indesejáveis durante a ensilagem (McDONALD et al., 1991). A população destes microrganismos freqüentemente aumenta durante o emurchecimento, em parte devido às condições favoráveis de crescimento, mas também como um resultado da contaminação por solo (HENDERSON et al., 1972). Depois de atingida a condição de anaerobiose no silo, as espécies de levedura aeróbicas são sucedidas pelas leveduras fermentativas, compostas principalmente pelas espécies de *Candida*, *Hansenula*, *Saccharomyces* e *Torulopsis*. O nível de anaerobiose alcançado vai determinar quais as espécies deverão se estabelecer durante a ensilagem (JONSSON & PAHLOW, 1984). Se ocorrer penetração de ar durante a fermentação, leveduras fermentadoras de lactato dos gêneros *Candida* e *Hansenula* serão dominantes. Se condições de anaerobiose são alcançadas e mantidas, essas são reduzidas para 15% do total, e o restante composta principalmente por *Saccharomyces* sp. que também é fermentativa, mas não é capaz de fermentar lactato.

A maioria das leveduras cresce em temperaturas entre 0 e 37°C, mas poucas podem crescer acima de 45°C. Elas são menos sensíveis ao conteúdo de matéria seca que as bactérias, geralmente crescendo em níveis de alta atividade de água abaixo de 0,9. As leveduras são estimuladas em silagens sob elevado conteúdo de matéria seca na massa ensilada, assim como os fungos, mas exigem uma umidade superficial para se desenvolverem (McDONALD et al., 1991).

#### **2.3.4. Fungos**

Os fungos, juntamente com as leveduras, são responsáveis pela deterioração das silagens de gramíneas em exposição ao ar (McDONALD et al., 1991). Condições de silo associadas com silagens bem preservadas (baixo pH, anaerobiose) são desfavoráveis ao crescimento de fungos. Esses microrganismos estão associados a áreas expostas ao ar, como a superfície dos silos. Sua presença é indesejável devido utilizarem açúcares e ácido lático pelas vias normais de respiração, mas também por hidrolisar e metabolizar celulose e outros constituintes da parede celular, além de alguns fungos produzirem micotoxinas prejudiciais ao homem e aos animais. Um grande número de espécies de fungos têm sido isoladas de silagens deterioradas, incluindo membros dos gêneros *Monascus*, *Geotrichum*, *Byssochlamys*, *Mucor*, *Aspergillus*, *Penicillium* e *Fusarium*.

A temperatura ótima está entre 25 e 35°C, e o pH em torno de 5,0. Entretanto, mudanças no pH podem alterar as respostas dos fungos a outros fatores limitantes, como atividade de água.

#### **2.4. Fenação**

A principal alteração que a forragem experimenta durante a fenação é a redução do conteúdo de água, o que determina elevada dependência de condições climáticas favoráveis a desidratação (dias quentes, ensolarados, com baixa umidade do ar e ventos freqüentes, e não sujeitos a chuvas). A radiação solar é a fonte de energia para secagem a campo. O tempo para secagem até o ponto de feno depende de fatores climáticos (potencial de secagem do ar), da forrageira (facilidade de

secagem) e do manejo da forragem (utilização adequada de máquinas e equipamentos).

A quantidade de água nas plantas forrageiras varia sensivelmente conforme a espécie e estágio de desenvolvimento. Valores da ordem de 80% de umidade são encontrados nas plantas jovens, reduzindo-se a 70% com o amadurecimento da planta. Após o corte, a perda de umidade ocorre de forma rápida até o nível de 45 a 50%, quando a maior parte da água presente na planta já foi eliminada (cerca de 70 a 85%). A partir daí e até o ponto de feno (15 a 20% de umidade), a secagem torna-se cada vez mais lenta, até que a umidade do feno entre em equilíbrio com a umidade do ar. Esse ponto varia em função da temperatura e umidade do ar e com a higroscopicidade do feno. Para a conservação do feno, o teor de umidade na planta deve ser reduzido de 70 a 80% para menos de 20%. Isso implica perda de grande quantidade de água, cerca de duas a quatro toneladas de água para cada tonelada de feno produzido, no menor tempo possível (REIS et al., 2001, 2005).

A taxa de secagem é maior nas forrageiras com maior proporção de folhas e colmos finos. As folhas perdem água mais facilmente que o colmo, atingindo ponto de feno primeiro. A proporção de folhas varia sensivelmente entre espécies e diminui à medida que avança a idade da planta. Esta mudança é acompanhada por aumento da fração fibrosa e redução do conteúdo de proteína e na digestibilidade da forragem, indicando que a colheita da forrageira tardiamente resultará em maior dificuldade de secagem e em feno de menor qualidade (SOLLENBERGER et al., 2003).

O tempo requerido para a secagem da forragem no campo até atingir o conteúdo de umidade apropriado para armazenagem tem limitado a produção de fenos de boa qualidade, pois, freqüentemente, podem ocorrer chuvas antes que o feno esteja seco, aumentando assim as perdas e decrescendo a sua qualidade.

O enfardamento e recolhimento da forragem com conteúdo de umidade superior a 20% reduz o tempo de secagem após o corte no campo e pode diminuir consideravelmente as perdas durante o processamento, contudo, aumentam as perdas no armazenamento, pois a atividade fúngica é a principal causa de

deterioração de fenos armazenados nessas condições (GREGORY et al., 1963; LACEY, 1975; LACEY et al., 1981; e HLODVERSSON & KASPERSSON, 1986).

## **2.5. Perdas nos processos de conservação de forrageiras**

O processo de conservação de forragem implica em perdas, algumas resultantes da ação mecânica, outras a partir de processos biológicos. As perdas totais acumuladas desde o corte da forragem até o fornecimento aos animais, geralmente representam de 20 a 30% do total de matéria seca disponível de forragem (PITT, 1990). Durante a confecção de feno, a maior parte das perdas ocorre no campo como resultado de ação mecânica e/ou chuvas. Já no caso de silagem, as perdas ocorrem principalmente durante o processo de fermentação, armazenamento e fornecimento. À medida que aumenta o conteúdo de matéria seca da forragem ocorre incrementos nas perdas à campo e conseqüente redução nas perdas durante armazenamento e alimentação (perdas fermentativas).

No processo de fenação, vários tipos de perdas podem ocorrer no recolhimento da forragem, além daquelas consideradas inevitáveis, como respiração celular, fermentação, lixiviação, decomposição de compostos nitrogenados e oxidação de vitaminas.

O tempo instável constitui a principal causa de ineficiência na produção de feno. Uma vez efetuado o corte, a ocorrência de chuva aumenta conteúdo de umidade, a taxa de respiração da planta e as perdas dos componentes solúveis causadas por respiração e lixiviação, resultando em redução na digestibilidade da forragem. A perda por lixiviação é maior nas forrageiras em adiantado processo de secagem. A ocorrência de chuvas aumenta as despesas com mão-de-obra e gastos para processar a forragem e prejudica a rebrotação em razão da permanência no campo por vários dias.

O recolhimento da forragem com umidade, acima de 20%, reduz as perdas no campo, diminuindo os riscos de ocorrência de chuvas e as perdas de folhas, principalmente em leguminosas (REIS & RODRIGUES, 1992, 1998).

No entanto, as principais causas de perdas de MS no armazenamento dos fenos com alto conteúdo de água estão relacionadas com a continuação da respiração celular e ao desenvolvimento de bactérias, fungos e leveduras. Em função da respiração celular e do crescimento de microrganismos, tem-se a utilização de carboidratos solúveis, compostos nitrogenados, vitaminas e minerais. Desta forma, há diminuição no conteúdo celular e aumento percentual na porção referente aos constituintes da parede celular, o que resulta em diminuição do valor nutritivo.

Deve-se considerar ainda, que a intensa atividade de microrganismos promove aumento na temperatura do feno, podendo-se registrar valores acima de 65°C e até combustão espontânea. Condições de alta umidade e temperaturas acima de 55°C são favoráveis à ocorrência de reações não enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos, resultando em compostos denominados produtos de reação de Maillard, ou artefatos de lignina, que são dosados nesta fração da parede celular da forragem (MOSER, 1980, 1995, McBETH et al., 2001).

A formação de produtos de Maillard em fenos superaquecidos promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, uma vez que se pode observar aumento considerável nos teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), o qual não é disponível para os microrganismos do rúmen. Portanto, o aumento de NIDA acarreta decréscimo nos teores de proteína solúvel e elevação na quantidade de proteína bruta (PB) alterada pelo calor.

As plantas forrageiras em crescimento no campo estão inoculadas, naturalmente, com uma ampla variedade de fungos e de bactérias. Segundo REES (1982) a população de fungos de campo, geralmente não causa alterações acentuada na composição química dos fenos, exceto quando a umidade permanece elevada por períodos prolongados.

A população de fungos de campo é menos diversificada do que a registrada no armazenamento dos fenos (REIS & RODRIGUES, 1998, REIS et al., 2001, ROBERTS, 1995), sendo que os microrganismos presentes durante este período são xerotolerantes e mais termotolerantes do que os de campo. Neste grupo estão

incluídos os gêneros *Aspergillus*, *Absidia*, *Rhizopus*, *Paecilomyces*, *Penicillium*, *Emericella*, *Eurotium* e *Humicola* (KASPERSSON et al., 1984).

A ocorrência de fungos, nos fenos de grama paulista (*Cynodon dactylon* (L.) Pers), enfardados com diferentes conteúdos de água foi avaliada por REIS et al. (1997), que observaram os gêneros *Cladosporium*, *Curvularia*, *Aspergillus* e *Penicillium* com maior incidência. Todavia, segundo os autores, com o armazenamento durante 30 dias, observou-se diminuição na incidência de *Curvularia* (fungo de campo) e aumento de *Aspergillus* e *Penicillium*, fungos típicos de armazenamento.

A conservação de fenos enfardados com alta umidade, com baixos níveis de perdas no VN pode ser obtida com a utilização de aditivos que controlam o desenvolvimento de microrganismos (REIS & RODRIGUES, 1998, REIS et al., 2001; ROTZ, 1995, MUCK & SHINNERS, 2001).

## **2.6. Aditivos químicos**

Os aditivos químicos utilizados na conservação de capins tropicais têm sido desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos com o objetivo de minimizar os riscos do processo de conservação, bem como melhorar o valor nutritivo de forrageiras conservadas.

Destaca-se neste contexto, a utilização da uréia como aditivo químico para volumosos como uma alternativa viável devido facilidade de aplicação, aquisição no mercado e a sua baixa toxicidade. A uréia atua via alterações da parede celular ou do aumento do nitrogênio total, resultando em elevação da digestibilidade e do consumo dos animais (BROWN & ADJEI, 1995). Também tem efeito inibidor sobre a população de microrganismos que utilizam os nutrientes das forragens conservadas, bem como promovem aquecimento da massa comprometendo a qualidade nutricional deste volumoso (SUNDSTOL & COXWORTH, 1984, REIS et al., 2002).

Vários trabalhos têm verificado aumentos nos teores de PB e na digestibilidade após a amonização com uréia (BROWN & ADJEI, 1995; REIS et al., 1995; BALLETT et al., 1997). No entanto, são encontrados resultados de pesquisa em que se verificou

que a amonização de forragens não afetou os teores de FDN (NEIVA et al., 1998). Os efeitos da amonização de alimentos volumosos sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina, tem sido variáveis e sugerem a necessidade de novos estudos (PEREIRA et al., 1990).

A utilização de uréia como aditivo químico na ensilagem (WOOLFORD, 1984), visa obtenção de silagem de boa qualidade, uma vez que a amônia liberada pela hidrólise da uréia pode alterar o perfil de fermentação da silagem, com conseqüente redução de perdas de nutrientes, além do seu efeito benéfico sobre a composição bromatológica e sobre a digestibilidade da silagem, com conseqüente potencial para melhoria do valor nutritivo do produto final. Contudo, a eficiência da utilização da uréia na ensilagem depende de fatores como a dose aplicada e o período de armazenamento do alimento (GARCIA & PIRES, 1998).

BOLSEN et al. (2000) relataram que a adição de amônia aumenta o pH do material ensilado, para faixa de 8,0 – 9,0; e o efeito combinado da amônia com o alto pH reduz as populações de leveduras e mofo e, normalmente, aumenta a estabilidade aeróbia da silagem. A amônia também diminui o número de bactérias ácido lácticas, e isto retarda o início da fase de fermentação. Porém, a quantidade de produtos de fermentação (ex: ácido láctico e ácido acético) aumenta por causa do mais alto pH inicial da forragem ensilada.

Considerando o efeito da amonização sobre a qualidade de feno, GROTHEER et al. (1985) em estudos conduzidos com feno de capim bermuda (*Cynodon dactylon* L. Pers) enfardado com alta (34%) e com baixa umidade (25%) verificou-se que a amonização (3,0% da MS) reduziu a população de microrganismos e os teores de FDN e de hemicelulose, bem como aumentou os de PB e a digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS). REIS et al. (1997) observaram que a aplicação de 1,0% de  $\text{NH}_3$  ou de 1,8% de uréia não alterou a composição química da fração fibrosa dos feno armazenados com alta umidade (20-25%), mas promoveu aumento na DIVMS devido a incorporação de NNP.

REIS et al. (1997) observaram que a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* diminuiu durante o armazenamento do feno de grama paulista



(*Cynodon dactylon*), enfardado com alta umidade e tratado com 0,5 ou 1,0% de amônia anidra em relação a MS. Contudo, o uso de uréia (1,8% da MS) foi eficiente no controle de *Aspergillus*, não afetando a incidência de *Penicillium* durante o armazenamento. Da mesma forma, ROSA et al.(1998) observaram diminuição na incidência de *Aspergillus* no feno de braquiária decumbens, enfardado com alta umidade e tratado com amônia anidra (1,0% na MS) ou com uréia (0,9; 1,8% na MS).

O ácido propiônico tem sido efetivo em prevenir a deterioração aeróbica de forragens conservadas, por inibir o crescimento de fungos e conseqüentemente reduzir o aquecimento deste material (PITT,1990), mecanismos estes de fundamental importância para uma boa conservação de forragens. Essa característica pode ser atribuída à ação no citoplasma, pela redução do pH celular, impedindo o transporte de aminoácidos entre a membrana celular (FREESE et al., 1973).

Em estudo conduzido com silagem emurchecida de Tifton 85, CASTRO (2002) observou que a aplicação de ácido propiônico nas silagens com elevado teor de MS (65 % MS) não apresentou controle mais eficiente na deterioração aeróbia comparado a utilização de inculantes bacterianos-enzimático. De acordo com LINDGREN (1999) não há aditivos eficientes para o controle da instabilidade aeróbia de silagens, contudo a utilização de ácido propiônico ou do benzóico pode melhorar a estabilidade.

O ácido propiônico e outros ácidos orgânicos quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de actinomicetos como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores da febre do feno (COLLINS, 1995). Segundo esse autor produtos químicos a base de ácido propiônico foram eficientes em prevenir o aquecimento e preservar a qualidade dos fenos de alfafa e de capim coast cross armazenados com alta umidade.

BARON & GREER (1988) testaram seis produtos químicos para conservar o VN do feno de alfafa armazenado com teor de água variando de 15 a 35%, e observaram que o uso de ácido propiônico (67%) mais amônia anidra (23%) foi eficiente em prevenir o aquecimento e reduzir as perdas na qualidade da forragem enfardada com alta umidade (35%). Segundo esses autores os produtos que diminuiram o pH dos

fenos apresentaram maior efeito fungistático. Na mesma linha de pesquisa, BARON & MATHISON (1990) observaram que o ácido propiônico parcialmente neutralizado com amônia, aplicado nas doses de 1,25 a 1,50% da MS dos fenos de alfafa com umidade superior a 25%, não afetou as perdas de MS, apesar de ter controlado a temperatura e a população de microrganismos.

## **CAPÍTULO 2 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS, FERMENTATIVAS E MICROBIOLÓGICAS DE SILAGENS DE TIFTON 85 ADITIVADAS.**

**RESUMO** – Os aditivos para ensilagem de capins tropicais têm sido desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos para reduzir os riscos do processo de ensilagem e melhorar o valor nutritivo das mesmas. Contudo, muitas ainda são as variabilidades nos resultados obtidos em pesquisas sobre o efeito de aditivos químicos na preservação da qualidade de forragens conservadas. Dessa forma, com o objetivo de avaliar as características nutricionais de silagens emurchecidas de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) foram confeccionadas três tratamentos: silagem não aditivada; silagem aditivada com ácido propiônico e silagem aditivada com uréia. As silagens foram avaliadas em três tempos pós-abertura dos silos (momento de abertura, quinto e nono dia de exposição aeróbia) em cortes de três estações distintas (inverno, primavera e verão). O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, sendo avaliadas nas parcelas, os tratamentos, e nas sub-parcelas os dias de exposição ao ar, com quatro repetições. A silagem aditivada com uréia apresentou maiores teores de proteína bruta em relação às demais silagens, no momento de abertura dos silos e no quinto dia de exposição aeróbia. Com os dias de aeração ocorreram reduções nos teores de proteína bruta da silagem aditivada com uréia. Não houve redução de proteína bruta na silagem aditivada com ácido propiônico com os dias de aeração. Menores valores de fibra em detergente ácido foram observados nas silagens aditivadas em relação a não aditivada. Os componentes da fração fibrosa foram influenciados com os dias de aeração, observando-se reduções nos cortes de inverno e primavera, e aumentos no corte de verão. Os aditivos, uréia e ácido propiônico, melhoraram a composição nutricional de silagens emurchecidas de Tifton 85 por meio de redução dos constituintes de parede celular e aumento dos teores de proteína bruta.

**Palavras-chave:** ácido propiônico, conservação de forragem, *Cynodon* spp., fungos, leveduras, uréia

## 1. Introdução

Durante a confecção de feno, a maior parte das perdas ocorre no campo como resultado de ação mecânica e/ou chuvas. A ensilagem da massa forrageira em processo de secagem no campo para produção de fenos pode ser uma alternativa na tentativa de minimizar perdas de material pelas chuvas, bem como a prática da conservação por meio da ensilagem também pode ser uma alternativa viável a demanda de forragem de alta qualidade pelos animais durante o período de seca atendendo, conseqüentemente o requerimento dos mesmos durante todo ano (REIS et al., 2004, SIQUEIRA et al., 2007).

No entanto para o sucesso da ensilagem, faz-se necessário garantir a fermentação láctica e inibir o crescimento de microorganismos indesejáveis como fungos, leveduras e enterobactérias. A deterioração aeróbia das silagens, ocasionada por fungos e leveduras presentes na forragem antes da ensilagem, é indesejável, em razão da grande perda de nutrientes, associada ao baixo consumo voluntário do material e até mesmo à rejeição completa da silagem pelos animais (McDONALD et al., 1991, REIS & da SILVA, 2006, REIS et al., 2008).

As gramíneas tropicais apresentam altos teores de umidade nos estádios de crescimento em que apresentam bom valor nutritivo para ensilagem podendo prejudicar o processo de conservação por meio de fermentações secundárias, refletindo conseqüentemente em perdas de matéria seca (SOLLENBERGER et al., 2004, PEREIRA & REIS, 2001). Contudo, esta situação pode ser modificada e parcialmente controlada com aumento na porcentagem de matéria seca do material ensilado por meio da técnica do emurchecimento, ou pela aplicação de aditivos que contribuam para acelerar e estabilizar a fermentação.

A ensilagem de forrageiras com alto conteúdo de matéria seca pode reduzir as perdas inerentes ao processo fermentativo, porém pode propiciar a produção de silagens com alta instabilidade aeróbia, uma vez que geralmente, obtêm-se forragens com altos valores de pH e baixos conteúdos de ácidos orgânicos (WOOLFORD, 1984, 1990; McDONALD, 1991), bem como silagens que apresentam maior susceptibilidade

à deterioração aeróbia devido a fermentação ter sido restringida pelo emurchecimento excessivo da forragem antes da ensilagem (SOLLENBERGER et al., 2004, SIQUEIRA et al., 2005).

Os aditivos para ensilagem de capins tropicais têm sido desenvolvidos e utilizados ao longo dos anos para reduzir os riscos do processo de ensilagem e melhorar o valor nutritivo das mesmas. O uso de aditivos químicos com ação microstática adicionados durante a ensilagem de forragens pode ser considerado uma alternativa para eficiência do padrão fermentativo, melhorando a preservação e minimizando as perdas (PITT, 1990, REIS & RODRIGUES, 1998). Destaca-se, a utilização da uréia como aditivo químico para volumosos como alternativa viável devido à fácil aplicação, fácil aquisição no mercado e a sua baixa toxicidade. A uréia atua via alterações da parede celular ou do aumento do nitrogênio total, resultando em elevação da digestibilidade e do consumo dos animais (BROWN & ADJEI, 1995). Também tem efeito inibidor sobre a população de microorganismos que utilizam os nutrientes das silagens, promovem aquecimento da massa, comprometendo conseqüentemente a qualidade nutricional deste volumoso (SUNDSTOL & COXWORTH, 1984, REIS et al., 2002).

A uréia quando em contato com a forragem ensilada, é hidrolizada em amônia, que tem efeito inibidor sobre a população de leveduras e fungos filamentosos (ALLI et al., 1983, REIS et al., 2002). O crescimento de microrganismos também pode ser evitado por ácidos orgânicos fracos, como o ácido propiônico (McDONALD et al., 1991, REIS et al., 1998).

Da mesma forma, a utilização de ácidos orgânicos, os quais limitam o crescimento de microrganismos através do abaixamento do pH também pode ser indicada, destacando-se a aplicação dos ácidos orgânicos fracos, como o ácido propiônico tamponado (McDONALD et al., 1991; PITT, 1990; LINDGREN, 1999).

O emurchecimento e o uso de aditivos que controlam as fermentações indesejáveis em silagens de forrageiras são técnicas que diminuem as perdas na fase de fermentação, todavia, há carência de estudos referentes as alterações no valor

nutritivo das silagens de capins tropicais durante a fase de exposição ao ar (SIQUEIRA et al., 2005). Assim, realizou-se este trabalho com objetivo de avaliar as características nutricionais, fermentativas e microbiológicas de silagens emurchecidas de Tifton 85 submetidas a aditivos químicos.

## **2. Material e métodos**

O experimento foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP. A FCAV/UNESP está situada no município paulista de Jaboticabal, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste e a uma altitude de 583 metros.

O clima na região é classificado pelo sistema internacional de Koppen como do tipo AWA – subtropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial média é de aproximadamente 1.400 mm, com 85 % das chuvas concentradas nos meses de outubro a março.

O capim Tifton 85 foi colhido em uma gleba destinada à produção de feno, reformada e irrigada, localizada em um solo caracterizado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico textura muito argilosa a moderado caulítico-oxítico mesoférico de relevo suave ondulado (ANDRIOLI & CENTURION, 1999), pertencente a FCAV/UNESP-Jaboticabal.

Antecedendo os ensaios experimentais, um corte de rebaixamento no capim-tifton 85 da área experimental foi realizado no dia 14 de junho de 2007 permitindo a coleta de amostras para análise química dos componentes do solo. O resultado da análise química dos componentes do solo está apresentado na Tabela 1.

No dia 01 de agosto de 2007, com base no resultado da análise química do solo e segundo recomendações, a área foi previamente fertilizada com 120 Kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, 50 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples e 60 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

Foram realizados e avaliados cortes em três diferentes estações de anos consecutivas: inverno, primavera e verão, sendo o corte de inverno realizado no mês

de agosto de 2007, primavera no mês de novembro de 2007 e verão no mês de março de 2008.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental.

Curva de nível	Camadas (cm)	pH em CaCl <sub>2</sub> g.dm <sup>-3*</sup>	MO g.dm <sup>-3*</sup>	P resina mg.dm <sup>-3*</sup>	K	Ca	Mg	H + Al	SB	T	V(%)
		mmol.c.dm <sup>-3*</sup>									
01	0 – 10	6,2	24	34	3,9	48	30	20	81,9	101,9	80
01	10 – 20	6,3	23	24	3,7	44	28	16	75,7	91,7	83
02	0 – 10	6,3	28	18	3,4	44	20	15	67,4	82,4	82
02	10 – 20	6,4	26	20	3,1	43	19	16	65,1	81,1	80
03	0 – 10	6,2	26	14	3,7	38	17	16	58,7	74,7	79
03	10 – 20	6,1	24	13	3,5	42	21	18	66,5	84,5	79
04	0 – 10	5,8	26	14	3,8	37	15	20	55,8	75,8	74
04	10 – 20	5,4	24	11	3,4	31	16	28	50,4	78,4	64

\* MO: matéria orgânica ; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; H + Al: acidez potencial ; SB: soma das bases; T: CTC pH 7, V(%): saturação por bases.

As condições climáticas predominantes em cada corte, bem como idade fisiológica do capim-tifton 85 estão apresentadas na Tabela 2.

No dia 30 de agosto de 2007, realizou-se o processo de ensilagem do corte de inverno, com o corte da planta forrageira iniciando-se às 8h e confecção das silagens a partir das 14h do mesmo dia. Entre os dias 12 e 14 de outubro foi realizada um corte de uniformização e adubação de cobertura da área forrageira.

Tabela 2. Caracterização dos cortes em suas respectivas estações.

	Corte		
	Inverno	Primavera	Verão
Data do corte	30/08/2007	27/11/2007	28/04/2008
Temperatura média	21,0 <sup>o</sup> C	23,7 <sup>o</sup> C	23,2 <sup>o</sup> C
Umidade relativa do ar	58,1%	72,0%	79,1%
Idade da planta	45 dias	47 dias	59 dias

No corte de primavera, a forragem foi cortada às 8h, sendo as silagens confeccionadas a partir das 14h do dia 27 de novembro de 2007. Um corte de uniformização, aplicação de herbicida e adubação de cobertura foram realizados no dia 28 de fevereiro de 2008. No corte de verão, foram confeccionadas as silagens a partir das 14h no dia 28 de abril de 2008.

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 onde foi picado, em partículas de 3 a 7 cm, por meio de picadora estacionária. O teor de matéria seca da forragem exposta no campo foi monitorado por meio de mensurações do teor de umidade, utilizando-se a técnica do forno de microondas (PASTORINI et al., 2002) e a composição nutricional do Tifton 85 no momento do corte em cada estação avaliada encontra-se apresentadas na tabela 3.

Tabela 3. Composição nutricional do capim-tifton 85 no momento do corte em diferentes estações do ano.

Componentes	Composição (%)		
	Inverno	Primavera	Verão
Matéria seca	29,01	25,19	29,38
Matéria mineral <sup>1</sup>	9,17	9,03	8,17
Matéria orgânica <sup>1</sup>	90,83	90,97	91,83
Proteína bruta <sup>1</sup>	12,12	13,12	13,80
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	78,38	76,85	75,99
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	37,00	35,49	34,32
Lignina <sup>1</sup>	5,79	5,98	3,60

<sup>1</sup>Dados em porcentagem na matéria seca.

## 2.1. Silos experimentais e confecção das silagens

Foram confeccionadas três silagens emurchecidas, contendo aproximadamente 55 % de MS, e submetidas aos seguintes tratamentos:

Silagem emurchecida sem aplicação de aditivo – SE;



Silagem emurchecida com aplicação de ácido propiônico – SEAP;

Silagem emurchecida com aplicação de uréia – SEU.

A aplicação de uréia na dose de 1 % da matéria natural da forragem ensilada foi realizada com vistas a obter a produção de amônia, a qual apresenta efeito inibitório sobre leveduras e fungos (BRITT & HUBER, 1975; WOOLFORD, 1984). Utilizou-se uréia na forma granulada contendo 45% de N, diluída em água na proporção de uma parte de uréia para três partes de água. A solução de uréia foi aplicada sobre a superfície da forragem, por meio de pulverizador manual, de forma homogênea, buscando garantir que todo material tivesse contato com a solução.

O ácido propiônico foi aplicado também na dose de 1% da matéria natural, utilizando-se o produto comercial da Alltech, diluído em água na mesma proporção de uma parte do produto para três partes de água.

Os silos experimentais foram compostos por 12 baldes de plástico com capacidade para 20 L e, suas respectivas tampas, adaptadas com válvulas do tipo Bunsen, de tal forma, que os gases gerados durante os processos fermentativos não ficassem retidos no interior dos mesmos. Os silos experimentais, quatro 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 massa específica aproximada de  $550 \text{ kg.m}^{-3}$  calculada pela razão entre a massa de forragem necessária para obter a densidade desejada e o volume de cada silo experimental, descontando-se o espaço ocupado pela areia.

Para quantificação das perdas ocorridas durante o processo fermentativo decorrentes da produção de gases e de efluentes, adotou-se os procedimentos preconizados por JOBIN et al (2007), colocando-se no fundo dos baldes dois quilos de areia e duas telas finas de plástico (tipo sombrite) que funcionaram como dreno do efluente produzido durante a fermentação. Após enchimento com os respectivos tratamentos, os silos foram fechados com suas tampas plásticas, lacrados ainda com fita adesiva garantindo a vedação necessária para uma boa fermentação.

O conjunto silo e areia e o silo no momento do fechamento foram pesados e armazenados em armazenados em local protegido e temperatura ambiente por 60 dias.

## **2.2. Abertura dos silos experimentais e amostragem**

Decorridos 60 dias de fermentação os silos foram novamente pesados, para determinação das perdas por gás e abertos. Após a abertura dos silos experimentais, descartou-se o material deteriorado, o restante foi homogeneizado, amostrado e colocado em baldes plásticos (7 L), identificados de acordo com os tratamentos avaliados e repetições, acondicionados em câmara climática a temperatura média de 24<sup>o</sup> C para avaliação da estabilidade aeróbia por nove dias.

No momento de abertura dos silos (dia zero), aos cinco e nove dias de exposição da silagem ao ar foram retiradas três amostras, com aproximadamente 25 gramas, de cada unidade experimental para avaliação das características químicas, fermentativas e microbiológicas.

## **2.3. Análises químicas, fermentativas e microbiológicas**

As análises químicas, fermentativas e microbiológicas das silagens foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e Nutrição Animal da FCAV/UNESP.

As primeiras amostras coletadas foram colocadas em sacos de papel, identificadas de acordo com seus respectivos tratamentos, pesadas e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 55<sup>o</sup> C por 72 horas. Decorrido período de secagem, essas foram pesadas novamente, moídas em moinho de faca até o tamanho das partículas atingirem menos de 1 mm e armazenadas em potes plásticos identificados conforme respectivos tratamentos, em câmara seca, até posterior análise.

As características nutricionais, teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e nitrogênio total (NT) foram determinadas conforme método descrito em SILVA & QUEIROZ (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 6,25. As concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN),

fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e a lignina (solubilização da celulose em ácido sulfúrico 72 %) foram obtidas pelo método seqüencial de ROBERTSON & VAN SOEST (1981).

A segunda fração de amostras coletadas após exposição aeróbia dos fenos foi alocada em sacos plásticos identificados, com seus respectivos tratamentos, armazenadas em freezer para que posteriormente fossem confeccionados extratos aquosos seguindo o protocolo proposto por KUNG JR. et al. (1984). De acordo com esse protocolo, adiciona-se uma amostra de aproximadamente 25 g do material a um volume de 225 mL de água deionizada. A mistura é processada durante um minuto em liquidificador industrial obtendo-se o referido extrato. A determinação do pH nesse extrato foi realizada por meio de um peagâmetro digital. A concentração de N amoniacal em relação ao nitrogênio total ( $\text{NH}_3/\text{NT}$ ) foi determinada mediante a destilação com hidróxido de potássio 2N conforme técnica descrita por FENNER (1965) adaptada por VIEIRA (1980) e os teores dos ácidos orgânicos voláteis por meio de cromatografia gasosa (WILSON, 1971).

A terceira fração de amostras frescas foi coletada, de cada unidade experimental, e levada imediatamente para o laboratório de Forragicultura as quais foram utilizadas para avaliação microbiológica dos tratamentos. Coletavam-se de cada unidade experimental 25 g de silagem fresca que foram misturadas posteriormente a 225 mL de solução peptonada 0,1% (0,1 g de peptona por litro de água destilada). Após agitação manual foi retirado 1 mL do extrato para as posteriores diluições ( $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ ) em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina estéril (8,5 g de  $\text{NaCl} \cdot \text{L}^{-1}$  de água destilada). Dos extratos diluídos ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ) foram realizadas semeaduras com 0,1 mL em placas de Petri descartáveis contendo o meio ágar batata acidificado (Difco) em duplicata (PARKER, 1979). As placas foram incubadas em aerobiose a 28° C por 48 e 96 horas, conforme HIGGINBOTHAM et al. (1998), quando então foi procedida a contagem das colônias de leveduras e fungos, respectivamente. A diferenciação entre leveduras e fungos foi realizada por meio da estrutura física das colônias, já que leveduras apresentam colônias formadas por organismos unicelulares, enquanto que fungos são multicelulares filamentosos. Os números de microrganismos

foram contados como unidade formadora de colônias (UFC) e transformados em logaritmo na base 10.

#### 2.4. Recuperação da matéria seca

Decorridos os nove dias de exposição aeróbia os baldes com as amostras foram novamente pesados para determinação da recuperação da matéria seca.

Para a determinação da recuperação da matéria seca foi utilizada a equação descrita por JOBIM et al. (2007):

$$\text{RMS (\%)} = \frac{\text{MSF}}{\text{MSI}} \times 100$$

Onde:

RMS: recuperação da matéria seca;

MSF: matéria seca no momento da abertura (quantidade de forragem (kg) x % matéria seca);

MSI: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) x % matéria seca).

#### 2.5. Análise estatística

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdividas, sendo avaliadas nas parcelas as silagens emurhecidas não aditivada, aditivada com uréia e aditivada com ácido propiônico e nas sub-parcelas os dias de exposição ao ar (zero, cinco e nove dias), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \varepsilon_{(a)} + T_j + ST_{ij} + \varepsilon_{(b)}$$

Onde:  $\mu$  = média geral;  $S_i$  = efeito de silagem ( $i = 1$  a  $3$ );  $T_j$  = efeito de tempo ( $j = 1$  a  $3$ );  $ST_{ij}$  = interação silagem e tempo;  $\varepsilon$  = erro residual.

Os dados foram analisados por intermédio do programa SAS, empregando-se o teste Tukey para comparação das médias, utilizado nível de significância de 5%.

### **3. Resultados e discussões**

Os teores de matéria seca, no corte de inverno, das silagens emurchecidas de Tifton 85 não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pelos aditivos, apresentando valores semelhantes entre os tratamentos em todos os tempos de abertura dos silos. No entanto, aumentos nos teores de matéria seca das silagens foram observados com os dias de avaliação mostrando o efeito significativo do fator tempo sobre esta variável, conforme apresentado na Tabela 4. Este aumento no teor de matéria seca das silagens com o passar dos dias de abertura é consequência da perda de água das silagens para o ambiente com os dias de exposição aeróbia.

Para as variáveis contagem de fungos, nitrogênio amoniacal e pH foram observados efeito significativo da interação entre tratamentos e tempos de abertura dos silos no corte de inverno. Observou-se efeito dos fatores tratamento e tempo para a característica contagem de levedura, não sendo observado entretanto efeito da interação entre estes fatores. Registrou-se incremento no número de leveduras nas três silagens emurchecidas a partir do quinto dia de exposição aeróbia, sendo observada menor contagem de leveduras na silagem aditivada com ácido propiônico em relação às silagens tratada com uréia e a não aditivada, as quais não diferiram entre si.

Em relação a contagem de fungos filamentosos observou-se nas silagens de Tifton 85 colhidas no inverno incrementos na população deste microorganismo a partir da abertura dos silos (Tabela 4). No entanto, observou-se para todos os dias pós abertura avaliados, menor contagem de fungos filamentosos na silagem tratada com uréia em relação às silagens não aditivada e aditivada com ácido propiônico, demonstrando o efeito microstático da uréia o qual inibiu o crescimento dos fungos filamentosos. Os dados referentes tanto a contagem de leveduras quanto a contagem de fungos evidenciam a eficiência dos produtos químicos no controle da população de

leveduras, conforme relatos de revisões de REIS e RODRIGUES (1998) e SIQUEIRA et al. (2005).

Tabela 4. Características microbiológicas e fermentativas de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de inverno.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Matéria seca (%)				
0	54,72 <sup>Ca</sup>	55,47 <sup>Ba</sup>	53,79 <sup>Ca</sup>	54,66
5	58,06 <sup>Ba</sup>	57,13 <sup>Aa</sup>	56,74 <sup>Ba</sup>	57,31
9	64,37 <sup>Aa</sup>	58,67 <sup>Ab</sup>	63,67 <sup>Aa</sup>	62,24
Médias	59,05	57,09	58,07	
CV(%)				6,69
Leveduras (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)				
0	0,00	0,00	0,00	0,00 <sup>B</sup>
5	4,13	6,20	6,51	5,61 <sup>A</sup>
9	7,93	3,32	5,98	5,75 <sup>A</sup>
Médias	4,02 <sup>a</sup>	3,17 <sup>b</sup>	4,17 <sup>a</sup>	
CV (%)				2,86
Fungos (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)				
0	0,00 <sup>Ba</sup>	1,17 <sup>Ba</sup>	0,50 <sup>Ba</sup>	0,56
5	4,69 <sup>Aa</sup>	5,42 <sup>Aa</sup>	1,00 <sup>Bb</sup>	3,70
9	4,21 <sup>Ab</sup>	6,78 <sup>Aa</sup>	2,94 <sup>Ac</sup>	4,64
Médias	2,97	4,46	1,48	
CV (%)				5,49
pH				
0	5,20 <sup>Bb</sup>	4,95 <sup>Cb</sup>	6,33 <sup>Ca</sup>	5,49
5	7,68 <sup>Aa</sup>	6,23 <sup>Bb</sup>	7,55 <sup>Ba</sup>	7,15
9	7,70 <sup>Ab</sup>	7,35 <sup>Ab</sup>	8,45 <sup>Aa</sup>	7,83
Médias	6,86	6,18	7,44	
CV(%)				7,27
Nitrogênio amoniacal (%NNH <sub>3</sub> /NT)				
0	1,30 <sup>Cb</sup>	1,23 <sup>Bb</sup>	2,80 <sup>Ba</sup>	1,78
5	3,23 <sup>Aa</sup>	1,56 <sup>ABb</sup>	3,87 <sup>Aa</sup>	2,89
9	2,14 <sup>Bb</sup>	2,18 <sup>Ab</sup>	2,90 <sup>Ba</sup>	2,41
Médias	2,22	1,66	3,18	
CV(%)				11,93

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

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

O pH de um alimento é um dos principais fatores que permite avaliar o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos presentes, além de ser empregado como parâmetro na qualificação do processo de ensilagem (WOLFORD, 1984, JOBIN et al., 2007).

De modo geral os valores de pH observados nas silagens emurchecidas de Tifton 85 colhidas no inverno foram elevados. No momento da abertura dos silos, foram observados na silagem tratada com uréia maiores valores de pH em relação as silagens sem aditivo e a aditivada com ácido propiônico (Tabela 4). Tal fato deve-se a produção de hidróxido de amônio, decorrente da reação da amônia anidra com a água contida nas silagens, resultando em valores mais elevados de pH (REIS et al., 1998, REIS et al., 2001).

A medida do valor de pH em silagens foi considerada, no passado, como um importante indicador da qualidade de fermentação, sendo inclusive possível classificar as silagens em termos de qualidade (WOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991). No entanto, atualmente essa variável deve ser usada com critério para fazer inferências à qualidade de fermentação, uma vez que silagens com baixo teor de umidade constantemente apresentam valores de pH elevados, acima de 4,2, valor anteriormente utilizado para classificar uma silagem como de qualidade pobre (JOBIM et al., 1997).

Os elevados valores de pH verificados nas silagens emurchecidas de Tifton 85 são decorrentes da baixa atividade de bactérias lácticas, as quais são sensíveis ao baixo conteúdo de umidade da massa ensilada (WOLFORD, 1984, McDONALD et al., 1991), resultando em valores altos de pH. Além disto, os altos teores de matéria seca, dificultam a compactação, o que permite a entrada de ar na massa ensilada de forma mais acentuada, principalmente no período de exposição ao ar, acentuando a elevação do pH (Tabela 4). Desta forma, considerado isoladamente, o valor do pH pode se tornar um índice para avaliação de qualidade de silagens incompleto, pois usualmente acompanha as mudanças que podem ocorrer no conteúdo de N-NH<sub>3</sub> e ácidos orgânicos (SILVEIRA, 1988, JOBIN et al., 2007).

O teor de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), em comparação ao de nitrogênio total, é um dos parâmetros que designa a qualidade dos processos fermentativos, pois está relacionada com a deterioração da fração protéica pelos microrganismos quer seja em condição aeróbia ou anaeróbia (JOBIN et al., 2007, BERNARDES et al., 2009).

No presente trabalho, foram observados na silagem tratada com uréia maiores teores de nitrogênio amoniacal em relação as silagens não aditivada e aditivada com ácido por quase todo período de exposição aeróbia. Tal fato é decorrente da produção de amônia a partir da uréia aplicada na forragem, a qual reage com a água e forma hidróxido de amônio (SUDSTOL & COXWORTH, 1984, REIS et al., 2002). Com a exposição aeróbia os teores de nitrogênio amoniacal da silagem tratada com uréia e a não aditivada diminuíram, em decorrência da volatilização (Tabela 4).

A elevação dos valores de nitrogênio amoniacal observada na silagem aditivada com uréia, em relação às silagens produzidas sem uréia, está de acordo com o que tem sido observado por vários autores (SINGH & PANDITA, 1983; HINDS et al., 1985; NEIVA et al., 1998), o que pode ser explicado principalmente pela adição de fonte de amônia. Nesse aspecto, não significa que valores elevados de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total em silagens produzidas com a adição de fonte de amônia sejam indicativos para classificar as silagens como insatisfatórias, conforme a classificação proposta por WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991).

No quinto dia de exposição aeróbia observa-se elevação na concentração de nitrogênio amoniacal nas silagens não aditivada e aditivada com uréia, com posterior decréscimo no nono dia de avaliação. Maiores teores de nitrogênio amoniacal indicam maior intensidade de proteólise, principalmente pela degradação de aminoácidos (McGECHAN, 1989; McDONALD et al., 1991 e MUCK & SHINNERS, 2001). Tal fato pode ser constatado ao se analisar os resultados de concentração de nitrogênio amoniacal obtidos nas silagens não tratada e aditivada com ácido propiônico juntamente com os resultados da contagem das colônias de fungos filamentosos nestes tratamentos, observando-se que os mesmos apresentaram contagem superior destes microorganismos.



Tabela 5. Composição nutricional de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de inverno.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Fibra em detergente ácido (% MS)				
0	37,14	34,80	35,83	35,92 <sup>A</sup>
5	35,40	32,93	33,91	34,08 <sup>B</sup>
9	39,71	33,87	35,79	36,46 <sup>A</sup>
Médias	37,42 <sup>a</sup>	33,87 <sup>b</sup>	35,18 <sup>b</sup>	
CV(%)				7,10
Fibra em detergente neutro (% MS)				
0	76,61	77,34	76,68	76,87 <sup>A</sup>
5	75,83	73,67	75,62	75,04 <sup>B</sup>
9	76,48	77,81	76,33	76,87 <sup>A</sup>
Médias	76,30	76,27	76,21	
CV(%)				2,69
Lignina (% MS)				
0	6,46	5,66	6,11	6,08 <sup>A</sup>
5	4,99	5,13	5,00	5,04 <sup>B</sup>
9	7,46	5,43	5,85	6,25 <sup>A</sup>
Médias	6,03	5,40	5,65	
CV(%)				20,04
Proteína bruta (% MS)				
0	11,32	10,75	13,21	11,76 <sup>A</sup>
5	10,15	11,19	12,46	11,27 <sup>A</sup>
9	9,85	9,77	11,27	10,30 <sup>B</sup>
Médias	10,44 <sup>b</sup>	10,57 <sup>b</sup>	12,31 <sup>a</sup>	
CV(%)				11,90
Matéria orgânica (% MS)				
0	89,62	89,94	90,02	89,86
5	89,36	90,15	90,39	89,96
9	89,23	89,99	89,98	89,73
Médias	89,40 <sup>b</sup>	90,03 <sup>a</sup>	90,13 <sup>a</sup>	
CV(%)				0,61
Matéria mineral (% MS)				
0	10,38	10,06	9,99	10,14
5	10,64	9,86	9,62	10,04
9	10,77	10,01	10,02	10,27
Médias	10,60 <sup>a</sup>	9,98 <sup>b</sup>	9,87 <sup>b</sup>	
CV(%)				5,44

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

<sup>\*</sup>Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Em relação a fração fibrosa das silagens de Tifton 85 verificou-se efeito de tempo para as características fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina. Em resposta aos dias de aeração, observou-se diminuição nos teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido e lignina até o quinto dia de exposição ao ar, com posterior aumento no nono dia. O aumento da fração fibrosa em resposta a exposição aeróbia é decorrente da diminuição dos teores do conteúdo celular, como a proteína bruta, conforme verificado no inverno (Tabela 5), acarretando aumento proporcional na fração fibrosa (REIS et al., 2002, SIQUEIRA et al., 2005). Os dados observados no presente estudo são semelhantes aos de CASTRO et al. (2006a, 2006b) que avaliaram as silagens pré-secadas de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade e submetidas ao tratamento com aditivos. A característica fibra em detergente ácido foi influenciada pelos tratamentos apresentando as silagens aditivadas menores valores de fibra em detergente ácida em relação a silagem não aditivada.

Em relação aos teores de proteína bruta verificaram-se efeito de tratamento e tempo. A adição de uréia aumentou o teor de proteína bruta na silagem aditivada com uréia em relação as demais silagens verificando-se a partir do quinto dia de avaliação, em resposta aos dias de exposição aeróbica, redução nos teores de proteína bruta nas três silagens de Tifton 85 (Tabela 5). Maior teor de proteína bruta foi observado na silagem aditivada com uréia em relação as outras duas silagens. Observou-se ainda que o teor de proteína bruta diminuiu com os dias de exposição aeróbia.

Observou-se efeito do fator tratamento para as características matéria mineral e matéria orgânica das silagens de Tifton 85 confeccionadas no inverno. As silagens aditivadas apresentaram maiores teores de matéria orgânica e menores teores de matéria mineral em relação a silagem não aditivada.

As concentrações de ácidos orgânicos e a capacidade de recuperação de matéria seca das silagens emurchecidas de Tifton 85 estão apresentadas na Tabela 6.

Tabela 6. Ácidos orgânicos e recuperação de matéria seca de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de inverno.

Tempo (dias)	Tratamento			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Ácido acético (% MS)				
0	1,51	1,43	1,54	1,50
5	1,47	1,40	1,67	1,51
9	1,25	1,41	1,47	1,38
Médias	1,41 <sup>b</sup>	1,42 <sup>b</sup>	1,56 <sup>a</sup>	
CV(%)				15,02
Ácido butírico (% MS)				
0	0,28 <sup>Aa</sup>	0,20 <sup>Aa</sup>	0,21 <sup>Aa</sup>	0,23
5	0,00 <sup>Bb</sup>	0,02 <sup>Bb</sup>	0,14 <sup>Aa</sup>	0,05
9	0,00 <sup>Ba</sup>	0,01 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Ba</sup>	0,00
Médias	0,09	0,08	0,12	
CV (%)				16,86
Ácido propiônico (% MS)				
0	0,39 <sup>Ab</sup>	2,38 <sup>Aa</sup>	0,17 <sup>Ab</sup>	0,98
5	0,17 <sup>Ab</sup>	1,14 <sup>Ba</sup>	0,17 <sup>Ab</sup>	0,49
9	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Ca</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0,00
Médias	0,19	1,17	0,11	
CV (%)				17,90
Recuperação de matéria seca (%)				
0	87,01	89,91	87,93	88,28 <sup>A</sup>
5	77,38	74,81	76,50	76,23 <sup>B</sup>
9	68,07	67,37	67,40	67,60 <sup>C</sup>
Médias	77,49	77,36	77,27	
CV (%)				12,30

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Observou-se efeito de tratamento para a concentração de ácido acético, tendo a silagem aditivada com uréia maior concentração de ácido acético que as silagens não aditivada e aditivada com ácido propiônico, não sendo observada diferença entre as duas. Teores de ácido acético superiores a 0,8% (% MS) indicam alterações indesejáveis durante o processo de ensilagem (MAHANNA, 1997). De acordo com McDONALD et al., 1991, a elevada produção de ácido acético é indício da atuação de

enterobactérias durante os estádios iniciais da fermentação da silagem, competindo por nutrientes com as bactérias lácticas.

Dessa forma, observa-se nas avaliações do corte de inverno que as concentrações de ácido acético das silagens de Tifton 85 estão acima dos níveis críticos, verificando-se ainda valor superior para a silagem aditivada com uréia em relação às demais silagens.

Em relação a concentração de ácido butírico foi detectada produção considerável nas silagens de Tifton 85 no momento de abertura dos silos do corte de inverno, não sendo observado, entretanto diferenças entre os tratamentos (Tabela 6). De acordo com McDONALD et al. (1991), uma silagem é considerada de qualidade satisfatória se apresentar teores de ácido butírico menores que 0,2% na matéria seca. De acordo com a literatura, silagens com alto teor de matéria seca têm como característica baixos conteúdos de ácidos orgânicos e altos valores de pH (MUCK & SHINNERS, 2001; PEREIRA & REIS, 2001). Apesar das silagens produzidas no presente trabalho apresentarem valores de nitrogênio amoniacal, ácidos butírico e propiônico dentro dos considerados satisfatórios, não podem ser consideradas de boa qualidade, sobretudo se forem avaliados os valores de ácido acético e população de microorganismos que caracterizam os processos fermentativos.

As concentrações de ácido propiônico estão na faixa de 0 a 1% e não diferem entre as silagens, com exceção da silagem aditivada com ácido propiônico que apresentou maiores valores, podendo ser classificadas como de boa qualidade, como citado por MAHANNA (1993). O propionato é um dos ácidos de cadeia curta de maior efeito antimicrobiano, pois reduz o crescimento de leveduras em pequenas concentrações. Essa característica pode ser atribuída à ação no citoplasma, pela redução do pH celular, impedindo o transporte de aminoácidos entre a membrana celular (FREESE et al., 1973). Tal fato pode ser observado nos resultados apresentados na Tabela 4 onde, no corte de inverno, menores colônias de leveduras foram verificadas na silagem aditivada com ácido propiônico em relação as silagens não aditivada e aditivada com uréia constatando a eficiência do ácido propiônico no controle da população de leveduras.

Tabela 7. Características fermentativas e microbiológicas de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de primavera.

Tempo (dias)	Tratamento			Médias
	SE	SEAP	SEU	
	MS			
0	64,29	62,09	63,50	63,29 <sup>B</sup>
5	68,37	66,77	67,43	67,52 <sup>A</sup>
9	63,40	61,15	61,80	62,12 <sup>B</sup>
Médias	65,35	63,34	64,24	
CV(%)				6,51
	Leveduras (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)			
0	0,00 <sup>Cb</sup>	0,00 <sup>Bb</sup>	2,61 <sup>Aa</sup>	0,87
5	2,57 <sup>Ba</sup>	2,44 <sup>Aa</sup>	2,20 <sup>Aa</sup>	2,40
9	6,73 <sup>Aa</sup>	1,43 <sup>Bb</sup>	1,17 <sup>Ab</sup>	3,11
Médias	3,10	1,29	1,99	
CV (%)				8,29
	Fungos (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)			
0	3,67	3,81	2,17	3,22 <sup>A</sup>
5	0,00	0,92	0,92	0,62 <sup>B</sup>
9	3,15	2,74	1,67	2,52 <sup>A</sup>
Médias	2,28	2,49	1,59	
CV (%)				6,09
	pH			
0	5,80 <sup>Bb</sup>	5,30 <sup>Bc</sup>	7,23 <sup>Aa</sup>	6,11
5	6,53 <sup>Ab</sup>	5,55 <sup>Ac</sup>	7,10 <sup>Aa</sup>	6,39
9	6,23 <sup>Aa</sup>	5,95 <sup>Ab</sup>	6,58 <sup>Ba</sup>	6,23
Médias	6,18	5,60	6,97	
CV(%)				11,23
	Nitrogênio amoniacal (%NNH <sub>3</sub> /NT)			
0	2,13 <sup>Ab</sup>	1,47 <sup>Ac</sup>	3,48 <sup>Aa</sup>	2,36
5	2,21 <sup>Ab</sup>	1,82 <sup>Ab</sup>	2,99 <sup>Ba</sup>	2,34
9	1,37 <sup>Bc</sup>	1,84 <sup>Ab</sup>	2,04 <sup>Ca</sup>	1,75
Médias	1,90	1,71	2,84	
CV(%)				16,65

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

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

Para as silagens confeccionadas no corte de primavera verificou-se efeito do fator tempo para a característica matéria seca e contagem de fungos filamentosos (Tabela 7). Assim como nas avaliações do corte de inverno aumentos nos teores de matéria seca das silagens de Tifton 85 foram observados com os dias de avaliação. Este resultado é decorrente da perda de água das silagens para o ambiente com os dias de exposição aeróbia.

Por meio dos resultados apresentados na Tabela 7 observou-se efeito da interação entre os fatores tratamento e tempo para as características contagem de leveduras, pH e nitrogênio amoniacal das silagens de Tifton 85.

Considerando a população de microorganismos os aditivos foram eficientes em controlar a população de leveduras em relação a silagem não aditivada nas silagens de Tifton 85.

Em relação a população de fungos observa-se nas silagens de Tifton 85 diminuição no número de fungos filamentosos no quinto dia de exposição aeróbia com posterior aumento no nono dia de exposição aeróbia. Essa diminuição das colônias de fungos está provavelmente relacionada ao aumento no teor de matéria seca verificado no quinto dia de abertura dos silos o qual gerou um ambiente desfavorável a sobrevivência dos fungos demonstrando também que os aditivos controlaram o crescimento, mas não exterminaram as colônias de leveduras e fungos.

Observaram-se na silagem tratada com uréia maiores teores de nitrogênio amoniacal em relação as silagens não aditivada e aditivada com ácido por quase todo período de exposição aeróbia. Tal fato é decorrente da produção de amônia a partir da uréia aplicada na forragem, a qual reage com a água e forma hidróxido de amônio (SUDSTOL & COXWORTH, 1984, REIS et al., 2002). A elevação dos valores de nitrogênio amoniacal observada na silagem aditivada com uréia, em relação às silagens produzidas sem uréia, está de acordo com o que tem sido observado por vários autores (SINGH & PANDITA, 1983; HINDS et al., 1985; NEIVA et al., 1998), o que pode ser explicado principalmente pela adição de fonte de amônia. Com a exposição aeróbia os teores de nitrogênio amoniacal da silagem tratada com uréia e a não aditivada diminuíram, em decorrência da volatilização (Tabela 7).

Tabela 8. Composição nutricional de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de primavera.

Tempo (dias)	Tratamento			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Fibra em detergente ácido (% MS)				
0	36,31	38,75	38,34	37,80
5	37,75	37,70	32,22	35,89
9	39,47	38,20	34,34	37,33
Médias	37,84	38,21	34,96	
CV(%)				11,04
Fibra em detergente neutro (% MS)				
0	77,08 <sup>Ba</sup>	82,55 <sup>Aa</sup>	81,59 <sup>Aa</sup>	80,40
5	84,38 <sup>Aa</sup>	77,80 <sup>Ab</sup>	84,70 <sup>Aa</sup>	82,29
9	81,21 <sup>Aba</sup>	74,02 <sup>Ab</sup>	80,54 <sup>Aa</sup>	78,59
Médias	80,89	78,12	82,28	
CV(%)				6,27
Lignina (% MS)				
0	3,91	5,33	5,22	4,82 <sup>B</sup>
5	4,19	4,71	4,97	4,62 <sup>B</sup>
9	6,24	5,37	5,15	5,59 <sup>A</sup>
Médias	4,78	5,14	5,11	
CV(%)				19,62
Proteína bruta (% MS)				
0	12,64 <sup>Ab</sup>	12,22 <sup>Ab</sup>	13,68 <sup>Aa</sup>	12,85
5	11,01 <sup>Bb</sup>	11,42 <sup>Ab</sup>	13,02 <sup>Aa</sup>	11,73
9	10,04 <sup>Cb</sup>	11,54 <sup>Aa</sup>	11,36 <sup>Ba</sup>	12,85
Médias	11,23	11,73	12,69	
CV(%)				9,69
Matéria orgânica (% MS)				
0	90,99	91,13	90,82	90,98
5	90,92	91,66	89,85	90,81
9	90,95	91,51	90,93	91,13
Médias	90,96 <sup>a</sup>	91,43 <sup>b</sup>	90,53 <sup>a</sup>	
CV(%)				0,78
Matéria mineral (% MS)				
0	9,01	8,88	9,19	9,03
5	9,08	8,35	10,15	9,19
9	9,05	8,49	9,08	8,87
Médias	9,05 <sup>a</sup>	8,57 <sup>b</sup>	9,47 <sup>a</sup>	
CV(%)				7,83

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Em relação a fração fibrosa das silagens de Tifton 85, não foi verificado efeito de tratamento e tempo nos teores de fibra em detergente ácido, no corte de primavera. A característica fibra em detegente neutro foi influenciada pela interação entre os fatores tratamento e tempo. Já os teores de lignina foram influenciados apenas pelo fator tempo. Menores valores de fibra em detegente neutro foram observados nas silagens aditivadas com ácido propiônico em relação as demais silagens, a partir do quinto dia de exposição, não sendo verificada diferenças significativas entre as mesmas. Os menores teores de componentes da fração fibrosa das silagens tratadas, provavelmente está associada a maior preservação do conteúdo celular, o que promove a diluição dos componentes da parede celular (REIS et al. 2002, SOLLENBERGER et al., 2003). De maneira semelhante CASTRO et al. (2006b) observaram que o uso do ácido propiônico tamponado elevou o conteúdo de NDT das silagens aos 16 dias, em relação ao tratamento sem aditivo, provavelmente em razão da redução nos teores de fibra em detergente ácido e lignina e do aumento no conteúdo de extrato etéreo.

Nos teores de proteína bruta, avaliados no corte de primavera, foi verificado efeito da interação entre tratamento e tempo de exposição aeróbia (Tabela 8). Maiores valores de proteína bruta foram observados na silagem aditivada com uréia em relação as demais silagens. A partir do quinto dia de exposição aeróbia, fica visível o efeito de tempo nos teores de proteína bruta das silagens, por meio da queda nos valores desta variável observada, primeiramente na silagem não aditivada e posteriormante na silagem aditivada com uréia. A redução de proteína bruta da silagem aditivada com uréia com os dias de aeração tornou seus níveis de proteína equivalentes aos encontrados na silagem aditivada com ácido propiônico, mantendo-se no entanto, ainda superiores aos observados na silagem não aditivada. Vale destacar que a silagem aditivada com ácido propiônico manteve teores de proteína bruta ao longo dos dias de aeração avaliados.

Maior teore de matéria orgânica e menor teore de matéria mineral foram encontrados na silagem com ácido propiônico em relação as demais silagens (Tabela 5).



Tabela 9. Ácidos orgânicos e recuperação de matéria seca de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de primavera.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Ácido acético (% MS)				
0	1,46 <sup>Ab</sup>	2,06 <sup>Aa</sup>	1,29 <sup>Ab</sup>	1,61
5	1,34 <sup>ABb</sup>	1,72 <sup>Ba</sup>	1,23 <sup>Ab</sup>	1,43
9	1,25 <sup>Ba</sup>	1,44 <sup>Ca</sup>	1,25 <sup>Aa</sup>	1,31
Médias	1,35	1,74	1,26	
CV(%)				13,04
Ácido butírico (% MS)				
0	0,00 <sup>Ba</sup>	0,00 <sup>Ba</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0
5	0,09 <sup>Aa</sup>	0,03 <sup>Ab</sup>	0,00 <sup>Ab</sup>	0,04
9	0,00 <sup>Ba</sup>	0,00 <sup>Ba</sup>	0,00 <sup>Aa</sup>	0
Médias	0,03	0,01	0	
CV (%)				8,92
Ácido propiônico (% MS)				
0	0,00 <sup>Bb</sup>	2,18 <sup>Aa</sup>	0,00 <sup>Bb</sup>	0,73
5	0,17 <sup>Ab</sup>	0,84 <sup>Ba</sup>	0,18 <sup>Ab</sup>	0,39
9	0,00 <sup>Ba</sup>	0,21 <sup>Ca</sup>	0,00 <sup>Ba</sup>	0,07
Médias	0,06	1,08	0,06	
CV (%)				9,75
Recuperação de matéria seca (% MS)				
0	87,07	86,19	93,43	88,89 <sup>A</sup>
5	68,07	67,37	67,40	67,61 <sup>B</sup>
9	44,73	46,11	42,36	44,40 <sup>C</sup>
Médias	66,62	66,55	67,73	
CV (%)				28,26

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si ( $P > 0,05$ ) pelo teste Tukey-Kramer.

Trabalhos consultados (HONIG & WOOLFORD, 1980) evidenciam que a deterioração aeróbia tem efeito pronunciado sobre a composição química da forragem, com ênfase na diminuição do conteúdo celular, principalmente no período de temperatura mais elevada, como o observado durante o verão. Os dados observados no presente estudo são semelhantes aos de CASTRO et al. (2006a, 2006b) que avaliaram as silagens pré-secadas de Tifton 85 com diferentes conteúdos de umidade e submetidas ao tratamento com aditivos.

Tabela 10. Características microbiológicas e fermentativas de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de verão.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
	MS			
0	55,03	54,36	50,41	53,26 <sup>B</sup>
5	57,21	56,07	60,46	57,91 <sup>A</sup>
9	60,96	69,32	60,84	63,70 <sup>B</sup>
Médias	57,73	59,92	57,24	
CV(%)				6,51
	Leveduras (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)			
0	4,01	0,75	0	1,59 <sup>b</sup>
5	6,10	3,60	3,56	4,42 <sup>a</sup>
9	4,93	3,79	4,41	4,38 <sup>a</sup>
Médias	5,01 <sup>a</sup>	2,71 <sup>b</sup>	2,66 <sup>b</sup>	
CV (%)				9,89
	Fungos (Log UFC. g <sup>-1</sup> de silagem)			
0	0 <sup>Ba</sup>	0,79 <sup>Ba</sup>	0 <sup>Ba</sup>	0,26
5	4,95 <sup>Aa</sup>	4,03 <sup>Aa</sup>	2,83 <sup>Ab</sup>	3,94
9	5,11 <sup>Aa</sup>	0,75 <sup>Bb</sup>	1,85 <sup>Ab</sup>	2,57
Médias	3,35	1,86	1,56	
CV (%)				6,74
	pH			
0	5,48	4,80	4,80	5,02
5	4,93	4,63	4,60	4,72
9	5,13	4,50	5,07	4,90
Médias	5,18 <sup>a</sup>	4,64 <sup>b</sup>	4,83 <sup>ab</sup>	
CV(%)				7,23
	Nitrogênio amoniacal (%NNH <sub>3</sub> /NT)			
0	1,26	0,49	4,17	1,97 <sup>A</sup>
5	0,70	0,35	3,78	1,26 <sup>A</sup>
9	1,23	0,70	6,23	0,70 <sup>B</sup>
Médias	1,06 <sup>b</sup>	0,51 <sup>b</sup>	4,73 <sup>a</sup>	
CV(%)				16,65

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

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

Os efeitos dos aditivos uréia e ácido propiônico sobre a população de fungos e leveduras, no corte de verão, são evidentes no nono dia de exposição aeróbia (Tabela

10), onde menores números desses microorganismos foram observados nas silagens tratadas em relação a silagem sem aditivo.

Embora no corte de verão não tenha sido observado efeito da interação na contagem de leveduras, estas foram influenciadas pelo efeito de tratamento e tempo (Tabela 10), onde semelhantemente ao corte de primavera, as silagens aditivadas apresentaram menores números de leveduras em relação a silagem não tratada, com aumentos nessas populações com os dias de aeração, demonstrando que os aditivos controlaram o crescimento, mas não exterminaram as colônias de leveduras e fungos.

Analisando os resultados observados no presente estudo observa-se os efeitos positivos do ácido propiônico no controle da população de fungos filamentosos, principalmente no dia da abertura dos silos. Por outro lado, independentemente da época de corte, a exposição ao ar resultou em deterioração das silagens. O ácido propiônico tem sido efetivo em prevenir a deterioração aeróbia nas silagens tratadas no momento da ensilagem, por inibir o crescimento de fungos e, conseqüentemente, reduzir o aquecimento da massa de forragem ensilada (PITT, 1990).

Maiores teores de nitrogênio amoniacal foram observados na silagem aditivada com uréia por todo período de exposição aeróbia em relação aos demais tratamentos. Tal fato é decorrente da produção de amônia a partir da uréia aplicada na forragem, a qual reage com a água e forma hidróxido de amônio (SUDSTOL e COXWORTH, 1984, REIS et al., 2002). Com a exposição aeróbia os teores de N amoniacal da silagem tratada com uréia diminuíram, em decorrência da volatilização.

A elevação dos valores de nitrogênio amoniacal observada na silagem aditivada com uréia, em relação às silagens produzidas sem uréia, está de acordo com o que tem sido observado por vários autores (SINGH & PANDITA, 1983; HINDS et al., 1985; NEIVA et al., 1998), o que pode ser explicado principalmente pela adição de fonte de amônia. Nesse aspecto, não significa que valores elevados de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total em silagens produzidas com a adição de fonte de amônia sejam indicativos para classificar as silagens como insatisfatórias, conforme a classificação proposta por WOOLFORD (1984) e McDONALD et al. (1991).

Tabela 11. Composição nutricional de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de verão.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Fibra em detergente ácido (% MS)				
0	34,73	32,79	33,32	33,68 <sup>B</sup>
5	32,98	33,63	34,32	33,64 <sup>B</sup>
9	34,84	35,69	36,42	35,65 <sup>A</sup>
Médias	34,18	34,04	34,75	
CV(%)				8,94
Fibra em detergente neutro (% MS)				
0	75,43	73,52	72,50	73,82 <sup>B</sup>
5	73,50	73,20	73,86	73,52 <sup>B</sup>
9	73,99	78,20	77,75	76,65 <sup>A</sup>
Médias	74,31	74,97	74,71	
CV(%)				6,27
Lignina (% MS)				
0	3,84	3,30	3,57	3,57
5	3,82	3,27	3,65	3,58
9	4,03	3,80	3,11	3,65
Médias	3,89	3,46	3,44	
CV(%)				21,76
Proteína bruta (% MS)				
0	11,14	11,08	14,50	12,24
5	11,97	11,77	13,24	12,32
9	9,51	10,67	13,98	11,39
Médias	10,87 <sup>b</sup>	11,17 <sup>b</sup>	13,91 <sup>a</sup>	
CV(%)				8,64
Matéria orgânica (% MS)				
0	92,36	92,36	92,41	92,38
5	92,13	92,23	92,30	92,22
9	92,43	92,32	92,27	92,34
Médias	92,31	92,30	92,33	
CV(%)				1,08
Matéria mineral (% MS)				
0	7,64	7,65	7,59	7,62
5	7,88	7,78	7,71	7,79
9	7,58	7,69	7,73	7,66
Médias	7,70	7,70	7,67	
CV(%)				8,87

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

<sup>3</sup>Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Em relação a composição nutricional das silagens, observou-se aumento nas frações fibrosas com os dias de exposição aeróbia. O aumento da fração fibrosa em resposta a exposição aeróbia é decorrente da diminuição dos teores do conteúdo celular, como a proteína bruta, conforme verificado na Tabela 11, acarretando aumento proporcional na fração fibrosa (REIS et al., 2002, SIQUEIRA et al., 2005).

Foi verificado apenas efeito de tratamento para o teor de proteína bruta. Maiores teores de proteína foram observados na silagem aditivada com uréia em relação tanto a silagem não aditivada, quanto a aditivada com ácido propiônico.

Os resultados obtidos, nas avaliações dos três cortes, referentes a superioridade nos teores de proteína bruta da silagem aditivada com uréia em relação as demais silagens de Tifton 85 decorre da quantidade de nitrogênio aplicado (0,45% de nitrogênio, considerando a aplicação de 1,0% de uréia com base na material natural) nesta silagem que foi preservado durante o período, no qual os silos permaneceram fechados, e se mantiveram durante a exposição ao ar. De acordo com SUNDSTOL & COXWORTH, 1984 e ROTH et al., 2010, após a hidrólise da uréia em amônia dentro dos silos, a principal forma de retenção do nitrogênio é o hidróxido de amônio. A formação de hidróxido de amônio está relacionada à presença de umidade da forragem, bem como da atividade da urease (SAHNOUNE et al., 1991, ROTH et al., 2010). Segundo os autores, conteúdo de água abaixo de 30% limita a atividade de urease, contudo tal fato não ocorreu no presente estudo, conforme verifica-se na análise dos teores de MS das silagens nos três cortes avaliados (Tabela 4, 7 e 10).

A diminuição na capacidade de recuperação de matéria seca (Tabela 6) observada nas silagens emurchecidas de Tifton 85 em todos os cortes avaliados é resultado do aumento das perdas provenientes do processo de deterioração desse material em resposta aos dias de exposição ao ar. Tal fato está associado ao aumento no número de colônias de leveduras e fungos, conforme dados apresentados nas Tabelas 6, 9 e 12.

Tabela 12. Ácidos orgânicos e recuperação de matéria seca de silagens emurchecidas de Tifton 85 em função dos tratamentos e dias de exposição aeróbia, no corte de verão.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>			Médias
	SE	SEAP	SEU	
Ácido acético (% MS)				
0	1,78 <sup>Aa</sup>	2,02 <sup>Aa</sup>	1,94 <sup>Aa</sup>	1,91
5	1,45 <sup>Bb</sup>	1,34 <sup>Bb</sup>	1,94 <sup>Aa</sup>	1,57
9	1,38 <sup>Bb</sup>	1,15 <sup>Bb</sup>	1,92 <sup>Aa</sup>	1,48
Médias	1,54	1,50	1,93	
CV(%)				12,87
Ácido butírico (% MS)				
0	0,02	0,05	0,11	0,06
5	0	0	0,07	0,02
9	0,02	0	0,09	0,04
Médias	0,01	0,02	0,09	
CV (%)				9,97
Ácido propiônico (% MS)				
0	0,38	2,47	0,09	0,98
5	0,05	1,05	0,04	0,38
9	0	1,32	0,17	0,50
Médias	0,14 <sup>b</sup>	1,61 <sup>a</sup>	0,10 <sup>b</sup>	
CV (%)				7,04
Recuperação de matéria seca (% MS)				
0	89,30	88,91	84,47	87,56 <sup>A</sup>
5	76,40	74,57	71,65	74,20 <sup>B</sup>
9	59,21	60,83	52,32	57,46 <sup>C</sup>
Médias	74,97	74,77	69,48	
CV (%)				18,64

<sup>1</sup>Tratamentos avaliados: Silagem emurchecida sem aditivo (SE); Silagem emurchecida aditivada com uréia (SEU) e Silagem emurchecida aditivada com ácido propiônico (SEAP).

<sup>2</sup>CV: coeficiente de variação.

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Considerando o efeito microstático dos aditivos uréia e ácido propiônico, almejava-se que a recuperação da MS nas silagens aditivadas fosse superior à da silagem não aditivada. No entanto, este fato não ocorreu, uma vez que estes aditivos não impediram a proliferação de fungos e leveduras nas silagens emurchecidas de Tifton 85 aditivadas, nos três cortes avaliados, em resposta a exposição aeróbia.

Na prática, essa deterioração varia entre as silagens e é geralmente manifestada pela elevação da temperatura, alteração no odor da silagem e aparecimento de mofo (McDONALD et al., 1991, SIQUEIRA et al., 2005), sendo todas essas manifestações observadas nas silagens emurchecidas de Tifton 85 avaliadas no presente trabalho, evidenciando a instabilidade aeróbia decorrente do ineficiente processo de fermentação. Assim, tem-se que a prolongada exposição ao, sem dúvida é um fator que causa intensa deterioração, nas silagens não tratadas e nas aditivadas. Desta forma, o manejo dos silos, observando a compactação da massa, a área exposta do painel do silo e o tamanho das fatias a serem retiradas por dia são fatores decisivos que influenciam a intensidade da deterioração das silagens (SIQUEIRA et al., 2005, BERNARDES et al., 2009).

#### **4. Conclusões**

A amonização com uréia na concentração de 1 % da matéria natural melhora a composição nutricional bromatológica de silagem emurchecida de Tifton 85 por meio da redução dos constituintes de parede celular e preservação dos teores de proteína bruta.

O uso de ácido propiônico na concentração de 1 % na matéria natural promove redução na fração de fibra em detergente ácido de silagem emurchecida de Tifton 85.

### **CAPÍTULO 3 – CARACTERÍSTICAS NUTRICIONAIS E ESTABILIDADE AERÓBIA DE FENOS DE TIFTON 85 ADITIVADOS.**

**RESUMO** - O objetivo do trabalho foi avaliar os efeitos da aplicação de aditivos químicos sobre a população de fungos nos fenos de Tifton 85 (*Cynodon* spp.) colhido em diferentes épocas, enfardados com alta umidade. Foram avaliados feno de alta umidade não aditivado; feno de alta umidade aditivado com uréia; feno de alta umidade aditivado com ácido propiônico tamponado e feno controle. Após 60 dias de armazenamento sob lona plástica, coletaram-se amostras de cada unidade experimental para avaliação microbiológica dos fenos. Avaliaram-se os tempos zero hora, cinco e nove dias após exposição aeróbia dos fardos dos fenos experimentais. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com parcelas subdivididas, sendo as parcelas representadas por tratamentos e as sub-parcelas pelos tempos de exposição aeróbia dos fenos, num total de quatro tratamentos e três tempos de abertura (0, 5 e 9 dias), com quatro repetições. A aplicação de uréia melhorou a característica nutricional do feno de Tifton 85 com alta umidade por meio do aumento dos teores de proteína bruta. O uso de ácido propiônico na concentração de 1 %, com base na matéria natural, reduziu as frações de fibra em detergente ácido e lignina do feno de Tifton 85 com alta umidade.

**Palavras-chave:** ácido propiônico, *cynodon* spp., umidade, uréia



## 1. Introdução

A ocorrência de estações secas e chuvosas nas regiões de clima tropical resulta na estacionalidade quantitativa e qualitativa da forragem disponível, comprometendo o desempenho dos animais mantidos nas pastagens. Para garantir o desempenho animal uniforme ao longo do ano, tem-se a necessidade de ofertar alimentos de qualidade, pois as exigências nutricionais são constantes.

Os fenos de gramíneas tropicais são utilizados como fonte de forragem suplementar durante o período seco do ano (REIS et al., 2001, 2005). Todavia, a fenação durante o verão, período no qual as plantas apresentam alto valor nutritivo, pode acarretar perdas no campo devido a ocorrência de chuvas, diminuindo a qualidade do material (MACDONALD e CLARK, 1987; MOSER, 1995; MUCK e SHINNERS, 2001).

O armazenamento da forragem com conteúdo de umidade superior a 20% reduz as perdas durante a ocorrência de chuvas durante a secagem, porém aumenta as perdas decorrentes da atividade microbiológica na fase de estocagem (MOSER, 1980, 1995, ROBERTS, 1995, McBETH et al., 2001). A aplicação de aditivos químicos, que controlam o crescimento de microrganismos é uma alternativa para diminuir a incidência de fungos, garantindo assim a preservação de fenos de alta qualidade (GROTHER et al., 1985, 1986, COLLINS, 1995, LINDGREN, 1999).

Ainda o valor nutritivo de fenos úmidos pode ser melhorado por meio da aplicação de produtos químicos, classificados como hidrolíticos e oxidantes, destacando-se a utilização da uréia por ser prática, não contaminar o ambiente e fornecer nitrogênio não-protéico, além de promover incremento na digestibilidade da matéria seca e no consumo (CAÑEQUE et al., 1998 e REIS et al., 2001).

O ácido propiônico tem sido efetivo em prevenir a deterioração aeróbica por inibir o crescimento de fungos e conseqüentemente reduzir o aquecimento do material enfardado (PITT, 1990), mecanismos de fundamental importância para uma boa conservação de no caso de fenos de alta umidade. Todavia, devido variabilidade de resultados obtidos em pesquisas avaliando o uso de aditivos na conservação de forragens desenvolveu-se este trabalho com o objetivo de verificar o efeito dos aditivos

uréia e ácido propiônico sobre os parâmetros químico-bromatológicos de feno de Tifton 85 com alta umidade.

## 2. Material e métodos

O experimento foi conduzido nas dependências da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias/UNESP. A FCAV/UNESP está situada no município paulista de Jaboticabal, a 21° 15' 22" de latitude sul e 48° 18' 58" de longitude oeste e a uma altitude de 583 metros.

O clima na região é classificado pelo sistema internacional de Koppen como do tipo AWA – subtropical chuvoso com inverno seco e mês mais frio com temperatura média superior a 18°C. A precipitação pluvial média é de aproximadamente 1.400 mm, com 85 % das chuvas concentradas nos meses de outubro a março.

O capim Tifton 85 foi colhido em uma gleba destinada à produção de feno, reformada e irrigada, localizada em um solo caracterizado como Latossolo Vermelho Eutrófico típico textura muito argilosa a moderado caulítico-oxítico mesoférico de relevo suave ondulado (ANDRIOLI & CENTURION, 1999), pertencente a FCAV/UNESP-Jaboticabal.

Antecedendo os ensaios experimentais, um corte de rebaixamento no capim-tifton 85 da área experimental foi realizado no dia 14 de julho de 2007 permitindo a coleta de amostras para análise química dos componentes do solo. O resultado da análise química dos componentes do solo está apresentado na Tabela 1.

No dia 01 de agosto de 2007, com base no resultado da análise química do solo e segundo recomendações, a área foi previamente fertilizada com 120 Kg ha<sup>-1</sup> de N, na forma de uréia, 50 Kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, na forma de superfosfato simples e 60 Kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, na forma de cloreto de potássio.

Foram realizados e avaliados cortes em duas diferentes estações de anos consecutivas: inverno e primavera, sendo o corte de inverno realizado no mês de agosto de 2007 e primavera no mês de novembro de 2007.

Tabela 1. Análise química do solo da área experimental.

Curva de nível	Camadas (cm)	pH em CaCl <sub>2</sub> g.dm <sup>-3*</sup>	MO g.dm <sup>-3*</sup>	P resina mg.dm <sup>-3*</sup>	K	Ca	Mg	H + Al mmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3*</sup>	SB	T	V(%)
01	0 – 10	6,2	24	34	3,9	48	30	20	81,9	101,9	80
01	10 – 20	6,3	23	24	3,7	44	28	16	75,7	91,7	83
02	0 – 10	6,3	28	18	3,4	44	20	15	67,4	82,4	82
02	10 – 20	6,4	26	20	3,1	43	19	16	65,1	81,1	80
03	0 – 10	6,2	26	14	3,7	38	17	16	58,7	74,7	79
03	10 – 20	6,1	24	13	3,5	42	21	18	66,5	84,5	79
04	0 – 10	5,8	26	14	3,8	37	15	20	55,8	75,8	74
04	10 – 20	5,4	24	11	3,4	31	16	28	50,4	78,4	64

\* MO: matéria orgânica ; P: fósforo; K: potássio; Ca: cálcio; Mg: magnésio; H + Al: acidez potencial ; SB: soma das bases; T: CTC pH 7, V(%): saturação por bases.

No dia 30 de agosto de 2007, realizou-se o processo de fenação no corte de inverno, iniciando-se o corte da forrageira às 8h e confecção dos fenos úmidos a partir das 14h do mesmo dia. O feno controle foi confeccionado a partir das 10h do dia seguinte.

Para avaliação de primavera, procedeu-se o corte de uniformização entre os dias 12 e 14 de outubro, e a seguir a adubação de cobertura da área.

Na primavera, a forragem foi cortada às 8h, sendo os fenos úmidos confeccionados a partir das 14h do dia 27 de novembro de 2007. O feno controle por exigir um tempo maior de secagem no campo foi confeccionado no dia seguinte a partir das 14h.

As condições climáticas observadas durante os dias em que se deram as atividades de corte e ensilagem do experimento foram obtidas dos dados coletados na estação meteorológica da Unesp/FCAV.

A composição nutricional do Tifton 85 no momento do corte em cada estação avaliada encontra-se na tabela 3.

Tabela 3. Composição nutricional do capim-tifton 85 no momento do corte em diferentes estações do ano.

Componentes	Composição (%)		
	Inverno	Primavera	Verão
Matéria seca	29,01	25,19	29,38
Matéria mineral <sup>1</sup>	9,17	9,03	8,17
Matéria orgânica <sup>1</sup>	90,83	90,97	91,83
Proteína bruta <sup>1</sup>	12,12	13,12	13,80
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	78,38	76,85	75,99
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	37,00	35,49	34,32
Lignina <sup>1</sup>	5,79	5,98	3,60

<sup>1</sup>Dados em porcentagem na matéria seca.

O material foi ceifado e submetido a secagem no campo visando obter teores crescentes de matéria seca para confecção dos tratamentos. O teor de matéria seca do material exposto no campo foi monitorado por meio de mensurações do teor de umidade utilizando-se forno de microondas (PASTORINI et al., 2002) e quando este foi alcançado, o material foi enfardado, sendo os fenos levados para pesagem, aplicação dos aditivos e confecção dos tratamentos desejados.

### 2.1. Fenos experimentais e confecção dos tratamentos

Foram confeccionados quatro fenos, sendo três de alta umidade (75 % de MS) e um controle (85 % de MS), submetidos aos tratamentos:

Feno de alta umidade sem tratamento - FAU;

Feno de alta umidade com aplicação ácido propiônico - FAUAP;

Feno de alta umidade com aplicação de uréia - FAUU;

Feno controle - FC.

Inicialmente, cada unidade experimental foi constituída por aproximadamente 30 kg de feno, compostos por quatro fardos pesando em média, 8kg cada.

Procedeu-se a aplicação de uréia na dose de 1% da matéria natural da forragem fenada com vistas a obter a produção de amônia, a qual apresenta efeito fungistático sobre leveduras e fungos (BRITT & HUBER, 1975; WOOLFORD, 1984). Utilizou-se uréia na forma de fertilizante granulado contendo 45% de N, diluída em água na proporção de uma parte de uréia para três partes de água. A solução de uréia foi aplicada sobre a superfície do feno, por meio de pulverizador manual, de forma homogênea, buscando garantir que todo material tivesse contato com a solução.

O ácido propiônico foi aplicado na dose de 1% da matéria natural sendo o produto utilizado comercial da Alltech, diluído em água na mesma proporção de uma parte do produto para três partes de água.

Imediatamente após aplicação dos aditivos os fardos foram colocados sobre uma lona plástica, arranjados em quatro camadas e com o uso de outra lona de cobertura, foi possível mantê-los armazenados em condições hermeticamente fechadas durante o período de tratamento de 60 dias.

## **2.2. Amostragem dos fenos**

Decorrido período de tratamento, as pilhas de fardos foram abertas, o material deteriorado descartado e do material não contaminado foram coletadas amostras de aproximadamente três kg, as quais foram colocadas em baldes plásticos com capacidade de 7 L, identificados por etiquetas de acordo com seus respectivos tratamentos e repetição, acondicionados em uma sala fechada em temperatura ambiente (média de 24°C) durante o período experimental.

No momento de exposição aeróbia dos fenos (dia zero, aos cinco e nove dias) foram retiradas três amostras, com aproximadamente 25 gramas, de cada unidade experimental para avaliação das características químicas, fermentativas e microbiológicas.

## **2.3. Análises químicas e microbiológicas**

As análises químicas e microbiológicas dos fenos foram realizadas nos Laboratórios de Forragicultura e Nutrição Animal da FCAV/UNESP.

As primeiras amostras coletadas foram colocadas em sacos de papel, identificadas de acordo com seus respectivos tratamentos, pesadas e levadas para secagem em estufa de ventilação forçada a 55° C por 72 horas. Decorrido período de secagem, essas foram pesadas novamente, moídas em moinho de faca até o tamanho das partículas atingirem menos de 1 mm e armazenadas em potes plásticos identificados conforme respectivos tratamentos, em câmara seca, até posterior análise.

A composição nutricional, teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e nitrogênio total (NT) foram determinados conforme método descrito em SILVA & QUEIROZ (2002), sendo a proteína bruta (PB) obtida pelo produto entre o nitrogênio total e o fator 6,25. As concentrações de fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e a lignina (solubilização da celulose em ácido sulfúrico 72 %) foram obtidas pelo método seqüencial de ROBERTSON & VAN SOEST (1981).

A segunda fração de amostras coletadas após exposição aeróbia dos fenos foram alocadas em sacos plásticos identificados, com seus respectivos tratamentos, armazenadas em freezer para que posteriormente fossem confeccionados extratos aquosos seguindo o protocolo proposto por KUNG JR. et al. (1984). De acordo com esse protocolo, adiciona-se uma amostra de aproximadamente 25 g do material a um volume de 225 mL de água deionizada. A mistura é processada durante um minuto em liquidificador industrial obtendo-se o referido extrato. A determinação do pH nesse extrato foi realizada por meio de um peagâmetro digital. A concentração de N amoniacal em relação ao nitrogênio total ( $\text{NH}_3/\text{NT}$ ) foi determinada mediante a destilação com hidróxido de potássio 2N conforme técnica descrita por FENNER (1965) adaptada por VIEIRA (1980).

A terceira fração de amostras frescas foram coletadas e levadas imediatamente para o laboratório de Forragicultura as quais foram utilizadas para avaliação microbiológica dos tratamentos. Coletavam-se de cada unidade experimental 25 g de feno fresco que foram misturados posteriormente a 225 mL de solução peptonada 0,1% (0,1 g de peptona por litro de água destilada). Após agitação manual foi retirado

1 mL do extrato para as posteriores diluições ( $10^{-2}$  a  $10^{-6}$ ) em tubos de ensaio contendo 9 mL de solução salina estéril (8,5 g de NaCl.L<sup>-1</sup> de água destilada). Dos extratos diluídos ( $10^{-1}$  a  $10^{-6}$ ) foram realizadas sementeiras com 0,1 mL em placas de Petri descartáveis contendo o meio ágar batata acidificado (Difco) em duplicata (PARKER, 1979). As placas foram incubadas em aerobiose a 28° C por 96 horas, conforme HIGGINBOTHAM et al. (1998), quando então foi procedida a contagem das colônias de fungos. Caso houvesse presença de leveduras nas placas de petri, a diferenciação entre leveduras e fungos realizava-se por meio da estrutura física das colônias, uma vez que leveduras apresentam colônias formadas por organismos unicelulares, enquanto que fungos são multicelulares filamentosos. Os números de microrganismos foram contados como unidade formadora de colônias (UFC) e transformados em logaritmo na base 10.

#### **2.4. Recuperação da matéria seca**

Decorridos os nove dias de exposição aeróbia os baldes com as amostras foram novamente pesados para determinação da recuperação da matéria seca.

Para a determinação da recuperação da matéria seca foi utilizada a equação descrita por JOBIM et al. (2007):

$$\text{RMS (\%)} = \frac{\text{MSF}}{\text{MSI}} \times 100$$

Onde:

RMS: recuperação da matéria seca;

MSF: matéria seca no momento da abertura (quantidade de forragem (kg) x % matéria seca);

MSI: matéria seca ensilada (quantidade de forragem (kg) x % matéria seca).

## 2.5. Análises estatísticas

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema de parcelas subdividas, sendo avaliadas nas parcelas os tratamentos (FAU, FAUAP, FAUU e FC) e nas sub-parcelas os dias de exposição ao ar (zero, cinco e nove dias), de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + S_i + \varepsilon_{(a)} + T_j + ST_{ij} + \varepsilon_{(b)}$$

Onde:  $\mu$  = média geral;  $S_i$  = efeito de tratamento ( $i = 1$  a 4);  $T_j$  = efeito de tempo ( $j = 1$  a 3);  $ST_{ij}$  = interação tratamento e tempo;  $\varepsilon$  = erro residual.

Os dados foram analisados por intermédio do programa SAS, empregando-se o teste Tukey para comparação das médias, utilizado nível de significância de 5%.

## 3. Resultados e discussão

Nos fenos de Tifton 85 confeccionados no corte de inverno, observou-se que o período de armazenamento provocou alterações nos teores de matéria seca, conforme evidenciado pelos menores valores observados nas amostras colhidas após período de tratamento nas condições herméticas sob lona plástica (Tabela 4), em relação aos teores iniciais de matéria seca nos fenos no momento de confecção dos tratamentos, valores de 75% MS nos fenos úmidos e 85% MS no controle. O aumento nos teores de umidade nos fenos de Tifton 85 foi mais pronunciado nos fenos úmidos, comparado ao controle (Tabela 4). Durante o armazenamento sob lona plástica, a água evaporada a partir do feno, se condensa na lona, causando o umedecimento da forragem.

Na abertura das pilhas de fardos foram observados maiores teores de matéria seca no feno controle, o qual foi enfardado mais seco (Tabela 4). O feno controle, ao longo do período de exposição ao ar apresentou variação no conteúdo de matéria seca semelhante aos demais, refletindo a absorção de água da lona, e posterior perda na fase de aeração subsequente.



Tabela 4. Valores de matéria seca, pH, nitrogênio amoniacal e contagem de fungos filamentosos em fenos de Tifton 85 no corte de inverno.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				Médias
	FAU	FAUAP	FAUU	FC	
Matéria seca (%)					
0	58,11 <sup>Bb</sup>	55,95 <sup>Bb</sup>	57,25 <sup>Bb</sup>	73,40 <sup>Ba</sup>	61,18
5	82,01 <sup>Aa</sup>	80,53 <sup>Aa</sup>	77,52 <sup>Ab</sup>	83,83 <sup>Aa</sup>	80,97
9	62,47 <sup>Bb</sup>	58,99 <sup>Bb</sup>	57,98 <sup>Bb</sup>	63,18 <sup>Ba</sup>	60,65
Médias	67,53	65,16	64,25	73,47	
CV(%)					6,39
pH					
0	6,68	5,70	6,78	5,90	6,26 <sup>C</sup>
5	7,13	6,00	6,85	6,28	6,56 <sup>B</sup>
9	7,88	7,28	7,45	7,23	7,46 <sup>A</sup>
Médias	7,23 <sup>a</sup>	6,33 <sup>b</sup>	7,03 <sup>a</sup>	6,47 <sup>b</sup>	
CV(%)					7,39
Nitrogênio amoniacal (%NNH <sub>3</sub> /NT)					
0	2,73	0,84	6,27	1,47	2,83
5	1,23	0,88	2,07	0,81	1,24
9	1,58	1,02	1,61	1,19	1,35
Médias	1,84	0,91	3,31	1,16	
CV(%)					15,38
Fungos (Log UFC. g <sup>-1</sup> de feno)					
0	3,19	1,65	0	1,92	1,69 <sup>A</sup>
5	3,47	1,80	1,08	2,97	2,33 <sup>AB</sup>
9	3,34	2,89	1,67	2,64	2,64 <sup>B</sup>
Médias	3,33 <sup>a</sup>	0,92 <sup>b</sup>	2,12 <sup>a</sup>	2,51 <sup>a</sup>	
<sup>2</sup> CV (%)					6,94

<sup>1</sup>FAU: feno de alta umidade sem tratamento; FAUAP: feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico, FAUU: feno de alta umidade com aplicação de uréia, FC: feno controle.

<sup>2</sup>CV (%): Coeficiente de variação

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

No quinto dia de exposição aeróbia, verificam-se nos fenos de Tifton 85 aumentos consideráveis dos teores de matéria seca, com posterior decréscimo com os dias de aeração, não sendo observada diferença entre os tratamentos. A exceção foi o feno de alta umidade com aplicação de uréia, no quinto dia de avaliação, o qual se apresentou mais úmido que os demais fenos.

Os valores de pH dos fenos produzidos no inverno (Tabelas 4), independente do tratamento, variaram no dia da abertura dos fardos de pH 5,70 a 7,88. O pH de um

alimento é um dos principais fatores capazes de determinar o crescimento e a sobrevivência dos microrganismos, além de ser empregado como parâmetro de qualidade.

Tabela 5. Valores de matéria seca, pH, nitrogênio amoniacal e contagem de fungos filamentosos em fenos de Tifton 85 no corte de primavera.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				Médias
	FAU	FAUAP	FAUU	FC	
Matéria seca (%)					
0	82,78	81,51	80,77	81,21	81,57 <sup>B</sup>
5	85,95	85,65	85,13	85,45	85,55 <sup>A</sup>
9	86,77	86,00	86,40	86,52	86,42 <sup>A</sup>
Médias	85,17	84,39	84,10	84,39	
CV(%)					3,78
pH					
0	6,30 <sup>Bb</sup>	6,33 <sup>Ab</sup>	6,85 <sup>Aa</sup>	7,05 <sup>Aa</sup>	6,63
5	7,28 <sup>Aa</sup>	6,38 <sup>Ab</sup>	6,43 <sup>Bb</sup>	6,55 <sup>Bb</sup>	6,66
9	6,53 <sup>Ba</sup>	6,35 <sup>Aa</sup>	6,50 <sup>Bab</sup>	6,55 <sup>Ba</sup>	6,48
Médias	6,70	6,35	6,59	6,72	
CV(%)					7,39
Nitrogênio amoniacal (%NNH <sub>3</sub> /NT)					
0	1,16	1,33	2,52	1,51	1,63 <sup>A</sup>
5	0,77	0,74	1,47	0,67	0,91 <sup>B</sup>
9	0,46	0,74	1,44	0,77	0,85 <sup>B</sup>
Médias	0,80 <sup>b</sup>	0,93 <sup>b</sup>	1,81 <sup>a</sup>	0,98 <sup>b</sup>	
CV(%)					5,53
Fungos (Log UFC. g <sup>-1</sup> de feno)					
0	1,62	2,33	0,85	0,00	1,20
5	1,00	1,58	0,00	0,92	0,88
9	0,00	1,58	0,00	0,00	0,40
Médias	0,87	1,83	0,28	0,31	
<sup>2</sup> CV (%)					14,94

<sup>1</sup>FAU: feno de alta umidade sem tratamento; FAUAP: feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico, FAUU: feno de alta umidade com aplicação de uréia, FC: feno controle.

<sup>2</sup>CV (%): Coeficiente de variação

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

No momento da abertura das pilhas de fardos, no corte de inverno (Tabela 4) e de primavera (Tabela 5), os fenos tratados com uréia apresentaram maiores valores de pH, comparado com os que receberam ácido propiônico. Os resultados observados são decorrentes do feito acidificante do ácido propiônico, e alcalinizante do hidróxido de amônio produzido a partir da liberação da amônia anidra proveniente da uréia (ROTZ, 1995, REIS e RODRIGUES, 1992, 1998). Geralmente fenos tratados com uréia apresentam valores de pH superiores aos encontrados em fenos não tratados. A elevação do pH ocorre devido à formação de uma base fraca, o hidróxido de amônia ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), em função da afinidade da amônia pela água contida na forragem (BERGER et al., 1994). ROTH et al. (2010) avaliando diferentes tratamentos de fenos úmidos (85, 75 e 70% de MS) de *Brachiaria brizantha*, cv. Marandu com diferentes doses de uréia (3 e 5% na MS) constataram maior valor de pH no feno tratado com 3% de uréia e 25% de umidade (7,61) em relação ao feno úmido não tratado (7,23). O valor de pH observado no feno de alta umidade não aditivado por estes autores foi semelhante aos obtidos no presente trabalho. No entanto, não foi verificada a mesma eficiência da uréia em diminuir os valores de pH em fenos úmidos tratados conforme observado por ROTH et al. (2010).

Na primavera, com a exposição aeróbia, observaram-se decréscimo nos valores de pH dos fenos tratados com uréia, mas por outro lado, aqueles que receberam ácido propiônico não apresentaram alterações nos valores de pH (Tabela 5). A perda de umidade, em decorrência da exposição ao ar, pode também acarretar perdas de amônia por volatilização, diminuindo assim o pH dos fenos (REIS et al., 2002, ROTH et al., 2010).

A análise dos resultados apresentados na Tabela 4 evidencia que no momento da abertura das pilhas, a aplicação de ácido propiônico resultou em menor população de fungos, comparada aos fenos controle, o de alta umidade e o de alta umidade tratado com uréia. Os fenos tratados com uréia apresentaram contagem de fungos semelhantes aos de baixa umidade, que por sua vez não diferiu do contendo alta umidade (Tabela 4). Não foi observada, no entanto, efeito dos fatores tratamento e tempo para a contagem de colônias de fungos filamentosos nos fenos

confeccionados na primavera. Pela análise dos teores de matéria seca, valores de pH e das médias da população de fungos, pode-se afirmar que o aditivo ácido propiônico controlou o processo de deterioração nos fenos tratados em relação aos demais fenos. Os resultados evidenciam os efeitos fungistáticos pronunciados do ácido propiônico conforme relatado por BARON & GREER (1988), BARON & MATHISON (1990), porém não confirmam a eficiência da uréia como fonte de amônia (SILANIKOVE et al., 1988, REIS et al., 1997, ROSA et al., 1998).

Os resultados obtidos neste trabalho, por meio das avaliações microbiológicas realizadas nos fenos de Tifton 85, vêm atestar os observados pela avaliação visual no campo, realizada no momento da abertura das pilhas de fardos de fenos após os 60 dias de tratamento em condições hermeticamente fechadas. Ficou evidente no campo que a aplicação de 1,0% de ácido propiônico com base na matéria natural da forragem permitiu o controle no crescimento de microorganismos, uma vez que o feno tratado apresentava-se com coloração verde e sem presença aparente de fungos. No entanto, nos fenos de alta umidade tratados com uréia a mesma eficiência não foi observada, pois o material em quase totalidade apresentava-se com coloração marrom escura, consistência pastosa e com cheiro característico de amônia.

Os resultados referentes aos valores de pH e população de fungos dos fenos produzidos no inverno mostram aumentos nestas variáveis em resposta a exposição ao ar, independente dos fenos avaliados. Durante a exposição ao ar, ocorre perda de umidade, bem como dos produtos químicos aplicados, ou seja, perdas inevitáveis por volatilização (BARON & GREER, 1988, BARON & MATHISON, 1990, COLLINS, 1995, REIS et al., 1997, ROSA et al., 1998 ), reduzindo acentuadamente os seus efeitos fungistáticos. Alguns fungos filamentosos são termo e xero tolerantes e podem sobreviver em condições de baixa umidade e alta temperatura, desde que haja substratos para o seu crescimento, o que pode explicar a maior população de fungos nos fenos, em resposta ao aumento do período de exposição ao ar (KASPERSSON et al., 1984, COLLINS, 1995, REIS et al., 1997).

Tabela 6. Composição nutricional de fenos de Tifton 85 no corte de inverno.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				Médias
	FAU	FAUAP	FAUU	FC	
Fibra em detergente ácido (% MS)					
0	35,92 <sup>Aa</sup>	35,58 <sup>Aa</sup>	36,30 <sup>Aa</sup>	32,30 <sup>Ab</sup>	35,14
5	33,40 <sup>Ba</sup>	31,99 <sup>Ba</sup>	34,30 <sup>Aa</sup>	34,69 <sup>Aa</sup>	33,76
9	35,60 <sup>Aa</sup>	29,73 <sup>Bb</sup>	34,43 <sup>Aa</sup>	33,61 <sup>Aa</sup>	33,35
Médias	34,97	32,43	35,23	33,69	
CV(%)					4,92
Fibra em detergente neutro (% MS)					
0	81,20	80,82	81,96	79,79	80,94
5	80,75	78,25	79,37	79,79	79,54
9	82,04	72,47	82,83	79,70	79,26
Médias	81,34	77,19	81,39	79,76	
CV(%)					7,98
Lignina (% MS)					
0	5,81 <sup>Aa</sup>	5,86 <sup>Aa</sup>	6,50 <sup>Aa</sup>	4,58 <sup>Ab</sup>	5,69
5	4,52 <sup>Bb</sup>	3,92 <sup>Bb</sup>	5,65 <sup>Aa</sup>	5,82 <sup>Aa</sup>	4,98
9	5,55 <sup>Aa</sup>	4,72 <sup>Bb</sup>	5,26 <sup>Ba</sup>	4,45 <sup>Bb</sup>	4,99
Médias	5,29	4,83	5,80	4,95	
CV(%)					16,39
Proteína bruta (% MS)					
0	10,49	10,07	11,00	9,46	10,25
5	10,17	9,47	11,66	9,10	10,10
9	9,69	11,23	11,59	9,45	10,48
Médias	10,11	10,26	11,42	9,33	
CV(%)					12,80
Matéria orgânica (% MS)					
0	90,44	90,62	90,30	90,83	90,54
5	90,52	90,54	90,72	91,23	90,75
9	90,46	90,53	90,25	90,43	90,41
Médias	90,47	90,56	90,42	90,83	
CV(%)					2,52
Matéria mineral (% MS)					
0	9,56	9,38	9,71	9,17	9,46
5	9,48	9,46	9,28	8,77	9,25
9	9,54	9,47	9,76	9,58	9,59
Médias	9,52	9,43	9,58	9,17	
CV(%)					0,89

<sup>1</sup>FAU: feno de alta umidade sem tratamento; FAUAP: feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico, FAUU: feno de alta umidade com aplicação de uréia, FC: feno controle.

<sup>2</sup>CV (%): Coeficiente de variação

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.

Vale destacar, que o aumento nos teores de matéria seca com os dias de exposição aeróbia dos fenos deve-se a perda de água da forragem para o ambiente. Assim como a baixa recuperação da matéria seca nos fenos, no nono dia de exposição ao ar, o que possivelmente está relacionada com processo de deterioração aeróbia dos fenos de Tifton 85. Os menores valores de matéria seca observados no nono dia de exposição aeróbia refletem a perda de constituintes da parede e conteúdo celular, decorrentes da atividade de fungos (PITT, 1990, MOSER, 1995; MUCK e SHINNERS, 2001).

Nos fenos confeccionados no corte de inverno, na abertura das pilhas de fardos, verificaram-se menores teores de fibra insolúvel em detergente ácido no feno controle, comparado aos fenos de alta umidade não tratados ou que receberam aditivos. No entanto, a partir do quinto dia de exposição dos fardos ao ar não foram observadas diferenças entre os fenos, com exceção do feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico que manteve menores teores de fibra insolúvel em detergente ácido em relação aos demais fenos até o nono dia de avaliação. O aumento nos teores de fibra insolúvel em detergente ácido em resposta a exposição ao ar deve-se a deterioração dos fenos, ocasionando perda de conteúdo celular, o que resultou em maior concentração de componentes da parede celular (REIS et al., 2001, 2002).

No momento de exposição aeróbia dos fenos de Tifton 85 menores teores de lignina foram verificados no feno controle em relação aos demais tratamentos, demonstrando que os aditivos não promoveram alteração nessa fração (Tabela 6). No entanto, a partir do quinto dia de exposição observa-se diminuição nos valores de lignina no feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico em relação aos demais fenos. A menor concentração de fibra insolúvel em detergente ácido e de lignina nos fenos feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico no nono dia de avaliação pode ser explicada pela maior concentração de conteúdo celular destes volumosos, promovendo diluição da fração fibrosa. Por outro lado, em estudo conduzido com silagem emurhecida de Tifton 85, CASTRO et al. (2006b) observaram que a aplicação de ácido propiônico nas silagens com elevado teor de matéria seca

(65% MS) não controlou de maneira eficiente a deterioração aeróbia comparado a utilização de inculantes bacterianos-enzimático.

De maneira geral, as principais alterações nos conteúdos de compostos nitrogenados dos volumosos submetidos à amonização referem-se ao aumento nos teores de nitrogênio total, de nitrogênio solúvel e da fração insolúvel em detergente ácido (REIS et al., 1990).

Não foram observados efeitos significativos de tratamento, tempo e interação entre ambos nas características fibra em detergente neutro, proteína bruta, matéria orgânica e matéria mineral (% MS) de fenos de Tifton 85 nas avaliações do corte de inverno (Tabela 7). Os dados observados são semelhantes aos relatados por PEDREIRA (2005), LIMA et al. (2005) e confirmam os altos valores de fibra em detergente neutro, mas com baixos conteúdos de fibra em detergente ácido e lignina (Tabela 6) o que resulta em forragem de alto valor nutritivo.

Na avaliação do corte de primavera, não foram observadas diferenças entre os teores médios de proteína bruta nos fenos de alta umidade sem tratamento (10,11), com aplicação de ácido propiônico (10,26), com aplicação de uréia (11,42) e feno controle (9,33). Analisando os resultados do teor de proteína bruta e matéria seca do presente estudo, sugere-se que a ineficiência do tratamento com uréia pode estar relacionada a pequena quantidade de uréia aplicada, e a baixa retenção do nitrogênio nos fenos. Estudos conduzidos por REIS et al. (1997, 2002) e por ROSA et al. (1998) mostram que a retenção de nitrogênio aplicado a partir da aplicação da uréia, esta diretamente ligado a atividade da uréase que transforma o produto em amônia, e a quantidade de água disponível para retenção na forma de hidróxido de amônio. Os autores relatam valores de retenção do N aplicado de 70 a 50% no momento da Em relação ao corte de primavera, observa-se que os teores de matéria seca dos fenos de Tifton 85 aumentaram com os dias de exposição aeróbica, não sendo evidenciado o efeito de tratamento nesta variável. O aumento nos teores de matéria seca com os dias de exposição aeróbia dos fenos deve-se a perda de água da forragem para o ambiente (Tabela 5).

Tabela 7. Composição nutricional de fenos de Tifton 85 no corte de primavera.

Tempo (dias)	Tratamentos <sup>1</sup>				Médias
	FAU	FAUAP	FAUU	FC	
Fibra em detergente ácido (% MS)					
0	35,92 <sup>Aa</sup>	35,58 <sup>Aa</sup>	36,30 <sup>Aa</sup>	32,30 <sup>Ab</sup>	35,14
5	33,40 <sup>Ba</sup>	31,99 <sup>Ba</sup>	34,30 <sup>Aa</sup>	34,69 <sup>Aa</sup>	33,76
9	35,60 <sup>Aa</sup>	29,73 <sup>Bb</sup>	34,43 <sup>Aa</sup>	33,61 <sup>Aa</sup>	33,35
Médias	34,97	32,43	35,23	33,69	
CV(%)					4,92
Fibra em detergente neutro (% MS)					
0	81,20	80,82	81,96	79,79	80,94
5	80,75	78,25	79,37	79,79	79,54
9	82,04	72,47	82,83	79,70	79,26
Médias	81,34	77,19	81,39	79,76	
CV(%)					7,98
Lignina (% MS)					
0	5,81 <sup>Aa</sup>	5,86 <sup>Aa</sup>	6,50 <sup>Aa</sup>	4,58 <sup>Ab</sup>	5,69
5	4,52 <sup>Bb</sup>	3,92 <sup>Bb</sup>	5,65 <sup>Aa</sup>	5,82 <sup>Aa</sup>	4,98
9	5,55 <sup>Aa</sup>	4,72 <sup>Bb</sup>	5,26 <sup>Ba</sup>	4,45 <sup>Bb</sup>	4,99
Médias	5,29	4,83	5,80	4,95	
CV(%)					16,39
Proteína bruta (% MS)					
0	10,59	11,83	10,21	12,59	11,30
5	10,47	11,05	10,16	12,34	11,01
9	11,11	11,50	10,63	12,99	11,56
Médias	10,72 <sup>b</sup>	11,47 <sup>b</sup>	10,30 <sup>b</sup>	12,64 <sup>a</sup>	
CV(%)					9,03
Matéria orgânica (% MS)					
0	90,44	90,62	90,30	90,83	90,54
5	90,52	90,54	90,72	91,23	90,75
9	90,46	90,53	90,25	90,43	90,41
Médias	90,47	90,56	90,42	90,83	
CV(%)					2,52
Matéria mineral (% MS)					
0	9,56	9,38	9,71	9,17	9,46
5	9,48	9,46	9,28	8,77	9,25
9	9,54	9,47	9,76	9,58	9,59
Médias	9,52	9,43	9,58	9,17	
CV(%)					0,89

<sup>1</sup>FAU: feno de alta umidade sem tratamento; FAUAP: feno de alta umidade com aplicação de ácido propiônico, FAUU: feno de alta umidade com aplicação de uréia, FC: feno controle.

<sup>2</sup>CV (%): Coeficiente de variação

\*Médias seguidas de mesmas letras, minúsculas nas linhas, não diferem entre si (P>0,05) pelo teste Tukey-Kramer.



Registraram-se alterações das frações fibrosas nos fenos de Tifton 85 em decorrência da exposição aeróbia, com redução dos teores de fibra em detergente neutro e manutenção dos de fibra em detergente ácido na avaliação do corte de primavera (Tabela 7). Tal fato pode ter ocorrido devido a diminuição dos teores de hemicelulose durante a deterioração aeróbia, uma vez que dos componentes da fração fibrosa é o mais acessível para o ataque de enzimas (ROBERTSON & VAN SOEST, 1981; McDONALD et al., 1991).

No presente trabalho não foi observado efeito de tratamento e tempo para as características fibra em detergente neutro, matéria orgânica e matéria mineral (Tabela 7). A diminuição nos valores de fibra em detergente ácido observados no período de armazenamento dos fenos de Tifton 85 pode ter sido ocasionada pelas perdas de carboidratos solúveis no processo de deterioração aeróbia dos fenos de Tifton 85.

Estudos conduzidos por ROSA et al. (1998) e por FERNANDES et al. (2001), com fenos de gramíneas tropicais, evidenciaram efeitos da aplicação de uréia sobre os teores de fibra em detergente neutro e de hemicelulose dos fenos com conteúdo de umidade acima de 25%. FERNANDES et al. (2001) destacaram que a distribuição inadequada da solução nos fardos diminuiu a eficiência do tratamento, sobretudo nas porções mais secas das pilhas de fardos.

Verificou-se efeito de tratamento para o teor de proteína bruta nos fenos no corte de primavera. De maneira geral, as principais alterações nos conteúdos de compostos nitrogenados dos volumosos submetidos à amonização referem-se ao aumento nos teores de nitrogênio total (NT), de nitrogênio solúvel e da fração insolúvel em detergente ácido (REIS et al., 1990). Aumento no teor de proteína bruta está relacionado principalmente ao nitrogênio não-proteico, oriundo de uréia residual, uma vez que a maior parte do nitrogênio adicionado como uréia na conservação de plantas forrageiras pode ser recuperada, tanto como amônia, quanto como uréia (RYLEY, 1967). Assim sendo, no presente trabalho também foram observados maiores valores de proteína bruta nos fenos de alta umidade aditivados com uréia em relação aos demais tratamentos, não sendo observadas diferenças entre os mesmos.

Resultados semelhantes foram observados por REIS et al. (2001) e por ROSA et al. (1998), em estudos sobre a amonização de fenos de gramíneas tropicais utilizando uréia. A elevação do teor de proteína bruta no feno amonizado pode estar ligada à retenção de nitrogênio, e esta, à atividade ureolítica responsável pela transformação da uréia em amônia (SCHMIDT et al., 2003).

É oportuno destacar que a quantidade de uréia aplicada (1% da matéria verde) teve o propósito de produzir amônia anidra, e assim preservar o valor nutritivo dos fenos mediante a elevação do pH, bem como no metabolismo dos fungos (REIS e RODRIGUES, 1998, REIS et al., 1997). De acordo com SUNDSTOL e COXWORTH (1984) e REIS et al. (2002), ROTH et al. (2010) para se promover a alteração da composição química de fenos através do uso da uréia deve-se aplicar valores acima de 4,0% da matéria natural, garantindo assim altas concentrações de amônia anidra. Desta forma, as respostas dos volumosos ao tratamento com produtos hidrolíticos dependem de características inerentes à planta, como por exemplo, o poder tampão que determina a resistência dos volumosos às variações no pH (LAU e VAN SOEST, 1981; DIAS-DA-SILVA e GUEDES, 1990). Os efeitos da amonização devido à hidrólise alcalina são limitados pelo alto poder tampão das plantas, bem como pela quantidade de hidróxido de amônia formado durante o tratamento químico, sendo este fato diretamente influenciado pelo conteúdo de água dos volumosos e pela quantidade de produto aplicada (GROTHER et al., 1986, SILANIKOVE et al., 1989).

Em síntese, a utilização de uréia, na concentração de 1 % com base na matéria natural, em feno de Tifton 85 com alta umidade não preservou a qualidade desse volumoso, nas avaliações do corte de inverno, porém no corte de primavera a uréia manteve os valores das características avaliadas dentro dos consideráveis benéficos, demonstrando capacidade positiva de conservação da forragem. É oportuno salientar que alguns fungos podem utilizar a amônia como fonte de nitrogênio para o seu crescimento, e tal fato pode aumentar a população destes microrganismos (KASPERSSON et al., 1984, COLLINS, 1995). Todavia segundo os autores citados anteriormente, os fungos que utilizam a amônia como fonte de N não são

considerados deletérios para os animais, e pessoas que manuseiam forragens conservadas.

Além disto, no presente trabalho foram determinados os números de unidades formadoras de colônia, sem a identificação dos gêneros de fungos que ocorreram nos fenos. Em trabalhos nesta linha de pesquisa, REIS et al. (1997) observaram que a incidência de fungos dos gêneros *Aspergillus* e *Penicillium* diminuiu durante o armazenamento do feno de grama paulista (*Cynodon dactylon*), enfardado com alta umidade e tratado com 0,5 ou 1,0% de amônia anidra em relação a MS. Contudo, o uso de uréia (1,8% da MS) foi eficiente no controle de *Aspergillus*, não afetando a incidência de *Penicillium* durante o armazenamento. Da mesma forma, ROSA et al. (1998) observaram diminuição na incidência de *Aspergillus* no feno de braquiária decumbens, enfardado com alta umidade e tratado com amônia anidra (1,0% na MS) ou com uréia (0,9; 1,8% na MS).

A análise dos resultados evidenciou que a aplicação de ácido propiônico, na concentração de 1 % com base na matéria natural, em feno de alta umidade de Tifton 85 foi eficiente no controle do crescimento de fungos filamentosos aumentando o período de estabilidade aeróbia dos fenos tratados.

Estes dados estão de acordo com os de COLLINS (1995) que observaram que o ácido propiônico e outros ácidos orgânicos, quando aplicados em quantidades apropriadas, controlam o crescimento de fungos como *Aspergillus fumigatus* e de actinomicetos como *Micopolyspora faeni* e de *Thermoamicetos vulgaris*, agentes causadores da febre do feno. Em estudo conduzido no Canadá, BARON & GREER (1988) testaram seis produtos químicos para conservar o valor nutritivo do feno de alfafa armazenado com teor de água variando de 15 a 35%, e observaram que o uso de ácido propiônico (67%) mais amônia anidra (23%) foi eficiente em prevenir o aquecimento e reduzir as perdas na qualidade da forragem enfardada com alta umidade (35%). Na mesma linha de pesquisa, BARON & MATHISON (1990) observaram que o ácido propiônico parcialmente neutralizado com amônia, aplicado nas doses de 1,25 a 1,50% da MS dos fenos de alfafa com umidade superior a 25%,

não afetou as perdas de MS, apesar de ter controlado a temperatura e a população de microrganismos.

#### **4. Conclusão**

A aplicação de uréia na concentração de 1 %, com base na matéria natural, melhora composição bromatológica do feno de Tifton 85 com alta umidade por meio do aumento dos teores de proteína bruta.

O uso de ácido propiônico na concentração de 1 %, com base na matéria natural, promove redução das frações de fibra insolúvel em detergente ácido e lignina, bem como mantém a estabilidade aeróbia do feno de Tifton 85 com alta umidade.

## **CAPÍTULO 6 - IMPLICAÇÕES**

A conservação de forragem implica em perdas, algumas resultantes da ação mecânica, outras a partir de processos biológicos. As perdas totais acumuladas desde o corte da forragem até o fornecimento aos animais, geralmente representam de 20 a 30% do total de matéria seca disponível de forragem. Durante a confecção de feno, a maior parte das perdas ocorre no campo como resultado de ação mecânica e/ou chuvas. Já no caso de silagem, as perdas ocorrem principalmente durante o processo de fermentação, armazenamento e fornecimento.

O entendimento dos mecanismos que propiciem a manutenção do valor nutritivo da forragem, minimizando as perdas de nutrientes, ou mesmo alterações que resultem em desequilíbrio entre os nutrientes, é de fundamental importância para aumentar a eficiência da utilização de forragens conservadas, uma vez que nos sistemas de produção intensiva há limitações acentuadas para a produção de forragem de alta qualidade durante todo ano.

Minimizar as perdas no processo geralmente resulta em menor custo por tonelada de matéria seca de silagem e fenos produzidos. Dessa forma, no caso das gramíneas tropicais, a conservação na forma de silagem emurchecida ou feno de alta umidade poderia se comportar como uma eficiente opção de preservação da forragem. Daí a importância da continuidade de estudos relacionados ao uso de aditivos em forragens conservadas, como estratégia prática de minimização das perdas qualitativas desse material conservado.

## REFERÊNCIAS

- ALLI, I.; FAIRBAIRN, R.; BAKER, B.E. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, p.291-299, 1983.
- ANDRIOLI, I., CENTURION, J.F. Levantamento detalhado dos solos da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27, Brasília, 1999. **Anais...**, Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. 32p. (T025-3 CD-ROM)
- BALLET, N. et al. 1997. Effects of ammonia and urea treatments on digestibility and nitrogen content of dehydrated Lucerne. **Anim. Feed Sci. Technol.**, Amsterdam, v. 67, p. 69-82, 1997.
- BARON, V.S.; GREER, G.G. 1988. Comparison of six commercial hay preservatives under simulated storage conditions. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa. v.68, n.4, p.1195-1207.
- BARON, V.S., MATHISON, G.W. 1990. Yield, quality and preservation of moist hay subjected to rain-free and weathered conditions. **Can. J. Anim. Sci.**, Ottawa. v. 70, n. 2, p. 611-622.
- BERNARDES, T. F.; AMARAL, R. C. Do; NUSSIO, L. G. . Sealing strategies to control the top losses in horizontal silos. In: Zopollatto, M; Muraro, G M; Nussio, L G. (Org.). **International symposium on forage quality and conservation**. 1 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009, v. 1, p. 209-224.
- BOLSEN, K.K. et al. Biotechnology in the feed industry: evolution of silage and silage inoculants. In: ALLTECH'S ANNUAL SYMPOSIUM, 16., 2000, Nottingham. **Proceedings...** Nottingham: Nottingham University Press, 2000.
- BOLSEN, K.K.; DICKERSON, J.T.; BRENT, B.E. et al. Rate and extent of top spoilage in horizontal silos. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 2940-2962, 1993.
- BRITT, D.G.; HUBER, J.T.; ROGERS, A.L. Fungal growth and acid production during fermentation and re-fermentation of organic acid treated corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.58, p.532-539, 1975.

- BROWN, W.F.; ADJEI, M.B. Urea ammoniation effects on the nutritive value of Guineagrass (*Panicum maximum*) hay. **Journal Animal Science**, v.73, p.3085-3093, 1995.
- BURTON, G. W.; HANNA, W. W. Bermudagrass. In: BARNES, R. F.; MILLER, D. A.; NELSON, C. J. **Forages**. Iowa State: University Press, 1995. p. 421-430.
- CAÑEQUE, V., VELASCO, S., SANCHA, J.L. et al. Effect of moisture and temperature on the degradability of fiber and on nitrogen fractions in barley straw treated with urea. **Animal Feed Science and Technology**, v.74, p.241-258, 1998.
- CASTRO, C.R.C. **Relações planta-animal em pastagem de milheto (*Pennisetum americanum* (L.) Leeke) manejada em diferentes alturas com ovinos**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2000. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002.
- CASTRO, F G F, NUSSIO, L G, HADDAD, C M, CAMPOS F P, COELHO R M, MARI, L J, TOLEDO, P de A. Perfil microbiológico, parâmetros físicos e estabilidade aeróbia de silagens de capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.) confeccionadas com distintas concentrações de matéria seca e aplicação de aditivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.358-371, 2006b.
- COAN, R. M., REIS, R. A., PEDREIRA, M. dos S., ITURRINO, R. P. S., BERNARDES, T. F., POIATTI, M. L. Composição química e padrão de fermentação de silagens de tifton-85 com diferentes conteúdos de umidade. **Ars Veterinaria**, v.21, p.168-174, 2005.
- COLLINS, M. Hay preservation effects on yield and quality. 1995. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy Inc.**, Madison, Wisconsin. p.67-89.
- GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. Tratamento de volumosos de baixa qualidade para utilização na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO NACIONAL DOS ESTUDANTES DE ZOOTECNIA, 1998, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Associação Mineira dos Estudantes de Zootecnia, 1998. p.33-61.
- GREGORY, P.H., LACEY, M.E., FESTENSTEIN, G.N. et al. 1963. Microbial and biochemical changes during the moulding of hay. **J. Gen. Microbiol.**, 33(1):147-174.

GROTHEER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. et al. 1985. Effect of moisture level and injection of ammonia on nutrient quality and preservation of cost coastal bermudagrass hay. **J. Anim Sci.**, Amsterdam. v. 61, n. 6, p. 1370-1377.

GROTHEER, M.D., CROSS, D.L., GRIMES, L.W. et al. 1986. Effect of ammonia level and time of exposure to ammonia on nutritional and preservatory characteristics of dry and high-moisture coastal bermudagrass hay. **Anim. Feed Sci. And Technol.**, Amsterdam. v. 14, n. 1-2, p. 55-65.

DIAS-DA-SILVA, A.A., GUEDES, C.V.M. 1990. Variability in the nutritive value of straw cultivars of wheat, rye and triticale and response to urea treatment. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 29(1-2):79-89.

EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A. de; BERNARDES, T.F. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.941-946, 2000.

FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. **Journal of Dairy Science**, v. 48, n. 2, p. 249-251, 1965.

FERNANDES, L.O., REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. Quality of ammoniated *Brachiaria decumbens* hay. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS 21, São Pedro, SP, 2001, **Proceedings...** p.779-780.

FREESE, E.; SHEW, C.; GALLIERS, E. Function of lipophilic acids as antimicrobial food additives. **Nature**, v.241, p.321-325, 1973.

HENDERSON, N. Silages additives. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p. 35-56, 1993.

HENDERSON, A.R.; McDONALD, P.; WOOLFORD, M.K. Chemical changes and losses during the ensilage of wilted grass treated with formic acid. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.23, p.1079-1087, 1972.

HENNING, J.C., DOUGHERT, C.T., O'LEARY, J. et al. Urea for preservation of moist hay. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.31, n.3-4, p.193-204, 1990.



- HIGGINBOTHAM, G. E.; MULLER, S. C.; BOLSEN, K. K.; DePETERS, E.J. Effects of inoculants containing propionic acid bacteria on fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.2185-2192, 1998.
- HINDS, M.A.; BOLSEN, K.K.; BRETHOUR, J. et al. Effects of molasses/urea and bacterial inoculant additives on silage quality, dry matter recovery, and feeding value for cattle. **Animal Feed Science and Technology**, v.12, n.3, p.205-214, 1985.
- HONIG,H.; WOOLFORD,M.K. Changes in silage exposure to air. In: FORAGE CONSERVATION IN THE 80's, 1979, Brighton. **Proceeding...** Oxford: British Grassland Society, 1980. p.76-87.
- HLODVERSSON, R.; KASPERSSON, A. Nutrient losses during deterioration of hay in relation to changes in biochemical composition and microbial growth. **Animal Feed Science**, v.15, n.12, p.149-165, 1986.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36 (suplemento), p. 101-120, 2007.
- JONSSON, A.; PAHLOW, G. Systematic classification and biochemical characterization of yeast growing in grass silage inoculated with Lactobacillus cultures. **Animal Research and Development**, v.20, p.7-22, 1984.
- KASPERSSON, A., HLODVERSSON, R.PALMGREN, U. et al. 1984. Microbial and biochemical changes occurring during deterioration of hay and preservative effect of urea. **Swedish J. Agric. Res.**, Stockholm. v. 14, n. 1, p. 127-133.
- KUNG JR., L.; GRIEVE, D.B.; THOMAS, J.W. et al. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67, n.2, p.299-306, 1984.
- LAU, M.M., VAN SOEST, P.J. 1981. Titratable groups and soluble phenolic compounds as indicators of the digestibility of chemically treated roughage. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 6(1-2):123-131.
- LACEY, J.1975. Potencial hazards to animal and man from microorganisms in fodders and grain. **Trans. Br. Mycol. Soc.**,65(2):171-184.

- LACEY, J., LORD, K.A., CAYLEY, G.R. 1981 Chemical for preventing moulding in damp hay. **Anim. Feed Sci. and Technol.** 6(3): 323-336.
- LIMA, J A, VILELA, D., RESENDE, J.C. Produção de silagens de Cynodon. In: Vilela, D., Resende, J. C. de, Lima, J. **Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira**, 1 ed. CNPGL-EMBRAPA. Juiz de Fora –MG, 2005. p. 59-77.
- LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.51-66.
- MACDONALD, A.D., CLARK, E.A. 1987. Water and quality loss during field drying of hay. **Adv. in Agron.** 41:407-437.
- MAHANNA, B. Troubleshooting silage problems. In: STATE APPLIED NUTRITION CONFERENCE, 4., 1993, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: LaCrosse, 1993. p.1-21.
- MAHANNA, B. Proper management assures high-quality feeds. **Feedstuffs**, v.10, p.12-56, 1994.
- MANEGATTI, D.P., ROCHA, G.P., PAIVA, M.J.A. et al. Efeito de doses de nitrogênio sobre a produção de matéria seca e o valor nutritivo dos capins coast-cross, tifton 68 e tifton 85. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 1999, Porto Alegre. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD –ROM.
- McBETH, L.J., COFFEY, K.P., COMBLENTZ, W.K., et al. 2001. Impact of heating-degree accumulation during bermudagrass hay storage on nutrient utilization by lambs. **J. Anim. Sci.** v. 79, n. 10: 2698-2703.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON; S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- MOSER, L.E. 1995. Post-harvest physiological changes in forage plants. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p. 1-19.

MOSER, L.E. 1980. Quality of forages as affected by post-harvest storage and processing. In: **Crop quality storage, and utilization**. ASA, CSSA. Madison, Wisconsin. p.227-260.

MUCK, R.E. Inoculation of silage and its effects on silage quality. In: Informational conference with dairy and forage industries, 1996, Madison. **Proceedings...** Madison: USDFRC, 1996. p.43-51.

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

MUCK, R.E., SHINNERS, K.J. 2001. Conserved forage (silage and hay): progress and priorities. In: International Grassland Congress, XIX. 2001. São Pedro. **Proceedings...** Piracicaba: Brazilian Society of Animal Husbandry. p.753-762.

NASCIMENTO, J.M. **Efeitos da amonização sobre a ocorrência de fungos e composição química de fenos de *Cynodon dactylon* (L.) Pers.** Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 1994. 46p. Monografia (Trabalho de Zootecnia) - Universidade Estadual Paulista, 1994.

NEIVA, J.N.M.; GARCIA, R.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Desempenho de bovinos de corte alimentados com dietas à base de silagens e rolão de milho amonizados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.3, p.466-473, 1998.

NUSSIO, L. G., CAMPOS, F. P., PAZIANI, S. de F., SANTOS, F. A. P. Volumosos suplementares – estratégia de decisão e utilização. In: VANGELISTA, A.R.; SILVEIRA, P.J.; ABREU, J.G. **Forragicultura e pastagens: Temas em evidência**, Lavras: Editora UFLA, 2002a. p.193-232.

OSTLING, C.E.; LINDGREN, S.E. Inhibition of enterobacteria and *Listeria* growth by lactic, acetic and formic acids. **Journal of Applied Bacteriology**, v.75, n.1, p.18-24, 1993.

PASTORINI, L.H.; BACARIN, M.A.; ABREU, C.M. Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análise químicas. **Ciência Agrotécnica**, v.26, p.1252-1258, 2002.

PAHLOW, G.; MUCK, R.E.; DRIEHUIS, F.; OUDE ELFERINK, S.J.W.H.; SPOELSTRA, S.F. Microbiology of ensiling In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.;

- HARRISON, J.H. (Ed.). **Silage science and technology**. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.31-94.
- PARKER, R.B. **Methodology for determining quality of silage**. National Feed Ingredients Association, 1979. 33p.
- PASTORINI, L. H.; BACARIN, M. A.; ABREU, C. M. Secagem de material vegetal em forno de microondas para determinação de matéria seca e análises químicas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 26, n. 6, p. 1252-1258, Nov./Dec. 2002.
- PEDREIRA, C G S. Capins do gênero *Cynodon*: histórico e potencial para a pecuária brasileira. In: Vilela, D., Resende, J. C. de, Lima, J. ***Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira***, 1 ed. CNPGL-EMBRAPA. Juiz de Fora –MG, 2005. p. 33-58
- PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; MATOSO, J. et al. Efeito do tratamento da palha de milho com uréia ou amônia anidra, sobre o consumo de matéria seca e digestibilidade aparente dos nutrientes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 21, n.2, p.262-269, 1990.
- PEREIRA, O.G.; BERNARDINO, F.S. Controle de efluentes na produção de silagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.509-545.
- PEREIRA, J. R. A., REIS, R. A. Produção e utilização de silagem pré-secada. In: A.R., Evangelista. (Org.). **II Simpósio de Forragicultura**. Lavras, 2001, p. 235-254.
- PITT, R.E. **Silage and hay preservation**. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1990. 53p. (NRAES-5).
- RAYMOND, F., SHEPPERSON, G., WALTHAM, R. 1991. **Forage Conservation and Feeding**. Farming Press Limited. Wharfedale Road Ipswich, Suffolk. 3º ed. 208 p.
- REES, D.V.H. 1982. A discussion of sources of dry matter loss during the process of haymaking. **J. Agric. Eng. Res.**, London. v.27, n.4, p.469-479.
- REIS, R. A.; SIQUEIRA, G. R., ROTH; M. de T. P., ROTH; A. P. de T. P. Fatores que afetam o consumo de forragem conservada In: **Produção e utilização de forragens conservadas**. 1 ed.Maringá : Masson, 2008, v.01, p. 09-40.

REIS, R. A.; da SILVA, S. C. Consumo de forragens In: **Nutrição de Ruminantes**. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP: 2006, v.1, p. 79-109.

REIS, R. A.; MELO, G. M. P.; BERTIPAGLIA, L. M. A.; OLIVEIRA, A. P. **Produção de fenos *Cynodon***. In: Vilela, D., Resende, J. C. de, Lima, J. *Cynodon: Forrageiras que estão revolucionando a pecuária brasileira*, 1 ed. CNPGL-EMBRAPA. Juiz de Fora – MG, 2005. p. 79-131.

REIS, R. A.; BERNARDES, T. F; SIQUEIRA, G. R. Tecnologia de produção e valor alimentício de silagens de capins tropicais. In: Jobim, C C, Cecato, U, Canto, M W do. (Org.). **II Simpósio sobre produção e utilização de forragens conservadas**. 01. ed. Maringá, 2004, v. 1, p. 34-74.

REIS, R. A., ROSA, B., MOREIRA, A. L. Tratamento químico de volumosos: Amonização. In: Obeid, J A, Pereira, O G, Fonseca, D M da, Nascimento Júnior, D do. (Org.). **Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem**. Viçosa, 2002, v. 1, p. 407-436.

REIS et al., 2001, REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A., PEREIRA, J.R.A et al. 2001. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. 2. Compostos nitrogenados. **Rev. bras. zootec.**, 30(3):682-686.

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; RIGGIERI, A.C. et al. Avaliação de fontes de amônia para o tratamento de fenos de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1998. p.563-565.

REIS, R.A.; PANIZZI, R.C.; ROSA, B. et al. Efeitos da amonização na ocorrência de fungos, composição química e digestibilidade in vitro de fenos de grama seda (*Cynodon dactylon* (L.) Pers). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.3, p.454-460, 1997.

REIS, R.A., ANDRADE, P., RODRIGUES, L.R.A. et al. 1995. Palha de arroz e feno de braquiária amonizados e suplementados com energia ou proteína na alimentação de bovinos. **R. Soc. Bras. Zootec.**, 24(5):832-840.

- ROSA, B., REIS, R.A., PANIZZI, R.C. et al. 1998. Preservação do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Rev. Bras. Zoot.** 27(4): 691-694.
- REIS, R. A.; da SILVA, S. C. Consumo de forragens In: **Nutrição de Ruminantes**. Berchielli, T.T., Vaz Pires, A., Oliveira, S.G. (ed.) 1ª ed. Jaboticabal: FUNEP: 2006, v.1, p. 79-109.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1998. Aditivos para a produção de fenos. In: Moura, A.S.A.M.T. et al. (eds). Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 35. Botucatu-SP, 1998. **Anais...**, Botucatu:SBZ.p. 109-152.
- REIS, R.A., RODRIGUES, L.R.A. 1992. Uso de conservantes em fenos com alto teor de umidade. In: Semana de Zootecnia. A interação, solos, pastagens e nutrição animal. XIV. **Anais...**, Fukushima, R. (ed.). Fundação Cargill. Pirassununga. p.77-89.
- ROBERTS, C.A. 1995. Microbiology of stored forages. In: Post-harvest physiology and preservation of forages. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). **American Society of Agronomy Inc.**, Madison, Wisconsin.p.21-38.
- ROTH, M de T P; REIS, R A; RESENDE, F D de; SIQUEIRA, G R; PIRES, A J V; BERTIPAGLIA, L M A. Chemical treatment of post-harvest Marandu grass seed residues with different moisture contents. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 39, p. 479- 486, 2010.
- ROTZ,C.A. 1995. Field curing of forages. In: **Post-harvest physiology and preservation of forages**. Moore, K.J., Kral, D.M., Viney, M.K. (eds). American Society of Agronomy Inc., Madison, Wisconsin. p. 39-66.
- ROTZ, C.A., THOMAS, J.C. **Chemical preservation of forages: techniques and economics**. Michigan: Cooperative Extension Service. Michigan State University, 1984. 4p. (Extension Bulletin E-1994).
- ROTZ, C.A.; THOMAS, J.W.; DAVIS, R.J. et al. Preservation of alfalfa hay with urea. **Applied Engineering in Agriculture**, v.6, n.6, p.679-686, 1990.
- SAHNOUNE, S., BESLE, J.M., CHENOST, M. et al. 1991. Treatment of straw with urea. 1. Ureolysis in a low water medium. **Anim. Feed Sci. Technol.** , 34(12):75-93.

- SINGH, A.P.; PANDITA, N.N. Studies on fermentation of sorghum silage during storage, and its effect on milch animals. **Animal Feed Science and Technology**, v.9, n.3, p.143-148, 1983.
- SILANIKOVE, N., COHEN, O., LEVANON, D. et al. 1988. Preservation and storage of green panic (*Panicum maximum*) as moist hay with urea. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 20(2):87-96.
- SCHIERE, J.B., NELL, A.J. 1993. Feeding of urea treated straw in the tropics. I. A review of its technical principles and economics. **Anim. Feed Sci. Technol.**, 43(1-2):135-147.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 335p.
- SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1988, Pirassununga. **Anais...** Campinas: Fundação Cargil, 1988. p.119-134.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F., SIGNORETTI, R. D.; REIS, R. A.; RESENDE, F. D. de. A produção de volumosos conservados como componente do sistema de produção de bovinos de corte In: **V Simpósio de Pecuária de Corte: Alternativas para os novos desafios**, 1 ed., Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2007, v.1, p. 165-227.
- SIQUEIRA, G. R.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A. Instabilidade Aeróbica de Silagens: Efeitos e Possibilidades de Prevenção. In: Reis, R. A., Siqueira G. R., Bertipaglia, L. M. A., Oliveira, A. P., Melo, G. M. P., Bernardes, T. F. **Volumosos na Produção de Ruminantes**, 1 ed. Jaboticabal, 2005 v. 1, p. 25-60.
- SOLLENBERGER, L. E., REIS, R. A., NUSSIO, L. G., CHAMBLISS, C. G., KUNKLE, W. E. **Conserved Forage**. In: Warm Season C4 Grasses. Agronomy American Society, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America. (Org.) 01. ed. Madison, Wisconsin, 2004, v. 1, p. 355-387.
- SOLLENBERGER, L.E.; REIS, R.A.; NUSSIO, L.G. et al. **Conserved forage**. In: MOSER, L.E.; BURSON, B.L.; SOLLENBERGER, L.E. (Eds.) Warm season grasses. Madison: American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, 2003. p.355-387.

- SPOELSTRA, S.F. 1983. Inhibition of clostridial growth by nitrate during the early phase of silage fermentation. **J. Sci. Food Agr.**, 34: 145-152.
- SUNDSTOL, F.; COXWORTH, E.M. Ammonia treatment. In: SUNDSTOL, F.; OWEN, E. (Ed). **Straw and other fibrous products as feed**. Amsterdam: Elsevier, 1984, p.196-247.
- ROBERTSON, J.B.; Van SOEST, P.J. The detergent system of analysis and its application to human foods. In: JAMES, W.P.T.; THEANDER, O. (Eds.) **The analysis of dietary fiber in food**. New York: Marcel Dekker, 1981. p.123-158.
- VIEIRA, P. F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 1980.
- VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: SIMPÓSIO SOBRE ADITIVOS NA PRODUÇÃO DE RUMINANTES E NÃO-RUMINANTES, Botucatu, 1998. **Anais**. Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.
- VILELA, D.; ALVIM, M. J. Manejo de pastagens do gênero *Cynodon*: introdução, caracterização e evolução do uso no Brasil. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 15. 1998, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ:ESALQ, 1998. p. 23-54.
- UMAÑA, R.; STAPLES, C.R.; BATES, D.B. et al. Effects of the digestibility of bermudagrass ensiled at two moisture contents. **Journal of Animal Science**, v.69, n.11, p.4588-4601, 1991.
- WILSON, R.K. A rapid accurate method for measuring volatile fatty acids and lactic acid in silage. Ruakura: **Animal Research Institute**. p.1-12, 1971.
- WOOLFORD, M.K.; PAHLOW, G. 1998. The silage fermentation. In: **Microbiology of fermented foods**. London:Blackie, B.J.B., (Ed), 73-102.
- WOOLFORD, M.K. The detrimental effects of air on silage. **Journal of Applied Bacteriology**, v.68, p.101-116, 1990.
- WOOLFORD, M.K. 1984. **The silage fermentation**. New York, Marcel Dekker. p.23-132.