



Características de fermentação e composição químico-bromatológica de silagens de capim-tifton 85 confeccionadas com cinco teores de matéria seca¹

Flávio Geraldo Ferreira Castro², Luiz Gustavo Nussio³, Cláudio Maluf Haddad³, Fábio Prudêncio de Campos⁴, Rodrigo Michelin Coelho⁵, Lucas José Mari⁶, Paulo de Almeida Toledo⁷

¹ Parte da tese de Doutorado do primeiro autor apresentada à USP/ESALQ - Piracicaba, SP. Financiamento: CAPES e Fazenda Água Comprida - MG.

² Doutor em Agronomia - Agrocria Com. e Ind. Ltda - Goiânia - GO.

³ Departamento de Zootecnia - USP/ESALQ. Av Pádua Dias, 11, CEP: 13418-900- Piracicaba, SP.

⁴ Instituto de Zootecnia - IZ, Rua Heitor Penteado, 56 CP.60, CEP: 13460-000 - Nova Odessa, SP.

⁵ Agroceres Nutrição Animal - Belo Horizonte - MG.

⁶ Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens, USP/ESALQ

⁷ Fazenda Água Comprida, C.P. 174 - CEP: 38010-010 - Uberaba, MG.

RESUMO - Objetivou-se avaliar o efeito do emurchecimento e da aplicação de aditivo bacteriano-enzimático (ABE) ou ácido propiônico tamponado (APT) sobre as características de fermentação e a composição química da silagem de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) armazenada em forma de fardos retangulares revestidos de filme plástico. Foram confeccionadas cinco silagens (250, 350, 450, 550 e 650 g/kg MS) sem aplicação de ABE (SA), três (250, 450 e 650 g/kg MS) com aplicação de ABE (CA) e uma (650 g/kg MS) foi pulverizada com uma solução contendo APT. As amostras foram colhidas nos tempos zero hora antes da ensilagem e 6, 12 horas, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 90 e 180 dias após a ensilagem, para se estabelecer a tendência das características de fermentação e composição química. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, em parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos os fatores das parcelas, arranjados em esquema fatorial 5 x 2 incompleto. O emurchecimento a teores médios de MS (450 g/kg MS) favoreceu os parâmetros de fermentação (pH, N-NH₃ e poder tampão) e a composição química das silagens de capim-tifton 85. O uso de APT não melhorou as características qualitativas de fermentação e a composição química das silagens. A utilização de ABE apresentou mínimos benefícios somente nas silagens contendo elevado teor de matéria seca (650 g/kg MS), sendo ineficiente para forragens contendo alto teor de umidade (250 g/kg MS).

Palavras-chave: ácido propiônico, aditivo bacteriano, emurchecimento

Fermentation characteristics and chemical composition of tifton 85 silages with different dry matter contents

ABSTRACT - The objectives of this study were to evaluate the effects of wilting and the application of bacterial enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA) on the fermentation characteristics and chemical composition of Tifton 85 (*Cynodon* spp.) silage stored in big square bales wrapped with plastic sheet. The experimental treatments were: five forage dry matter contents (250, 350, 450, 550 and 650 g/kg DM) without BEA (WoA), three forage dry matter contents (250, 350 and 650 g/kg DM) with BEA (WA) and an wilted forage (650 g/kg DM) sprayed with BPA. Corn silage samples were taken after 0, 6 and 12 hours and 1, 2, 4, 8, 16, 32, 90 and 180 days of storage to assay for the fermentation and chemical characteristics time trends. The experimental design was completely randomized with three replications with a split plot feature of experimental treatments as main plots and fermentation times as split plot treatments. Wilting to 450 g/kg DM did improve fermentation parameters (pH, N-NH₃ and buffering capacity) and chemical composition of Tifton grass silages. BPA addition did not improve the silage fermentation parameters neither chemical composition. The addition of BEA showed marginal benefits only in the high dry matter content silages (650 g/kg DM), with no significant changes in low dry matter silages (250 g/kg DM).

Key Words: wilting, microbiological additive, propionic acid

Introdução

As forragens tropicais caracterizam-se pela elevada produção de massa seca, com estacionalidade marcante entre as estações das “águas” e das “secas”. A distribuição desuniforme de produção indica grande potencial para

conservação de forragens, tanto por meio da ensilagem como pela fenação. Entretanto, somente nos últimos anos, a silagem de gramíneas tropicais conquistou seu espaço nos sistemas de produção de bovinos no país, embora estudos específicos envolvendo a ensilagem dessas gramíneas tenham sido realizados desde o final da década

de 60 (Balsalobre et al., 2001). O provável motivo da reduzida utilização de silagens de gramíneas tropicais parece ter sido a falta de equipamentos apropriados para o corte e a colheita de plantas de alto potencial de produção. Nos últimos 15 anos, algumas empresas nacionais passaram a desenvolver e produzir equipamentos de maior capacidade operacional, viabilizando o uso de silagens em maior escala. Nos países da Europa, mais de 90% da forragem produzida é armazenada na forma de silagem.

Quantidades adequadas de substrato fermentescível, poder tampão relativamente reduzido e conteúdo de matéria seca acima de 300 g/kg MS são características importantes para obtenção de padrões desejáveis de fermentação e conservação de forragens por meio da ensilagem (McDonald et al., 1991). Considerando a importância desses fatores inerentes a forragens tropicais, na ensilagem deve-se considerar que essas gramíneas apresentam baixas concentrações de carboidratos solúveis (CHO), inferiores às das gramíneas temperadas, e pequenos teores de matéria seca nos estádios de crescimento em que apresentam bom valor nutritivo (McDonald et al., 1991). Essas características prejudicam o processo de conservação e podem promover fermentações secundárias, refletindo negativamente em perdas de matéria seca (McDonald et al., 1991). Limitações dessa natureza podem ser parcialmente controladas pelo aumento na porcentagem de matéria seca, pelo emurchecimento ou pela utilização de aditivos que contribuam para acelerar e estabilizar a fermentação: os aditivos bacterianos e as enzimas. Nos Estados Unidos e na Europa, essas técnicas têm sido bastante utilizadas com a finalidade de atenuar esses problemas, tanto de umidade quanto de baixa concentração de açúcares.

A técnica do emurchecimento possibilita a ensilagem de plantas forrageiras colhidas com baixo teor de matéria seca, em um processo simples, em que as fermentações indesejáveis são facilmente controladas pela diminuição da atividade de água (Aa) ou elevação da pressão osmótica (McDonald et al., 1991). Monteiro (1999) sugere que a elevação no teor de matéria seca para 350 a 400 g/kg seria fator determinante da boa qualidade da silagem emurchecida.

Outra alternativa para melhoria do padrão fermentativo de silagens seria o uso dos aditivos bacterianos, adicionados durante a ensilagem de forragens para estimular a fermentação láctica, resultando em rápida e intensiva produção de ácido láctico, acelerando a queda de pH, melhorando a preservação e minimizando perdas (Pitt, 1990). O uso de aditivos bacterianos ou enzimáticos tem-se mostrado eficiente em acelerar o processo de fermentação, reduzir a perda de nutrientes e a degradação de proteína e melhorar

a digestibilidade da fibra e o valor nutritivo das silagens (McDonald et al., 1991). Contudo, há muitos resultados contraditórios para diversas forragens tropicais.

Atualmente, na Europa e nos Estados Unidos, os aditivos bacterianos são os mais comumente utilizados na ensilagem de milho, gramíneas e leguminosas, que podem ser emurchecidas até níveis superiores a 300 g/kg MS. Essa associação entre emurchecimento e uso de aditivos visa melhorar a fermentação e o valor nutritivo da silagem (Mühlbach, 2000). Entretanto, não há aditivos eficientes para o controle da instabilidade aeróbia das silagens, mas a adição dos ácidos propiônico e benzóico pode, em alguma extensão, melhorar a estabilidade (Lindgren, 1999). 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).

Os objetivos neste estudo foram determinar os efeitos do emurchecimento e do uso de aditivos (bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado) na ensilagem do capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.) sobre as características de fermentação e a composição químico-bromatológica da silagem produzida.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Água Comprida (Água Comprida/MG), localizada nas coordenadas 19° 56' 45" de latitude sul e 48° 02' 15" de longitude oeste. Os solos da região são de textura muito argilosa, Latossolo Roxo Distrófico (Prado, 1997), e o clima pode ser classificado como Aw, isto é, tropical úmido (verão chuvoso e inverno seco), segundo o sistema de Köppen. A região apresenta precipitação média anual de 1.200 a 1.500 mm e temperaturas médias de 21 a 22°C (Prado, 1997).

A área escolhida para colheita da forragem e confecção das silagens foi uma gleba destinada à produção de feno, estabelecida em 1996 com capim-tifton 85 (*Cynodon* sp.). A área foi previamente fertilizada com 358 kg/ha da fórmula 30-00-20 (N-P-K) logo após o último corte que antecedeu o ensaio e recebeu fertilização corretiva anual para apresentar 30 ppm de fósforo, 75% de saturação por bases e nível de potássio em torno de 5% da capacidade de troca catiônica.

As silagens foram confeccionadas entre os dias 15 e 21 de fevereiro de 2000. As condições climáticas predominantes nesses dias foram satisfatórias, com temperatura média de 26,5°C e umidade relativa do ar em torno de 73%. A forragem foi colhida com idade fisiológica equivalente a 35 dias de crescimento vegetativo. O material foi ceifado com

uma segadora condicionadora, marca CASE, modelo 8850 HP, equipada com condicionador de rolos de metal. O material foi submetido ao emurchecimento visando obter teores crescentes de matéria seca na ensilagem. 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). Quando o teor de matéria seca foi alcançado, o material foi picado em partículas de aproximadamente 8 cm e enfardado em forma cúbica (140 cm comprimento x 120 cm de largura x 70 cm de altura), mediante o uso de enfardadora, marca CLAAS, modelo Quadrant 1200 RC. Imediatamente, os fardos foram envolvidos automaticamente (embaladora, marca REKORD, modelo Q-Pack 120) com seis camadas de filme plástico (TRIOPLAST AB, modelo Triowrap, 75 cm x 0,0025 cm) com 50% de sobreposição.

Os tratamentos consistiram de cinco silagens (200-300, 300-400, 400-500, 500-600 e 600-700 g/kg MS), confeccionadas sem (SA) aditivo bacteriano-enzimático comercial (Sil-All – ALLTECH INC.) (ABE); três com aplicação (CA) de teores baixo, médio e alto (200-300, 400-500 e 600-700 g/kg MS, respectivamente) de ABE; e uma com alto teor de matéria seca, obtido por emurchecimento da forragem (600-700 g/kg MS), que foi pulverizada externamente com 0,011 mL/cm² de ácido propiônico tamponado (APT), antes do revestimento com filme plástico. Portanto, os tratamentos foram constituídos de distintas concentrações de MS, sem ou com aditivo bacteriano-enzimático (SA e CA, respectivamente) (250SA, 350SA, 450SA, 550SA, 650SA, 250CA, 450CA, 650CA e 650APT). As amostras foram colhidas à zero hora antes da ensilagem e 6, 12 horas, 1, 2, 4, 8, 16, 32, 90 e 180 dias após a ensilagem, para se estabelecer a tendência das características de fermentação e composição química.

O aditivo utilizado apresentou os seguintes níveis de garantia declarados: $1,0 \times 10^9$ unidades formadoras de colônias (UFC) de *Streptococcus faecium*/g; $1,0 \times 10^9$ UFC de *Lactobacillus plantarum*/g; $1,0 \times 10^8$ UFC de *Pediococcus acidilactici*/g e as enzimas hemicelulase, celulase e amilase. Dois litros e meio de solução a 5 g/L foram aplicados por tonelada de forragem, segundo recomendações do fabricante. Essa solução foi aspergida utilizando-se um sistema de bomba de diafragma ligada a dois bicos aspersores acoplados à plataforma de recolhimento da enfardadora imediatamente antes do enfardamento da forragem.

Os fardos foram amostrados empregando-se um amostrador do tipo “core sampler” (50 cm de comprimento x 6 cm diâmetro) acoplado a uma motosserra. Amostras foram tomadas nos tempos pré-estabelecidos antes e após o revestimento dos fardos com filme plástico. Também

foram coletadas amostras da forragem que deu origem a cada tratamento no momento da ceifa do material. Os dados obtidos foram utilizados como covariável para a avaliação da evolução temporal dos tratamentos. Aos 90 e 180 dias não foram amostradas as silagens 350SA, 250CA e 650APT.

A temperatura interna do fardo (°C) foi tomada no momento da amostragem, utilizando-se um termômetro de bulbo mercúrio, colocado (°C) com o auxílio de uma sonda na porção superior de cada fardo.

A leitura do pH do extrato aquoso foi tomada de acordo com o procedimento descrito a seguir: uma fração de 25 g de amostra foi misturada a 450 mL de água deionizada, para obtenção de um extrato aquoso, do qual foi realizada a leitura do pH com o uso de um peagâmetro. Amostras do material original (ceifa) e dos fardos foram utilizadas para determinação do teor de matéria seca (TMS) e do poder tampão (PT), segundo metodologia descrita por Playne & McDonald (1966), além dos teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) (AOAC, 1984) e N-NH₃ (g/kg N) (Chaney & Marbach, 1962). O TMS foi determinado pela secagem da amostra em estufa de circulação forçada a 55°C, seguida de correção a 105°C.

As frações fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina foram avaliadas segundo o método seqüencial de determinação da fração fibrosa descrito por Holden (1999), utilizando-se o equipamento ANKON (ANKON Technology, INC). As frações nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram estimadas de acordo com Krishnamoorth et al. (1982) e com a concentração de nutrientes digestíveis totais (NDT), segundo a equação descrita por Weiss et al. (1992), ajustada pelo NRC (2001).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com três repetições, arranjas em esquema fatorial 5 x 2 incompleto, em parcelas subdivididas no tempo, sendo os tratamentos os fatores das parcelas e o tempo, as subparcelas. Além dos fatores, foram incorporadas ao modelo duas co-variáveis: uma correspondente à composição original da forragem (ceifa) e outra ao teor de matéria seca original obtida nos fardos amostrados.

O modelo proposto foi analisado pelo PROC GLM do SAS (SAS, 1988) e os valores médios foram estimados pelo LSMEANS do mesmo sistema. Para comparações específicas de grupos de tratamentos, aplicou-se o teste F para contrastes, a partir do desdobramento dos graus de liberdade. Os objetivos foram comparar os tratamentos com e sem aditivos e o tratamento 650APT àqueles com mesmo teor de matéria seca, sem (650SA) e com (650CA) aditivo bacteriano-enzimático, e verificar quais apresentaram maiores benefícios com o uso dos aditivos avaliados.

Resultados e Discussão

O pH foi influenciado pelo conteúdo de matéria seca das silagens, apresentando declínio mais acentuado e menores valores finais nas silagens com 250 a 550 g/kg MS (Tabela 1).

No maior teor de matéria seca, tanto na silagem sem aditivo bacteriano-enzimático (650SA) como na tratada com ácido propiônico tamponado (650APT), o pH permaneceu praticamente inalterado. O emurchecimento determinou menor intensidade do processo de fermentação, traduzido pelo aumento do pH, com o incremento do conteúdo de MS da forragem ensilada, corroborando os relatos encontrados na literatura (Wyss, 1999; Evangelista et al., 2000). Segundo relatos de McDonald et al., (1991), o aumento do pH ocorre porque o incremento do teor de matéria seca tem efeito direto sobre a contagem total de bactérias lácticas e a taxa de fermentação.

Nos tratamentos com 450 e 550 g/kg MS, foram observadas condições favoráveis para o declínio do pH (Tabela 1). Pela análise de contrastes, o uso de ABE (CA) favoreceu a redução do pH apenas nas silagens com médio e alto teores de matéria seca (450 e 650 g/kg MS) amostradas aos 4 e 90 dias após a ensilagem ($P < 0,05$). O uso de ácido propiônico tamponado não alterou o pH ($P > 0,05$) em relação ao tratamento 650SA em nenhum dos tempos de estocagem avaliados. Entretanto, o pH se elevou ($P < 0,05$) no tratamento 650CA à zero hora antes da ensilagem e aos 4 e 32 dias de estocagem.

O efeito do uso de aditivo bacteriano-enzimático (CA) sobre o pH das silagens está de acordo com a literatura, que aponta a efetividade deste tipo de aditivo em reduzir o pH somente quando associado ao adequado teor de matéria seca da forragem ensilada. Neste estudo, o CA foi efetivo nos teores de matéria seca médio e alto. O'Kiely et al. (1999) não observaram efeitos positivos de aditivos sobre o pH quando

Tabela 1 - Médias dos valores de pH de silagens do capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)

Table 1 - Mean values of pH from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) of bacterial-enzymatic additive or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content g/kg MS (g/kg DM)	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)											
	0 h	6 h	12 h	24 h	2 d	4 d	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	
	pH											
	Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive											
250	6,16d ¹	6,15b	6,15b	6,00b	5,89b	5,69d	5,55d	5,45de	5,23bc	4,84c	4,72c	
350	6,31c	6,23ab	6,42ab	6,36a	6,06ab	6,10c	5,66cd	5,37de	5,18bc	ND ²	ND	
450	6,42abc	6,46a	6,46a	6,46a	6,46a	6,4a	6,12ab	5,77cde	5,49b	5,18c	5,03bc	
550	6,33bc	6,54a	6,54a	6,48a	6,39ab	6,42a	6,02abc	5,77cde	5,43bc	5,18c	5,23bc	
650	6,45ab	6,39ab	6,39ab	6,43a	6,45a	6,39ab	6,26ab	6,32a	6,27a	6,40a	6,20a	
	Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive											
250	6,13d	6,37ab	6,37b	6,19ab	6,23ab	6,03c	5,90bcd	5,82bcd	5,37bc	ND	ND	
450	6,49a	6,52a	6,52a	6,45a	6,22ab	5,91cd	5,62d	5,32e	5,07c	4,91c	4,94bc	
650	6,31bc	6,49a	6,49a	6,40a	6,36ab	6,15abc	6,37a	6,13abc	5,91a	5,78ab	5,56ab	
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application											
650	6,41abc	6,37ab	6,37ab	6,41a	6,39ab	6,37ab	6,28a	6,28ab	6,22a	ND	ND	
Contrastes (Contrast)												
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	ns	*	ns	
650APT x 650SA (650BPA x 650WoA)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ND	ND	
650APT x 650CA (650BPA x 650WA)	* ⁴	ns	ns	ns	ns	*	ns	ns	*	ND	ND	

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem ($P > 0,05$) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo ($P > 0,05$) pela análise de contrastes.

⁴Significativo ($P < 0,05$) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ ($P > 0,05$) by LSmeans.

² ND = not determined.

³ ns = not significant ($P > 0,05$) by contrasts analysis.

⁴ Significant ($P < 0,05$) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA -Without bacterial-enzymatic additive).

aplicados em condições desfavoráveis, ou seja, alto teor de umidade, baixa concentração de carboidratos solúveis e alto poder tampão. Mühlbach (2000) destacou que, na Europa e nos Estados Unidos, os aditivos bacterianos são usados principalmente em associação à forragem emurchecida contendo teores superiores a 300 g/kg de MS.

O incremento do teor de MS reduziu ($P<0,05$) o poder tampão (PT) às 12 horas e aos 8 e 180 dias de estocagem (Tabela 2). Estes menores valores de PT são esperados em silagens emurchecidas, visto que o processo de desidratação a que se submete a forragem normalmente destrói ácidos orgânicos fracos, co-responsáveis pelo poder tampão (McDonald et al., 1991). Os dados da literatura, quanto aos efeitos do emurchecimento sobre o PT, são conflitantes. Berto & Mühlbach (1997) verificaram redução no PT com o incremento do teor de MS da aveia preta, enquanto Tosi et al. (1995) observaram aumento com o emurchecimento do

capim-elefante. O efeito do emurchecimento sobre o PT parece estar associado à espécie vegetal e aos teores de MS inicial e final. Pela análise dos contrastes estabelecidos, o uso de ABE (CA) elevou ($P<0,05$) o PT aos 4 e 180 dias de estocagem para os teores baixo e médio de matéria seca e reduziu ($P<0,05$) o PT no maior teor de MS nos mesmos tempos de estocagem. O uso de APT não alterou ($P>0,05$) o PT das silagens 650SA e 650CA durante todo o período avaliado.

Os tratamentos com maior teor de matéria seca (650 g/kg MS, SA e com APT) apresentaram maiores valores de temperatura, provavelmente em razão da maior aeração da massa, estando de acordo com os relatos de McDonald et al. (1991). O uso de ABE foi efetivo ($P<0,05$) em reduzir a temperatura interna das 12 horas até os 8 dias de estocagem, quando não houve mais efeito ($P>0,05$) dos tratamentos sobre esse parâmetro (Tabela 3). O uso de APT não alterou

Tabela 2 - Médias dos valores do poder tampão (PT) de silagens do capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)

Table 2 - Mean values of buffering capacity from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content g/kg MS (g/kg DM)	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)										
	0 h	6 h	12 h	24 h	2 d	4 d	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d
	Poder tampão (g/kg MS) Buffering capacity (g/kg DM)										
	Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive										
250	159a ¹	116a	196a	142a	162ab	182a	228a	139dc	299ab	9b	428a
350	119a	103a	159ab	131a	141ab	126a	205ab	55c	208c	ND ²	ND
450	140a	121a	171ab	134a	141ab	114a	142b	167cd	190c	21b	143d
550	149a	120a	99b	157a	193ab	119a	164b	248bc	199c	152a	230bc
650	171a	139a	95b	163a	197ab	146a	153b	332ab	253abc	110a	308b
	Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive										
250	135a	85a	145ab	130a	117b	198a	282a	169cd	337a	ND	ND
450	133a	98a	125ab	157a	143ab	128a	176b	172cd	182c	148a	217cd
650	170a	124a	111ab	150a	166ab	124a	146b	261ab	223bc	110a	230bc
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application										
650	180a	159a	113ab	195a	203a	151a	183b	368a	257abc	ND	ND
Contraste Contrast											
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	ns	ns	ns	ns	* ⁴	ns	Ns	ns	ns	*
650APT x 650SA(650BPA x 650WoA)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ND	ND
650APT x 650CA(650BPA x 650WA)	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	Ns	ns	ND	ND

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem ($P>0,05$) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo ($P>0,05$) pela análise de contrastes.

⁴*Significativo ($P<0,05$) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ ($P>0.05$) by LSmeans.

² ND = not determined.

³ ns = not significant ($P>0.05$) by contrasts analysis.

⁴* Significant ($P<0.05$) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA - Without bacterial-enzymatic additive).

($P>0,05$) a temperatura interna em relação ao tratamento 650SA, mas elevou ($P<0,05$) este parâmetro em relação ao tratamento 650CA, às 12 horas e aos 1, 2 e 8 dias de estocagem. Portanto, o uso de APT não proporcionou o efeito esperado de redução na temperatura da massa, talvez porque a aplicação foi feita apenas na superfície externa do fardo, como evidenciado por Pitt (1990).

O teor de FDN decresceu ($P<0,05$) com o aumento do conteúdo de matéria seca das silagens, à zero hora antes da ensilagem e 16 dias após, mas esse parâmetro sofreu acréscimo ($P<0,05$) com o incremento do conteúdo de MS aos 8 e 32 dias. Aos 90 e 180 dias de estocagem não houve diferença significativa ($P>0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4). Evangelista et al. (2000) verificaram redução da FDN com o aumento do conteúdo de MS do capim-grama estrela roxa (*Cynodon nlemfuensis*) ensilado. Os valores observados por esses autores foram superiores aos deste estudo. O uso de ABE elevou ($P<0,05$) o teor de FDN aos 8

dias pós-ensilagem, não sendo efetivo ($P>0,05$) nos demais tempos de estocagem. O uso de APT não alterou ($P>0,05$) o conteúdo de FDN das silagens. Berto & Mühlbach (1997) não observaram efeito do emurchecimento e uso de ABE sobre o conteúdo de FDN de silagem de aveia preta.

O emurchecimento e o uso de ABE não alteraram ($P>0,05$) o conteúdo de FDA das silagens (Tabela 4). Os resultados obtidos neste estudo estão de acordo com os reportados por Evangelista et al. (2000), que não notaram variação decorrente do emurchecimento nos teores FDA das silagens de capim-grama estrela, porém verificaram menores valores que deste ensaio. Henrique & Bose (1992) não observaram variação nos teores de FDN e FDA com o uso de ABE na silagem de capim-elefante, mas os valores obtidos foram próximos aos verificados neste estudo. O uso de APT reduziu ($P<0,05$) a concentração de FDA da silagem 650SA aos 16 dias, mas não teve efeito ($P>0,05$) nos demais tempos de estocagem.

Tabela 3 - Médias dos valores de temperatura ($^{\circ}\text{C}$) de silagens de capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático e ácido propiônico tamponado (APT)

Table 3 - Mean values of temperature ($^{\circ}\text{C}$) from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content g/kg MS (g/kg DM)	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)											
	0 h	6 h	12 h	24 h	2 d	4 d	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	
	Temperatura ($^{\circ}\text{C}$) Temperature											
	Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive											
250	34,0b ¹	34,0bc	34,0cd	37,7bcd	37,0ab	30,7abcd	31,3a	24,0a	25,2a	21,0a	22,0a	
350	36,7b	32,3bc	37,3bcd	38,0bc	34,0b	30,0bcd	31,3a	27,7a	25,3a	ND ²	ND	
450	36,7b	37,3b	36,3bcd	40,0ab	36,7ab	29,3bcd	30,7a	28,0a	26,7a	22,0a	22,0a	
550	31,0bc	33,3bc	36,3bcd	33,0cd	32,3b	28,7cd	31,3a	28,7a	27,0a	22,0a	23,3a	
650	46,7a	46,0a	43,7a	44,7a	40,3a	34,0abc	31,7a	29,0a	26,0a	22,7a	23,7a	
	Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive											
250	27,7c	ND	38,7abc	32,0d	32,0b	27,7 d	29,0a	28,0a	26,0a	ND	ND	
450	33,7b	29,0c	31,7d	33,0cd	34,7ab	34,7 ab	33,0a	29,3a	26,3a	22,0a	21,7a	
650	33,7b	33,3bc	30,3d	36,7bcd	34,7ab	36,0 a	29,7a	28,7a	26,3a	22,3a	27,7a	
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application											
650	47,0a	45,7a	42,0ab	44,3a	40,0a	33,0abcd	31,7a	28,4a	26,3a	ND	ND	
Contrastes (Contrast)												
SA x CA (WoA x WA)	* ³	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ns	ns	
650APT x 650SA(650BPA x 650WoA)	ns ⁴	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ND	ND	
650APT x 650CA(650BPA x 650WA)	ns	ns	*	*	*	*	*	ns	ns	ND	ND	

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem ($P>0,05$) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo ($P>0,05$) pela análise de contrastes.

⁴Significativo ($P<0,05$) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ ($P>0,05$) by LSmeans.

² ND = not determined.

³ ns = not significant ($P>0,05$) by contrasts analysis.

⁴ Significant ($P<0,05$) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA -Without bacterial-enzymatic additive).

Tabela 4 - Médias dos teores de FDN e FDA, em g/kg MS, de silagens de capim-tifton submetidas ao emurhecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático (ABE) ou ácido propiônico tamponado (APT)
 Table 4 - Mean values of neutral (NDF) and acid (ADF) detergent fiber, g/kg DM, from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)											
	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d
g/kg MS (g/kg DM)												
			FDN									FDA
			NDF									ADF
	Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive											
250	728,0a ¹	680,4c	716,6ab	682,2b	667,6a	677,5a	447,1a ¹	451,5a	457,3a	439,5a	427,2a	469,4a
350	721,5a	697,4bc	724,4ab	690,7b	ND ²	ND	465,8a	454,2a	465,5a	437,6a	ND ²	ND
450	701,7ab	696,5bc	699,8bc	707,4ab	693,1a	692,0a	451,7a	465,8a	474,6a	462,1a	435,1a	443,5a
550	708,7a	705,2abc	695,3bc	711,8a	677,3a	684,6a	455,5a	469,3a	494,5a	449,4a	443,9a	496,1a
650	677,5b	712,6ab	660,4de	709,0ab	684,4a	670,5a	460,1a	452,0a	491,6a	461,4a	472,3a	485,2a
	Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive											
7250	727,1a	680,3c	729,8a	699,2ab	ND	ND	445,7a	469,5a	467,1a	465,8a	ND	ND
450	708,1a	720,1ab	711,3abc	720,4a	686,9a	707,7a	454,3a	483,1a	490,8a	452,3a	440,5a	486,1a
650	674,2b	731,3a	683,6cd	703,0ab	707,6a	682,7a	450,4a	459,2a	466,8a	454,4a	491,4a	463,0a
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application											
650	672,7b	724,0ab	654,4e	706,0ab	ND	ND	455,4a	476,6a	435,7a	453,9a	ND	ND
Contrastes												
Contrast												
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	*4	ns	ns	ns	ns	ns ³	ns	ns	ns	ns	ns
650APT x 650SA (650BPA x 650WoA)	ns	ns	ns	ns	ND	ND	ns	ns	*4	ns	ND	ND
650APT x 650CA (650BPA x 650WA)	ns	ns	ns	ns	ND	ND	ns	ns	ns	ns	ND	ND

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem (P>0,05) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo (P>0,05) pela análise de contrastes.

⁴*Significativo (P<0,05) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ (P>0,05) by LSmeans.

² ND = not determined.

³ ns = not significant (P>0,05) by contrasts analysis.

⁴ Significant (P<0,05) by contrasts analysis.

APT – Acido propiônico tamponado (BPA-Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA -Without bacterial-enzymatic additive).

O uso de ABE tem como finalidade aumentar a disponibilidade de substrato para as bactérias produtoras de ácido láctico, pela degradação de carboidratos complexos em carboidratos solúveis, e reduzir o conteúdo de fibra da forragem (Muck & Kung, 1997). Não foi constatado o efeito desse aditivo sobre a redução dos teores de FDN e FDA (Tabela 4). Magalhães & Rodrigues (2004), avaliando silagem de alfafa emurchecida associada a inoculante bacteriano, não constataram redução nos teores de FDN, FDA, LDA, hemicelulose e celulose e alegaram que esses resultados talvez estejam ligados à ausência de efeito sobre o pH da silagem.

O emurchecimento elevou ($P < 0,05$) o teor de lignina (LIG) à zero hora antes da ensilagem e aos 16 e 90 dias de estocagem (Tabela 5), como observado por Berto & Mühlbach (1997), que também observaram efeito negativo do emurchecimento sobre o teor de LIG na silagem de aveia preta. Este resultado, no entanto, contraria os obtidos por

Crestana et al. (2001), que não relataram alteração no teor de LIG com o emurchecimento do capim-tanzânia. O uso de ABE reduziu ($P < 0,05$) o conteúdo de LIG das silagens apenas na avaliação aos 16 dias de estocagem, não havendo efeito significativo para o teor de lignina ($P > 0,05$) nos demais tempos de estocagem. Coan et al. (2001) não observaram alteração no conteúdo de LIG com o uso de ABE em silagens dos capins-tanzânia e mombaça. O uso de APT reduziu ($P < 0,05$) o teor de LIG aos 16 dias em relação ao tratamento 650SA e aumentou ($P < 0,05$) aos 8 dias em relação ao tratamento 650CA.

Houve efeito significativo de tratamento ($P < 0,05$) sobre o conteúdo de PB, porém a interação tratamento x tempo de estocagem não foi significativa ($P > 0,05$), motivo pelo qual calculou-se a média geral por tratamento (Tabela 6). O conteúdo de PB das silagens foi influenciado pelo emurchecimento, registrando-se incremento ($P < 0,05$) nesse

Tabela 5 - Médias dos teores de lignina de silagens de capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)

Table 5 - Mean values of lignin content from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS <i>Dry matter content</i>	Momento de amostragem (horas e dias) <i>Sampling time (hours and days)</i>					
	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d
g/kg MS (g/kg DM)	Lignina (g/kg MS) <i>Lignin (g/kg DM)</i>					
	Sem aditivo bacteriano-enzimático <i>Without bacterial-enzymatic additive</i>					
250	77,5b ¹	77,5 a	74,5b	65,9a	61,5b	68,6a
350	94,1a	80,1 a	79,6ab	67,0a	ND ¹	ND
450	89,3ab	81,2 a	85,4ab	76,1a	69,3b	68,6a
550	82,0ab	82,2 a	85,3ab	69,0a	73,3ab	82,9a
650	81,3ab	84,0 a	94,1a	77,3a	85,0a	90,6a
	Com aditivo bacteriano-enzimático <i>With bacterial-enzymatic additive</i>					
250	79,0b	78,6a	71,7b	66,7a	ND	ND
450	85,8ab	85,5a	81,6ab	72,4a	71,3ab	81,1a
650	76,7b	76,3a	81,4ab	74,6a	85,0a	78,0a
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado <i>With buffered propionic acid application</i>					
650	79,6b	89,0a	77,8b	78,4a	79,6b	89,0a
Contraste <i>Contrast</i>						
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	ns	*	ns	ns	ns
650APT x 650SA(650BPA x 650WoA)	ns	ns	*	ns	ND	ND
650APT x 650CA(650BPA x 650WA)	ns	* ⁴	ns	ns	ND	ND

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem ($P > 0,05$) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo ($P > 0,05$) pela análise de contrastes.

⁴*Significativo ($P < 0,05$) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ ($P > 0.05$) by LSmeans.

² ND = not determinated.

³ ns = not significant ($P > 0.05$) by contrasts analysis.

⁴* Significant ($P < 0.05$) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA -Without bacterial-enzymatic additive).

Tabela 6 - Médias dos teores de proteína bruta (PB) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) de silagens de capim-tifton 85 submetidas ao emurhecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)
 Table 6 - Mean values of crude protein content (CP) and ammonia-nitrogen (N-NH₃) from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)															
	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	Média	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d			
g/kg MS																
				PB (g/kg MS)												
				CP (g/kg DM)									N-NH ₃ (g/ kg N)			
				Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive												
250	63,4	107,4	87,3	88,3	90,9	70,1	90,6d ¹	37,8a ¹	53,5a	43,7b	79,8b	107,1a	217,0a			
350	81,9	106,9	94,4	97,2	ND ²	ND	96,5cd	17,5a	79,2a	56,7b	57,6b	ND ²	ND			
450	108,6	104,1	107,2	101,5	102,5	90,0	103,6bc	12,3a	58,0a	35,0b	36,6b	28,9b	27,5b			
550	109,1	104,8	114,8	100,0	111,9	109,2	107,0b	18,5a	59,4a	46,1b	72,0b	35,5b	47,7b			
650	130,9	94,4	133,0	112,2	118,3	140,2	117,0a	21,7a	56,6a	62,6b	60,2b	38,0b	74,2b			
							Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive									
250	65,5	93,4	63,3	71,3	ND	ND	76,1e	13,3a	75,3a	206,9a	228,5 a	ND	ND			
450	93,0	92,8	95,7	89,6	97,6	88,6	93,9d	17,9a	71,7a	45,1b	44,2b	47,7b	45,5b			
650	114,0	87,7	104,3	95,2	100,2	104,1	98,3bcd	24,8a	43,7a	50,7b	54,0b	26,4b	54,1b			
							Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application									
650	134,9	104,7	137,0	110,4	ND	ND	118,0a	24,8a	43,7a	50,7b	54,0b	26,4b	54,1b			
Contrastes (Contrast)																
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	*4	*	*	ns	ns	*	ns ³	ns	*4	*	*	*			
650APT x 650SA (650BPA x 650WoA)	ns	ns	ns	ns	ND	ND	ns	ns	ns	ns	ns	ND	ND			
650APT x 650CA (650BPA x 650WA)	ns	*	*	ns	ND	ND	*	ns	ns	ns	ns	ND	ND			

1 Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem (P>0,05) pelo LSmeans.

2 ND= não determinado.

3 ns = não-significativo (P>0,05) pela análise de contrastes.

4*Significativo (P<0,05) pela análise de contrastes.

1 Means followed by same letters in the same column do not differ (P>0.05) by LSmeans.

2 ND= not determined.

3 ns = not significant (P>0.05) by contrasts analysis.

4* Significant (P <0.05) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA - Without bacterial-enzymatic additive).

Tabela 7 - Médias dos teores de NIDN e NIDA de silagens de capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)
 Table 7 - Mean values of neutral (NDIN) and acid (ADIN) detergent insoluble nitrogen from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

Teor de MS Dry matter content	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)											
	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d
g/kg MS (g/kg DM)												
	NIDN (g/kg N) NDIN (g/kg N)					NIDA (g/kg N) ADIN (g/kg N)						
250	605,2a ¹	321,8de	386,6ab	293,6d	299,2b	250,9b	194,5a ¹	59,4cd	66,0abc	75,8bc	79,7a	59,2b
350	577,1ab	373,3cd	401,1ab	310,7d	ND ²	ND	107,2bc	100,3a	77,4a	85,3b	ND ²	ND
450	548,4ab	434,7bc	423,6a	365,7bcd	337,5b	330,0ab	87,3cd	39,8d	65,7a	81,8bc	75,4a	49,8bc
550	523,4bc	443,3bc	366,2ab	361,4bcd	335,3b	354,0a	95,0c	64,1bc	60,0bc	82,0bc	73,7a	89,1a
650	446,7bc	525,5a	412,7ab	436,0ab	424,6ab	358,2a	94,8c	62,4bc	76,3a	71,1c	99,2a	83,0a
250	603,4ab	291,4e	341,3b	215,5e	ND	ND	134,7b	63,2bc	77,3a	70,1c	ND	ND
450	546,9ab	421,2bc	359,9ab	338,1cd	342,1b	323,0ab	84,6cd	63,4bc	59,0c	81,9bc	73,3a	93,2a
650	442,6bc	446,5abc	396,6ab	400,0abc	395,4a	344,5a	87,5cd	81,2ab	75,5ab	103,0a	89,0a	40,3c
650	401,0c	502,1ab	401,0ab	469,4a	ND	ND	61,3d	52,1cd	75,1ab	84,2b	ND	ND
ND												
	Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive											
	Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive											
	Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application											
Contrastes (Contrast)												
SA x CA (WoA x WA)	ns ³	* ⁴	*	*	*	ns	* ³	ns ⁴	ns	*	ns	ns
650APT x 650SA (650BPA x 650WoA)	ns	ns	ns	ns	ND	ND	*	ns	ns	*	ND	ND
650APT x 650CA (650BPA x 650WA)	ns	*	*	*	ND	ND	*	ns	ns	*	ND	ND

¹ Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem (P>0,05) pelo LSmeans.

² ND= não determinado.

³ ns = não-significativo (P>0.05) pela análise de contrastes.

⁴*Significativo (P<0,05) pela análise de contrastes.

¹ Means followed by same letters in the same column do not differ (P>0.05) by LSmeans.

² ND= not determined.

³ ns = not significant (P>0.05) by contrasts analysis.

⁴* Significant (P <0.05) by contrasts analysis.

APT – Ácido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA -Without bacterial-enzymatic additive).

parâmetro com o aumento do conteúdo de matéria seca da silagem. Esse comportamento provavelmente está associado à redução na concentração de carboidratos solúveis durante o emurchecimento, proporcionando aumento no teor de PB, e ao aumento no teor de MS, que geralmente provoca redução na proteólise (McDonald, 1991). Tosi et al. (1995) e Evangelista et al. (2000) não observaram efeito do emurchecimento sobre o conteúdo de PB de gramíneas tropicais. As silagens tratadas com ABE apresentaram menores ($P < 0,05$) teores de PB em todos os níveis de MS avaliados. Berto & Mühlbach (1997) observaram efeito positivo do emurchecimento sobre o teor de PB, embora o uso de ABE não tenha alterado esse parâmetro na silagem de aveia preta.

O tratamento com APT não diferiu ($P > 0,05$) do 650SA, mas elevou ($P < 0,05$) o teor de PB nas avaliações aos 8 e 16 dias e na média geral, em relação ao tratamento 650CA.

A concentração de $N-NH_3$ elevou com o tempo de estocagem no menor teor de MS (Tabela 6). Os maiores ($P < 0,05$) valores de $N-NH_3$ nas silagens com menor conteúdo de MS (250 g/kg MS), sem e com ABE, demonstraram haver proteólise intensa nas forragens mais úmidas. Tosi et al. (1995) e Wyss (1999), no entanto, observaram redução no conteúdo de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) com o aumento do conteúdo de MS da silagem. O uso de ABE aumentou ($P < 0,05$) o teor de $N-NH_3$ nas forragens com baixo e médio conteúdos de MS (250 e 450 g/kg MS) e reduziu ($P < 0,05$) no teor mais elevado de matéria seca (650 g/kg MS) aos 16, 32, 90 e 180 dias de estocagem. O uso de APT não alterou ($P > 0,05$) o teor de $N-NH_3$ em relação aos tratamentos 650SA e 650CA.

Henrique & Bose (1992) não observaram variação nos teores de PB e $N-NH_3$ com o uso de ABE na ensilagem de capim-elefante e obtiveram valores superiores aos verificados neste estudo. Coan et al. (2001) não notaram alteração no teor de $N-NH_3$ com o uso de ABE em silagens dos capins tanzânia e mombaça, apesar da redução no teor de PB. Haigh et al. (1996) verificaram manutenção do teor de PB e redução do nitrogênio amoniacal com uso de aditivo bacteriano em silagem emurchecida e revestida com lona plástica. Esses autores sugeriram um limite de 80 a 100 g/kg N como critério para silagens adequadamente fermentadas. Os valores observados neste estudo estão abaixo desse limite, com exceção das silagens não emurchecidas, demonstrando que o emurchecimento foi efetivo em inibir a proteólise.

Verificou-se tendência de redução do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) ao longo do tempo (Tabela 7). O teor de NIDN revelou valores maiores ($P < 0,05$) nas silagens com teores elevados de matéria seca, a partir da amostragem do oitavo dia, demonstrando menor atividade

proteolítica nessas silagens. O uso de ABE reduziu ($P < 0,05$) os teores de NIDN entre 8 e 90 dias, provavelmente em razão da ação das enzimas presentes no aditivo sobre o nitrogênio ligado à parede celular. O uso de APT não alterou ($P > 0,05$) o NIDN em relação ao tratamento 650SA, porém elevou ($P < 0,05$) os valores de NIDN em relação ao tratamento 650CA.

O teor de NIDA foi superior ($P < 0,05$) nas silagens com maiores conteúdos de matéria seca a partir da amostragem do oitavo dia (Tabela 7). A utilização do ABE reduziu ($P < 0,05$) o teor de NIDA à zero hora antes da ensilagem e aumentou ($P < 0,05$) aos 32 dias (Tabela 7). Berto & Mühlbach (1997) observaram que o uso de ABE aumentou o NIDA e não alterou o NIDN, enquanto o pré-emurchecimento aumentou o NIDN e não alterou o NIDA, evidenciando que o emurchecimento reduziu a proteólise.

O efeito do emurchecimento sobre a proteólise resulta da menor concentração de água que impede a ação enzimática. Umaña et al. (1991) não observaram alteração no conteúdo de NIDA decorrente do pré-emurchecimento ou do uso de aditivo bacteriano durante a estocagem. A utilização do APT reduziu ($P < 0,05$) o conteúdo de NIDA (Tabela 7) à zero hora antes da ensilagem em relação aos 650SA e 650CA, mas aumentou aos 32 dias ($P < 0,05$) em relação ao tratamento 650SA e reduziu ($P < 0,05$) em relação ao tratamento 650CA. Silagens com elevados teores de MS estão sujeitas à elevação da temperatura da massa ensilada, predispondo à ocorrência de reações não-enzimáticas entre os carboidratos solúveis e grupos aminas dos aminoácidos. Desse modo, o aquecimento em silagens promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, em decorrência de aumentos nos teores de NIDA, o qual é indisponível para os microrganismos do rúmen (Van Soest, 1994).

O teor de EE apresentou tendência de aumento de acordo com o tempo de estocagem (Tabela 8). O teor de EE foi mais elevado ($P < 0,05$) nas silagens mais úmidas. O uso de ABE reduziu ($P < 0,05$) os valores de EE entre 0 hora e 32 dias de estocagem. O uso de APT elevou ($P < 0,05$) o teor de EE nos tratamentos 650SA aos 16 dias de estocagem, e 650CA à zero hora antes da ensilagem.

O teor de NDT das silagens diminuiu significativamente ($P < 0,05$) com o aumento do conteúdo de MS a partir de 16 dias de estocagem (Tabela 8), como reflexo da tendência de aumento nos conteúdos de FDN, FDA, LIG, NIDN e NIDA e redução no teor de EE. Andrade et al. (2001) observaram aumento no teor de NDT da silagem com emurchecimento, em relação à ensilagem da forragem fresca.

O uso de ABE reduziu ($P < 0,05$) o NDT das silagens contendo 250 e 450 g/kg MS, aos 32 dias de estocagem,

Tabela 8 - Médias dos teores de eEE e NDT de silagens de capim-tifton 85 submetidas ao emurchecimento e à presença (CA) ou não (SA) de aditivo bacteriano-enzimático ou ácido propiônico tamponado (APT)
 Table 8 - Mean values of ether extract content (EE) and total digestible nutrients (TDN) from Tifton 85 grass silages submitted to wilting and presence (WA) or not (WoA) bacterial-enzymatic additive (BEA) or buffered propionic acid (BPA)

g/kg MS (g/kg DM)	Momento de amostragem (horas e dias) Sampling time (hours and days)								NDT (g/kg MS) TDN (g/kg DM)			
	0 h	8 d	16 d	32 d	90 d	180 d	0 h	8 d		16 d	32 d	90 d
Teor de MS Dry matter content												
Sem aditivo bacteriano-enzimático Without bacterial-enzymatic additive												
250	10,3a ¹	16,7a	17,6a	19,2a	11,6a	24,3a	511,0ab ¹	522,9a	531,8a	550,2a	551,8a	560,3a
350	11,5a	16,5ab	15,9ab	19,3a	ND ²	ND	492,5b	513,1a	516,2ab	544,7ab	ND ²	ND
450	9,5a	15,5abc	15,4ab	20,1a	16,1a	19,8b	505,2ab	516,2a	509,4ab	529,2abcd	534,6ab	547,6ab
550	11,4a	13,1bc	16,5ab	19,5a	18,7a	17,5b	507,1ab	508,0a	500,9b	525,4bcd	529,0bc	510,0bc
650	12,1a	12,4c	14,3ab	14,3bc	21,3a	18,3b	514,2a	507,5a	502,6b	513,7cd	516,6bc	502,8c
Com aditivo bacteriano-enzimático With bacterial-enzymatic additive												
250	10,4a	14,4 abc	16,1ab	17,5b	ND	ND	518,1a	516,6a	524,8ab	538,2abc	ND	ND
450	9,1a	12,8 c	14,0ab	18,1a	16,0a	19,9b	504,5ab	501,5a	506,1ab	514,5cd	531,5abc	547,6ab
650	9,0a	13,3 bc	13,6b	12,5c	21,7a	19,6b	524,0a	512,9a	511,0ab	516,7cd	513,2c	524,8abc
Com aplicação externa de ácido propiônico tamponado With buffered propionic acid application												
650	11,6a	14,1 abc	16,1ab	13,7c	ND	ND	515,7a	497,3a	524,0ab	513,4cd	ND	ND
Contraste												
SA x CA (WoA x WA)												
650APT x 650SA (650BPA x 650WoA)	* ³	*	*	*	ns	ns	* ³	ns	ns	*	ns	ns
650APT x 650CA (650BPA x 650WA)	ns ⁴	ns	*	ns	ND	ND	ns ⁴	ns	*	ns	ND	ND

1 Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem (P>0,05) pelo LSmeans.

2 ND= não determinado.

3 ns = não-significativo (P>0,05) pela análise de contrastes.

4* Significativo (P<0,05) pela análise de contrastes.

1 Means followed by same letter in the same column do not differ (P>0.05) by LSmeans.

2 ND = not determined.

3 ns = not significant (P>0.05) by contrasts analysis.

4* Significant (P<0.05) by contrasts analysis.

APT – Acido propiônico tamponado (BPA- Buffered propionic acid).

CA – Com aditivo bacteriano-enzimático (WA - With bacterial-enzymatic additive).

SA – Sem aditivo bacteriano-enzimático (WoA - Without bacterial-enzymatic additive).

entretanto não houve efeito ($P < 0,05$) no material contendo 650 g/kg MS (Tabela 8), provavelmente em razão da tendência de aumento no teor de FDN e de redução no conteúdo de PB com o uso de ABE. Henrique & Bose (1992) não observaram efeito do uso de ABE sobre o conteúdo de NDT de silagem de capim-elefante. Coan et al. (2001) não observaram alteração na digestibilidade *in vitro* da matéria seca com o uso de ABE nas silagens dos capins tanzânia e mombaça.

O uso de APT elevou ($P < 0,05$) o teor de NDT das silagens aos 16 dias, em relação ao tratamento 650SA, provavelmente em razão da redução nos teores de FDA e LIG e do aumento no conteúdo de EE (Tabela 8).

Conclusões

O teor de matéria seca mais adequado ao processo de conservação de capim-tifton 85, obtido com o emurchecimento da forragem, e que propiciou características qualitativas de fermentação e de composição química das silagens foi de 450 g/kg MS.

A utilização do aditivo bacteriano-enzimático, tanto em silagens de baixo como de alto teor de umidade não melhorou a qualidade da forragem conservada.

O uso de ácido propiônico tamponado não propicia melhoria nas características qualitativas de fermentação e na composição químico-bromatológica das silagens.

Agradecimento

À Fazenda Água Comprida, pelo apoio operacional e financiamento da pesquisa.

Literatura Citada

- ANDRADE, J.B.; FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. et al. Dry matter and nutritive value of coast-cross n°1 preserved as hay, silage and haylage. (Compact disc). In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., São Pedro, 2001. **Proceedings...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 2001.
- ASSOCIATION OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis**. 14.ed. Washington, D.C.: 1984. 1141p.
- BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA JR.; G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: MATTOS, W.R.S. (Ed.) **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.890-911.
- BERTO, J.L.; MÜHLBACH, P.R.F. Silagem de aveia preta no estágio vegetativo, submetida à ação de aditivos e ao efeito de emurchecimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.651-659, 1997.
- CHANEY, A.L.; MARBACH, E.P. Modified reagents for determination of urea and ammonia. **Clinical Chemistry**, v.8, p.130-137, 1962.

- COAN, R.M.; VIEIRA, P.F.; SILVEIRA, P.F. et al. Efeitos do inoculante enzimático-bacteriano sobre a composição química, digestibilidade e qualidade das silagens dos capins Tanzânia e Mombaça. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.124-126.
- CRESTANA, R.F.; AGUIAR, R.N.S.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de Capim Tanzânia. In: REUNIÃO DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2001. p.354-355.
- EVANGELISTA, A.R.; LIMA, J.A.; BERNARDES, T.F. Avaliação de algumas características da silagem de gramínea Estrela Roxa (*Cynodon nlemfuensis* Vanderyst). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.941-946, 2000.
- HAIGH, P.M.; CHAPPLE, D.G.; POWELL, T.L. Effects of silage additives on big-bale grass silage. **Grass and Forage Science**, v.51, p.318-323, 1996.
- HENRIQUE, W.; BOSE, M.L.V. Efeito de aditivos enzimático-bacterianos sobre a qualidade da silagem de Capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.429-438, 1992.
- HOLDEN, L.A. Comparison of methods of *in vitro* dry matter digestibility for ten feeds. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.1791-1794, 1999.
- KRISHNAMOORTHY, U.C.; MUSCATO, T.V.; SNIFFEN, C.J. Nitrogen fractions in selected feedstuffs. **Journal of Dairy Science**, v.65, n.1, p.217, 1982.
- LINDGREN, S. Can HACCP Principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILGAE CONFERENCE, 7., Uppsala, 1999. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.51-66.
- MAGALHÃES, V.J.A. RODRIGUES, P.H.M. Avaliação de inoculante microbiano na composição bromatológica, fermentação e estabilidade aeróbia de silagem pré-seca de alfafa. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.51-59, 2004.
- MCDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **Biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe Publication, 1991. 340p.
- MONTEIRO, A.L.G. Silagem pré-secada. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE BOVINOS, 7., Piracicaba, 1999. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1999. p.97-122.
- MUCK, R.E.; KUNG, L. Effects of silage additives on ensiling. In: SILAGE: FIELD TO FEEDBUNK, Ithaca, 1997. **Proceedings...** Ithaca: NRAES, 1997. p.187-199.
- MÜHLBACH, P.R.F. Additives to improve the silage making process with tropical forages. In: FAO ELECTRONIC CONFERENCE ON TROPICAL SILAGE, Rome, 1999. **Proceedings...** Rome: FAO, 2000. p.151-164.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- O'KIELLY, P.; MOLONEY, A.; KEATING, T. et al. **Maximizing output of beef within cost efficient, environmentally compatible forage conservation systems**. Dunsany: Grange Research Centre, 1999. 64p. (Beef Production Series, 10)
- 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.
- PITT, R.E. **Silage and hay preservation**. Ithaca: Northeast Regional Agricultural Engineering Service, 1990. 53p. (NRAES-5).
- PLAYNE, M.J.; MCDONALD, P. The buffering constituents of herbage and of silage. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.17, p.264-268, 1966.
- PRADO, H. **Os solos do Estado de São Paulo**: mapas pedológicos. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1997. 102p.

- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide, release 6.03**. Cary: 1988. 1028p.
- TOSI, H.; RODRÍGUEZ, L.R.A.; JOBIM, C.C. et al. Ensilagem do Capim-elefante cv. Mott sob diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, p.909-916, 1995.
- 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.
- Van SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, p.95-100, 1992.
- WYSS, U. Influence pre-wilting degree on aerobic stability of grass silages. In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7., 1999, Uppsala. **Proceedings...** Uppsala: Swedish University of Agricultural Science, 1999. p.284-285.

Recebido: 04/03/05
Aprovado: 29/08/05