Silagem de capim-elefante

Vitor Corrêa de Oliveira

Centro de Pesquisa e Capacitação - CEPAER

Sumário

1 Introdução 2
2 Características do capim elefante 3
2.1 Origem 3
2.2 Caracterização de Cultivares 3
2.3 Características produtivas 5
3 Silagem de capim-elefante 9
3.1 Considerações sobre manejo na capineira 9
3.2 Considerações sobre ensilagem 11
3.2.1 Definição e descrição do processo de ensilagem 11
3.2.2 Limitações do capim-elefante como forrageira para ensilagem. 12
3.2.3 Alternativas de tratamento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante 14
4 Considerações Finais 17
5 Referências bibliográficas 18

1 Introdução

O princípio básico que norteia os sistemas de produção de ruminantes é a obtenção de um equilíbrio entre o suprimento de alimentos e a demanda de nutrientes pelos animais (SILVA E PASSANEZI, 1998), e a pecuária brasileira está evoluindo no sentido de adotar sistemas mais eficientes, com o uso de animais de maior potencial genético, que demandam dietas balanceadas, à base de concentrados e volumosos de alto valor nutritivo.

Em regiões de clima tropical, como na maior parte do território brasileiro, especialmente Mato Grosso do Sul, destaca-se a utilização de volumosos por meio das pastagens, em que a produção anual concentra-se no verão, quando maior precipitação e temperaturas elevadas resultam em maior crescimento das plantas forrageiras. Nessas regiões onde há longos períodos com poucas chuvas ou com temperaturas muito baixas (período da seca), as pastagens tropicais pouco crescem e não conseguem atender às exigências dos animais (GOMIDE *et al.*, 2010). Esta situação normalmente condiciona a necessidade de suplementação dos animais na seca, principalmente quando se trata de produção intensiva e racional de ruminantes em geral.

São diversas as alternativas consagradas para suplementação de volumosos no período da seca, como a utilização de gramíneas "*in natura*": culturas de verão (cana-de-açúcar, capineiras) e culturas de inverno (aveia, milheto, azevem, etc.), além do diferimento de pastagem; e a conservação de forragem. As técnicas mais comuns para a conservação de forragens são: a ensilagem, a fenação e a produção de pré-secados, que para serem realizadas, todas elas exigem a colheita da forragem. Destas, sem dúvida, a ensilagem é uma das técnicas mais utilizadas, principalmente pelos bovinocultores de leite em geral, já que a quantidade e qualidade nutricional do produto final é muito dependente da constância no fornecimento de alimentos e de sua qualidade.

A tecnologia de produção de silagem de gramíneas tropicais encontra-se bastante esclarecida, principalmente nas gramíneas graníferas, como milho e sorgo. No tocante as gramíneas não-graníferas, principalmente de capins, a ensilagem ainda apresenta algumas limitações inerentes à planta e a tecnologia de produção, e sua utilização tornou-se prática cada vez mais comum, justificada pelo menor custo de produção na fase de lavoura, pois está em abundância durante o período chuvoso. Frequentemente, nessa época há mais forragem disponível do que o rebanho necessita, o excedente pode ser colhido e conservado na forma de silagem para ser utilizado durante o período de escassez.

Nos últimos anos, têm havido grande volume de geração de informações relativas a produção e uso de silagem de capins de alta produção, como os dos gêneros *Pennisetum sp.* e *Panicum sp.,* e esse grande esforço da comunidade científica em busca de melhores alternativas para o manejo e para o processo de ensilagem, tem especialmente buscado sanar a limitações intrínsecas a esses materiais, o que resulta em maior qualidade da silagem.

Neste contexto, o capim-elefante é uma das gramíneas mais importantes e mais difundidas em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo, e principalmente em unidades de produção de leite, onde o uso de capineiras é frequente e muitas vezes subutilizadas, por falta de planejamento da utilização do excedente do período das águas, que poderia ser conservado em forma de silagem. Assim, o objetivo desta revisão foi descrever as características, o potencial produtivo, o valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum, Schum*) e suas particularidades na ensilagem, buscando subsidiar um melhor entendimento das inovações relacionadas à essa alternativa de conservação de forragem.

2 Características do capim-elefante

2.1 Origem

O capim-elefante é originária da África, onde ocorre naturalmente em vários países, desde a Guiné, no oeste, até Angola e Zimbabwe, no sul, e Moçambique e Quênia, no leste africano. Sua descrição original data de 1827, porém sofreu modificações ao longo do tempo. Atualmente, a espécies *Pennisetum purpureum* pertence à família *Graminae*, sub-família *Panicoideae* , tribo: *Paniceae* , gênero: *Pennisetum L. Rich* e espécie: *P. purpureum*, *Schumacher* (TCACENCO e BOTREL, 1997).

2.2 Caracterização de Cultivares

O capim-elefante comum (*Pennisetum purpureum, Schum*) foi introduzido no Brasil na década de 50, pelo Coronel Napier. Apresenta um grande número de variedades e/ou ecotipos. Existe no país um número relativamente alto de cultivares, principalmente na bovinocultura de leite. Sua utilização é quase sempre como forrageira para corte (capineiras) com objetivo de fornecimento in natura ou conservada por meio de ensilagem e, em menor frequência, o uso para pastejo.

A literatura mostra que a maioria das informações sobre o potencial agronômico do capim-elefante refere-se às cultivares Mineiro, Napier, Taiwan, Porto Rico, Cameroon,

Vruckwona, Mercker, Turrialba e Merckeron, muito embora também existam informações sobre pelo menos mais de trinta outras prováveis cultivares (TCACENCO E BOTREL, 1997), além das cultivares recentemente lançadas.

Figura 1. Capim elefante (*Pennisetum purpureum, Schum*), cultivar BRS Capiaçu.

A identificação das cultivares é importante, pois permite uma recomendação mais próxima da correta, para o manejo e sistema de utilização. Considerando as principais características com função discriminatória e importância agronômica, bem como a constituição genética, definiu grupos com relação aos tipos básicos (PEREIRA, 1993):

- Grupo Anão: as cultivares deste grupo são mais adaptadas para pastejo em função do menor comprimento dos entrenós. As plantas desse grupo apresentam porte baixo (1,5 m) e elevada relação lâmina:colmo. São exemplos as cultivares Mott e BRS Kurumi.
- Grupo Cameroon: apresentam plantas de porte ereto, colmos grossos, predominância de perfilhos basilares, folhas largas, florescimento tardio (maio a julho) ou ausente e touceiras densas. Têm-se como exemplo as cultivares Cameroon, Piracicaba, Vruckwona e Guaçú.
- Grupo Mercker: Caracterizado por apresentar menor porte, colmos finos, folhas finas, menores e mais numerosas, e época de florescimento precoce (março a abril). As cultivares Mercker, Mercker comum, Mercker Pinda fazem parte deste grupo.
- Grupo Napier: As cultivares deste grupo apresentam variedades de plantas com colmos grossos, folhas largas, época de florescimento intermediaria (abril a maio) e touceiras abertas. Têm exemplares como as cultivares Napier, Mineiro e Taiwan A-146.
- Grupo dos Híbridos: Resultantes do cruzamento entre espécies de *Pennisetum*, principalmente *P. purpureum* e *P. americanum*.

Um fator que dificulta a determinação do número real de cultivares de capim-elefante é que muitas vezes uma mesma cultivar é introduzida em diversos locais sem que as identificações originais sejam mantidas, e ainda sendo rebatizadas, geralmente com nomes locais, ou denominadas popularmente por Napier, nome que deveria ser reservado exclusivamente a cultivar.

2.3 Características produtivas

Esta espécie é caracterizada pelo vigor de suas plantas, porte ereto e elevado, ser perene, cespitosa, ter folhas largas e compridas, colmos cilíndricos, sendo uma planta que exige solos de média a alta fertilidade do solo, é sensível ao frio e ao fogo e não tolera solos úmidos (MARTIN, 1997). Esta forrageira produz matéria seca de baixa digestibilidade no inverno, devido a seu alto conteúdo em fibras não digestíveis, e lignina. É reconhecidamente uma das gramíneas tropicais de maior potencial produtivo e desta forma uma das plantas forrageiras utilizadas para conservação na forma de silagem (ANDRADE E MELOTTI, 2004).

Contribuindo para estas características, o capim-elefante está entre as espécies de alta eficiência fotossintética, ou seja, entre aquelas com maior eficiência no aproveitamento da luz. Isto resulta numa grande capacidade de acumulo de matéria seca. As folhas individuais não saturam mesmo com a radiação máxima e esta característica aliada ao tipo de comunidade com folhas estreitas e retas permite também maior penetração da luz através do perfil vegetal e, consequentemente, melhor utilização de altas intensidades luminosas (JACQUES, 1997). Em seguida, serão apresentadas algumas das principais cultivares de capim-elefante utilizadas no Brasil, e alguns dos resultados de estudos de produtividade (Tabela 1). Novas cultivares têm sido lançadas nos últimos anos com produtividades extremamente altas, como por exemplo o BRS Capiacú e o BRS Canará, atingindo médias de produtividade acima de 50 t de MS/ha/ano (PEREIRA *et al.,* 2016; SANTIAGO *et al*., 2015).

Apesar de sua fantástica capacidade de produção de massa, o capim-elefante é tropical, caracterizado por apresentar grande sazonalidade de produção e considerável variação no valor nutritivo entre os períodos das águas (verão agrostológico) e da seca (inverno agrostológico), além das variações entre as cultivares e regiões (Tabela 2). Além disso, tratando-se de forrageira de alta produção, deve-se considerar que suas exigências de nutrientes estão relacionadas com o potencial produtivo. Sendo assim, a correção do solo e uma adubação equilibrada, resultarão em aumentos de produção, comparando com as situações de baixa fertilidade do solo (JACQUES, 1997). Nessa perspectiva, ANDRADE *et*

al. (2000) avaliaram os efeitos das adubações nitrogenadas e potássica sobre o capim-elefante "Napier" e concluíram que a adubação potássica e nitrogenada influenciou positivamente a produção de matéria seca (Figura 2).

Tabela 1. Produção de matéria verde e seca (tonelada/há) de variedades e/ou cultivares do capim-elefante.

Variedades e Cultivares	Matéria Verde (t/ha)				Matéria Seca (t/ha)			
	1	2	3	4	5	6	7	8*
MINEIRO	222.0	171,1	148,0	263,3	20.0	19,5	38.0	14.0
CAREROOM	-	152,9	129,8	155.0	-	-	36,8	14.0
VRUCKWONA	-	97,8	-	-	-	-	34,6	13,6
NAPIER	231.0	1003,1	-	-	20,3	15,9	-	11,2
TAIWAN A-143	-	-	-	-	-	21,3	43,1	13,8
TAIWAN A-144	-	-	-	-	17,5	24,4	60,3	13,3
TAIWAN A-146	-	82,4	158,3	142.0	-	-	-	-
TAIWAN A-148	-	-	136,7	252,7	-	13,9	26,5	10,9
PORTO RICO	167.0	123,6	-	-	-	-	-	-
MERCKER	236,6	-	-	-	-	-	27,4	-

Fonte: LAVEZZO (1993), citado por MARTIN (1997).
* 1 - FERREIRA *et al*. (1996); 2 - AGOSTINI (19984); 3 - MOZZER)1985); 4 - MOZZER (1985); 5 - GOMIDE *et al*. (1974); 6 - PEDREIRA *et al*. (1975); 7 - ALCÂNTARA *et al*. (1980); 8 - PEDREIRA E MATTOS (1982).

Tabela 2. Produção relativa de MS do capim-elefante (%) entre período das chuvas e da seca.

Local	Observações	Produção de verão	Produção de inverno	Autor
1. Nova Odessa/SP	---	77	23	Pedreira, 1976
2. Nova Odessa/SP	Cameroon	69	31	Pedreira e Matos, 1982
3. Nova Odessa/SP	Mineiro	75	25	Pedreira e Matos, 1982
4. Nova Odessa/SP	Média de 8 cultivares	76	24	Pedreira e Matos, 1982
5. Chapecó/SC	---	87	13	Rocha *et al*., 1990
6. Itajaí/SC	Média de 5 cultivares	71	29	Salermo *et al*., 1990
7. Sete Lagoas/MG	Média de 12 cultivares	91	9	carvalho *et al*., 1972
8. Zona da Mata/MG	Média de 32 cultivares	78	22	Mozzer e Vilela, 1980
9. Botucatu/SP	s/ adubo	64	36	Gonçalves *et al*., 1977
	c/ adubo	53	47	Gonçalves *et al*., 1977
10. Porto Rico	---	66	34	Caro-Costas e Vcente Chandler, 1973

Fonte: HILLESHEIM, 1993.

O capim-elefante é uma forrageira de qualidade intermediária, podendo ser melhorada em função do nível de fertilidade do solo e do manejo empregado (JACQUES,

$$\hat{Y} = 2.427{,}54 + 2{,}9849^{**}N + 3{,}8452^{***}K \quad (R^2 = 0{,}78)$$

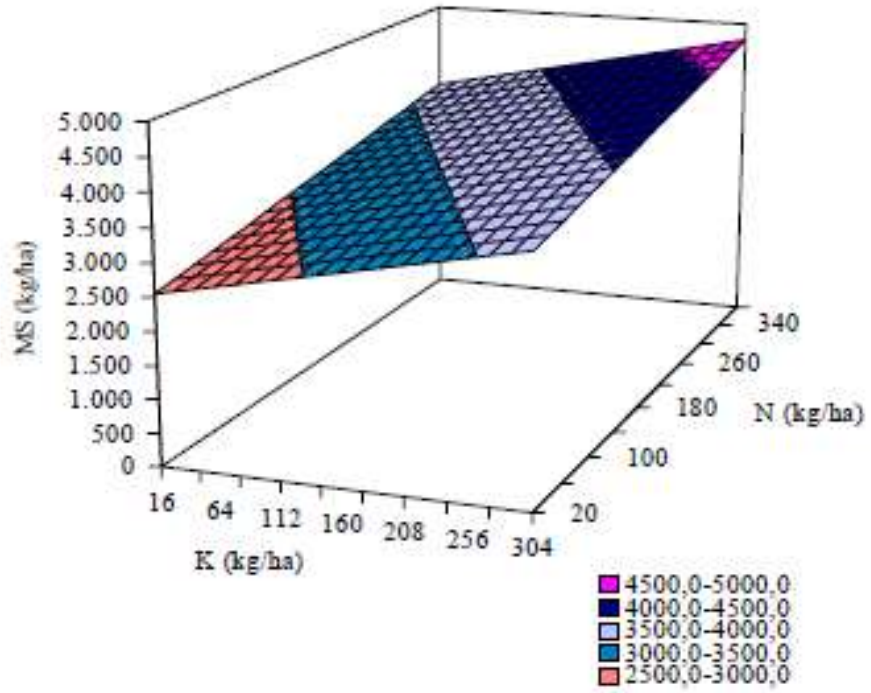

Figura 2. Produção de matéria seca do capim-elefante, em função das doses de nitrogênio e potássio (ANDRADE *et al*., 2000).

1997). Em estudo de ANDRADE *et al*., (2000), os teores de proteínas bruta (PB) aumentaram com a adubação nitrogenada, entretanto desaceleram com o incremento de potássio (Figura 3); além disso, os teores de fósforo e cálcio diminuíram com a adubação nitrogenada e os de magnésio, bem como a relação lâmina/colmo, decresceu com a adubação potássica; os teores de potássio aumentaram com a adubação potássica e diminuíram com a adubação nitrogenada.

Pelo fato de apresentar imenso potencial produtivo, também merece considerações o manejo, pois quando colhido em estádios avançados de maturidade da planta, tem sua qualidade diminuída drasticamente. O estádio de crescimento desse capim, por ocasião do corte, afeta consideravelmente o rendimento de forragem, a composição química, a capacidade de rebrota e a longevidade da capineira (NETO *et al*., 1994).

Há relação intensa entre a produção de fitomassa seca por hectare e altura de manejo da planta, e conforme se promove a elevação da altura de resíduo, ocorre diminuição na produção devido à redução da eficiência de colheita. Porém, como existe um maior resgate de folhas, há melhora na qualidade nutricional da fitomassa (EZEQUIEL E FAVORETTO, 2000). Segundo VAN SOEST (1982), nos cortes mais próximos ao solo os teores de fibra em detergente neutro tendem a serem maiores, devido à maior quantidade de material

fibroso retirado. Nesse sentido, SANTANA *et al*. (1989), trabalhando com três cultivares de capim-elefante (Cameroon, Mineiro e Napier de Goiás) submetidas a três intervalos de cortes (4, 8 e 12 semanas) e três alturas de cortes (0, 15 e 30 cm), verificaram incrementos na produção de MS e porcentagem de colmos e diminuição do teor de proteína bruta (PB) e porcentagem de lâmina foliar quando o intervalo de corte aumentou de 4 para 12 semanas. Concluíram, no entanto, que o intervalo de corte de 8 semanas, associado ao corte da planta ao nível do solo, representou a melhor combinação para utilização das três cultivares.

$$\hat{Y} = 11{,}76 + 0{,}03455^{***}N - 0{,}00335K + 0{,}0000785^{**}K^2 - 0{,}000107^{***}NK \quad (R^2 = 0{,}95)$$

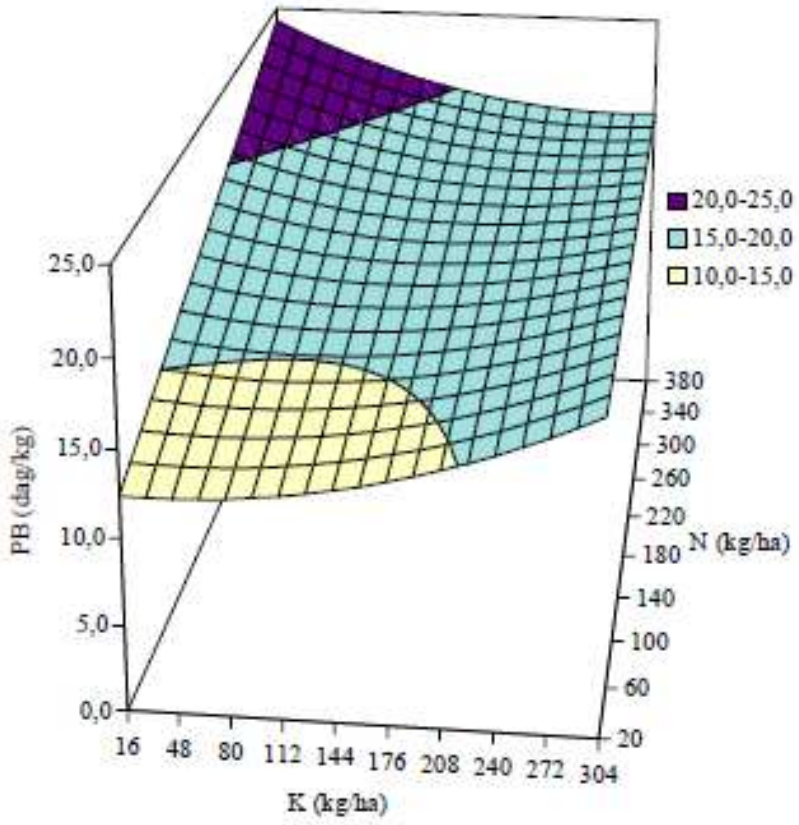

Figura 3. Teor de proteína bruta na lâmina foliar do capim-elefante, em função das doses de nitrogênio e potássio (ANDRADE *et al*., 2000).

Da mesma forma, QUEIROZ FILHO *et al*. (2000), avaliaram a produção total de matéria seca (MS), a relação folha/colmo, a porcentagem de folhas e de colmos e o valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum Purpureum Schum*.) cultivar Roxo, submetido a quatro idades de corte (40, 60, 80 e 100 dias), no período de julho de 1994 a dezembro de

1995, no Brejo Paraibano, e observaram que a produção total de MS aumentou com os intervalos de cortes (comportamento quadrático), atingindo produção de 30,9 t/ha aos 100 dias. A porcentagem de folhas e a relação folha/colmo diminuíram, enquanto a porcentagem de colmos aumentou, linearmente com o aumento da idade entre os cortes. Houve diminuição nos teores de proteína bruta e conteúdo celular, enquanto os teores de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido aumentaram linearmente, à medida que se aumentou a idade entre os cortes (Tabela 3).

Tabela 3. Produção total de matéria seca (MS), relação de folha/colmo (R F/C), teor médio de proteína bruta (PB), conteúdo celular (CC), fibra em detergente neutro (FDN) nas idades de cortes do capim-elefante Roxo.

Idade, dias	MS	R F/C	PB	CC	FDN
	t/há		----------%----------		
40	19,5	2,9	13,8	34,3	65,7
60	25,7	1,7	8,6	28,7	71,3
80	25,7	1,1	7,4	27,5	72,5
100	30,9	0,8	6,1	23,0	77,0

Fonte: QUEIROZ FILHO *et al*., 2000.

No geral, o capim-elefante deve ser cortado para ensilagem em um estádio de desenvolvimento cujo “equilíbrio nutritivo” esteja mais adequado, ou seja, quando for razoável seu rendimento de massa seca por área, bom o teor proteico e baixos os conteúdos das frações fibrosas no material.

3 Silagem de capim-elefante

3.1 Considerações sobre manejo na capineira

Nos atuais sistemas de produção de leite, tem-se dado grande destaque à utilização do capim-elefante, na forma de pastejo ou como reserva forrageira para corte. Todavia, em ambos os casos, as variações climáticas de temperatura e luminosidade ou a simples oscilação sazonal de umidade criam, no ciclo do ano, a mesma sequência de estação de alta e baixa disponibilidade qualitativa e quantitativa de forragem.

Algumas medidas de manejo no sentido de equilibrar a produção forrageira durante o ano são citadas na literatura, como a adubação e a irrigação, sendo, no entanto, insuficientes para um bom suprimento na forma *in natura*, tendo em vista que o fator limitante para sua produção no perídio seco do ano está na baixa temperatura e fotoperíodo mais curto. Sendo assim, está fora de dúvida a conveniência de armazenar reservas forrageiras para corrigir os efeitos das flutuações climáticas sobre a produção de nutrientes aos animais num sistema

de produção, tornando assim o aproveitamento do capim-elefante para a ensilagem, uma ferramenta de manejo extremamente interessante, o que pode ser economicamente mais viável que a utilização de silagem de culturas anuais, que geram custo de implantação periodicamente.

É inegável o grande potencial produtivo dessa forrageira em relação às outras alternativas comumente utilizadas. Esta superioridade foi constatada por ANDRADE E GOMIDE no estudo de 1971, com a cultivar Taiwan A-146, podendo atingir uma taxa diária de crescimento de 229,9 kg/ha de MS. Sugeriram o corte do capim-elefante com 1,50 até 1,80 m, e teores aceitáveis de proteína (6 a 8% na MS). VILELA *et al*. (1981) sugeriram 1,80 m, correspondendo a 77 dias de desenvolvimento. Estas recomendações visam ao equilíbrio nutritivo e à boa produção de massa, fatores importantes para a silagem. Porém, segundo SILVA E NASCIMENTO (2007), a evolução das pesquisas em forragicultura demonstram que o crescimento das plantas forrageiras está relacionado com o nível de interceptação de luz pelo dossel e com a sua área foliar, havendo uma taxa constante de acúmulo de MS quando havia folhagem suficiente para interceptar praticamente toda a luz incidente.

De maneira geral, a curva de rebrotação é caracterizada por apresentar três fases: na primeira fase as taxas médias de acúmulo de MS aumentam exponencialmente com o tempo. Essa fase é altamente influenciada pelas reservas orgânicas da planta, disponibilidade de fatores de crescimento e área residual de folhas após o corte ou pastejo. A segunda fase apresenta taxas médias de acúmulo constantes (fase linear). Nessa fase, o processo de competição inter e intra-específica adquir caráter mais relevante, principalmente quando o dossel se aproxima da completa interceptação da luz incidente. Na terceira fase inicia-se a queda das taxas médias de acúmulo, ocasionando uma redução na taxa de crescimento, consequência do aumento da senescência de folhas que atingiram o limite de duração de vida e/ou estão sombreadas.

A utilização do critério de interceptação luminosa como estratégia de manejo da desfolhação foi ratificada por PARSONS *et al*. (1988). Segundo esses autores, seria na condição de IAF crítico, situação em que 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel, que a taxa média de acúmulo de forragem atingiria seu máximo, ou seja, o balanço entre os processos de crescimento e senescência seria máximo, permitindo maior acúmulo de forragem. Este corresponderia, portanto, ao ponto ideal de interrupção da rebrotação (definidor do intervalo entre cortes).

3.2 Considerações sobre ensilagem

3.2.1 Definição e descrição do processo de ensilagem

A ensilagem é um método de conservação baseado na ação dos micro-organismos anaeróbios sobre os carboidratos solúveis presentes nas plantas. Essas fermentações produzem ácidos orgânicos, principalmente o lático e, com menor expressão, o acético e o propiônico, que acidificam o meio e conservam o material ensilado (GOMIDE *et al*., 2010).

Os fenômenos ocorridos durante o processo de ensilagem passam por duas etapas distintas: a respiratória e a fermentativa (MARTIN, 1997). Após completar esta, ocorre uma estabilização do processo. De forma mais detalhada, a ensilagem pode ser dividida em 4 fases, diferenciando-se pela predominância do produto gerado pelas bactérias (PENN STATE, 2004), que tem na variação do pH a responsável direta na determinação do crescimento microbiano (Figura 4).

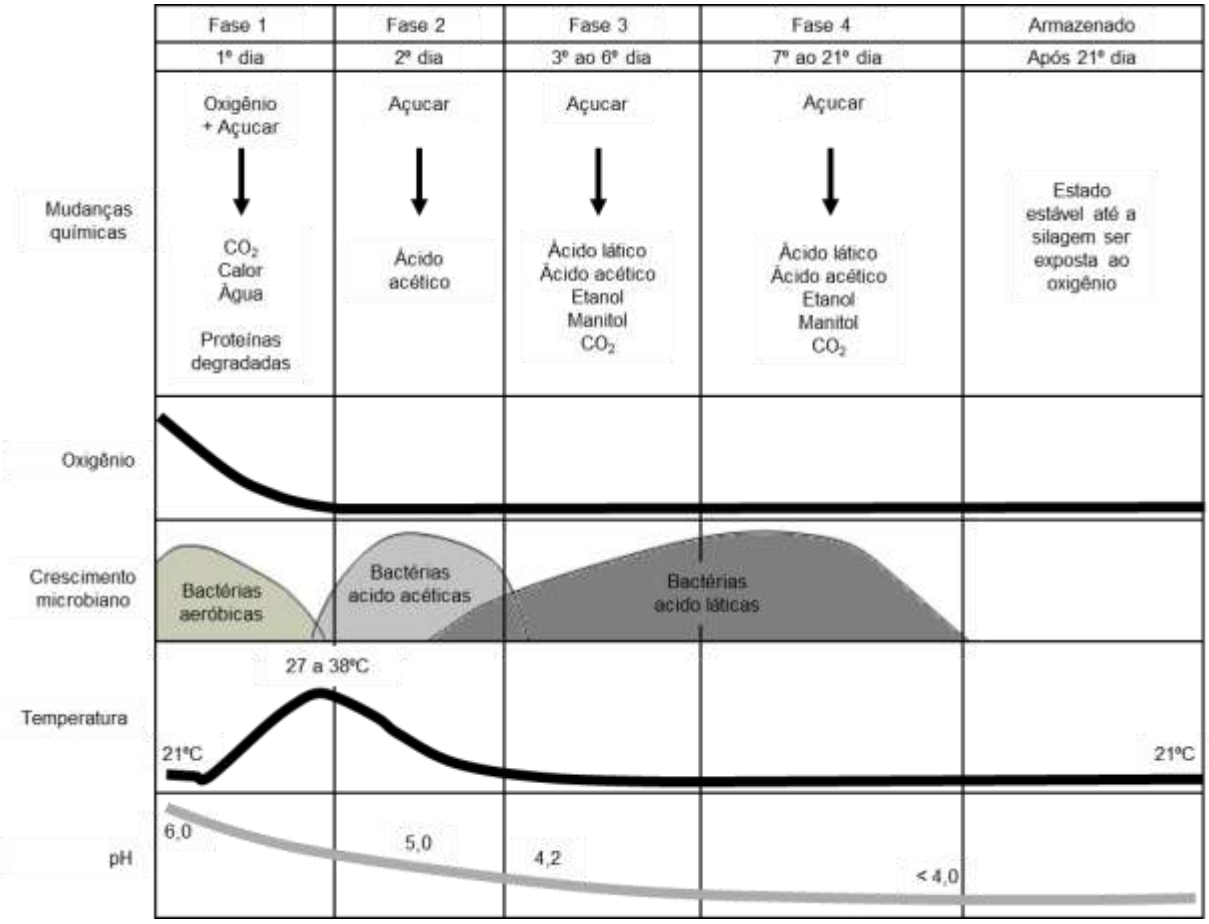

Figura 4. Fases de uma fermentação normal da silagem (Adaptado de PENN STATE, 2004).

Na ensilagem, a presença ou ausência de O_2 no interior do silo determinará o desenvolvimento, mesmo que temporário, de três tipos de microrganismos: aeróbios, anaeróbios e anaeróbios facultativos. Bactérias ácido láticas são os principais microrganismos que atuam no processo fermentativo para a conservação da massa ensilada. Essas bactérias incluem, principalmente, os gêneros *Lactobacillus, Streptococcus, Pediococcus* e *Leuconostoc*, que produzem principalmente ácido lático como produto da fermentação dos açúcares. Já as bactérias anaeróbias do gênero *Clostridium* têm efeitos negativos sobre a qualidade da silagem (JOBIM *et al*., 2001).

As forragens conservadas podem ter seu valor alimentício alterado, devido aos procedimentos utilizados para a sua produção e conservação, e dos fenômenos bioquímicos e microbiológicos que ocorrem no processo. As variações nesses fenômenos influenciam diretamente nos volumes de perdas durante a ensilagem e são dependentes do tipo de forragem, ponto de corte, compactação, vedação e manejo da silagem na abertura do silo (JOBIM *et al*., 2007), lembrando que somente forragens de boa qualidade resultarão em silagens de boa qualidade (MARTIN, 1997).

3.2.2 Limitações do capim-elefante como forrageira para ensilagem

Umidade

Pelos resultados disponíveis na literatura, fica evidente que o alto teor de umidade na época adequada ao corte do capim-elefante, aspecto indesejável na ensilagem, é uma característica comum à espécie *Pennisetum purpureum* (VILELA, 1997). Segundo WILKINSON (1983), o baixo teor de matéria seca proporciona baixa pressão osmótica, o que permite desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium sp*. Estas desdobram açúcares, ácido lático, proteínas e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônia, gás carbônico e aminas, com significativas perdas qualitativas e quantitativas. Umidade inferior a 60% favorece fermentações por fungos unicelulares e multicelulares, enquanto umidade superior a 70% pode desencadear fermentação secundária (TOSE *et al.*, 1999) e consequente perda de MS da silagem (Figura 5). Assim, uma decisão importante é determinar o teor de matéria seca da planta ensilada.

Carboidrato solúvel (CS)

Outra limitação do capim-elefante é o baixo teor de carboidratos solúveis, uma vez que estes constituem um substrato ótimo, prontamente disponível para a ação das bactérias láticas no processo fermentativo. Estas bactérias são responsáveis pela produção de ácido lático, o qual, em níveis adequados, provoca rápida queda no pH da silagem, inibindo a

atividade proteolítica das enzimas vegetais e o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium* (MUCK, 1988). Níveis entre 6 e 16% carboidratos solúveis vem sendo documentados como promotores de fermentação láticas na ensilagem (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014), sendo que as gramíneas tropicais, excetuando-se as graníferas e a cana-de-açúcar, possuem níveis de carboidratos solúveis classificados como moderados ou baixos.

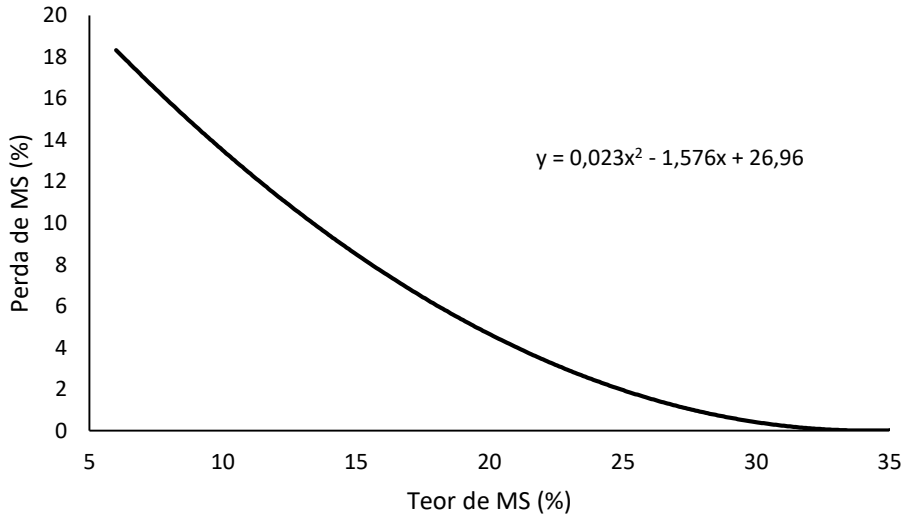

Figura 5. Relação entre teor da matéria seca e perdas na ensilagem (MILLER E CLIFTON, 1965 citado por MARTIN, 1997).

Os carboidratos solúveis da planta na ensilagem são rapidamente fermentados, de tal forma que os seu teores remanescentes na silagem são baixos, mesmo quando os teores originais são altos. Por esse motivo, plantas com maior participação de carboidratos na forma de grãos são desejáveis, pois, ricos em amido, praticamente não fermentado no silo, asseguram às respectivas silagens maior disponibilidade de carboidratos não estruturais e, consequentemente, maior possibilidade de silagens mais energéticas (FERREIRA, 2001).

Capacidade Tampão (CT)

Capacidade tampão de forragens pode ser definida como o grau de resistência a alterações no pH (BUJNAK *et al.*, 2011). Considerando a necessidade da rápida queda do pH para estabilização do ecossistema do silo e consequente conservação do material, forragens com alto capacidade tamponante dificultam o processo e tendem a resultar em maiores perdas.

Em plantas forrageiras tropicais não-graníferas, como o capim-elefante, frequentemente elevado teor de umidade está associado a elevado poder tampão. Isto, quando conjugado a baixos teor de carboidratos solúveis dificultam sobremaneira o processo de ensilagem (LIMA JÚNIOR *et al.*, 2014).

As inter-relações entre o teor de matéria seca, o de carboidratos solúveis e o poder tampão da planta podem determinar o padrão da fermentação durante a ensilagem. Segundo VILELA (1997), KNABE E WEISE já mostravam em 1974 que, quando a relação entre carboidratos solúveis e poder tampão diminui, um teor mínimo de MS é exigido para evitar fermentações indesejáveis no silo (Tabela 4). Assim, em forragens húmidas, um pH mais baixo é necessário para evitar o crescimento de bactérias indesejáveis. Isso significa mais carboidrato deve estar disponível para a conversão em ácido lático (PENN STATE, 2004).

Tabela 4. Diferença na composição química das forrageiras em função dos parâmetros matéria seca (MS), açúcar original (C), expresso na matéria verde, poder tampão (PT), quociente C/PT, sendo o C expresso na MS, e o teor mínimo recomendável de MS no momento da ensilagem.

MS Original (%)	C (% MV)	PT (g ác. Lát./100g MS	C/PT	Teor Mínimo de MS (%)
20	3,8	5,5	3,5	7
20	2,4	5,5	2,2	27
20	2,2	5,5	2,0	29
21	2,2	5,8	1,8	31

Fonte: KNABE E WEISE (1974) citado por VILELA (1997)

3.2.3 Alternativas de tratamento sobre a qualidade da silagem de capim-elefante

Diversas pesquisas têm sido realizadas com o objetivo de avaliar tratamentos que beneficiem o processo fermentativo das silagens de capim-elefante. Tais avaliações envolveram adições de fontes de carboidratos, de materiais com altos teores de MS, emurchecimento prévio do capim, adição de inóculos bacterianos e de substâncias nitrogenadas.

No capim-elefante, tem-se verificado que o emurchecimento antes da ensilagem, muitas vezes, tem beneficiado a fermentação como um todo (LAVEZZO *et al*., 1989) e a lática em particular (SILVEIRA *et al*., 1979). Há que se considerar, porém, que o nível de desidratação não tem propiciado aqueles valores de matéria seca citados, ou seja, 30% ou mais. Segundo TOSI *et al*. (1999), esses resultados ocorrem em função do maior diâmetro dos perfilhos do capim-elefante, que dificulta sobremaneira o trânsito de água no interior para a periferia dos talos.

Por outro lado, TOSI *et al*. (1999) citaram que vários autores têm verificado aumento no teor de matéria seca, deixando o capim-elefante cortado e exposto ao sol por 6 a 12 horas, o que, embora não permita a obtenção de material com 30 a 35% de matéria seca

desejável para a ensilagem, tem propiciado a obtenção de boas silagens. Neste estudo, o autor teve por objetivo avaliar quimicamente a ensilagem do capim-elefante por intermédio de diversas técnicas de redução de umidade excessiva, como o emurchecimento acentuado com o maior número de horas de exposição ao sol, o esmagamento dos talos, a picagem prévia da forragem e a secagem parcial ao sol e adição de 20, 30 e 40% de sabugo de milho picado (Tabela 5). Apesar da adição de sabugo de milho ter sido eficiente na redução da úmidade excessiva no nível de 40% e o emurchecimento só foi efetivo quando aplicado durante 24 horas, eles concluíram que todos os tratamentos, exceto o emurchecimento por 12 horas, reduziram significativamente o teor de CS da massa a ser ensilada e, portanto, foram considerados inadequados para garantir ensilagem de boa qualidade.

Tabela 5. Teor de MS e carboidratos solúveis (CS) e capacidade tampão (CT) no momento da ensilagem, valores de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH3) e crescimento de clostrídeos nas silagens prontas de capim elefante cv. Taiwan A-148 (TOSI *et al*., 1999).

Tratamento	MS (%)	CT[1]	CS[2]	pH	N-NH_3[3]	Clostrideo[4]
Controle	15,94c	23,23sb	14,5a	3,71cb	25,20ab	6,73a
20% de sabugo	22,22cb	14,80c	11,15bc	3,93a	22,07cb	4,39a
30% de sabugo	22,10cb	12,74cd	10,04c	3,89ab	31,10a	7,11a
40% de sabugo	31,38ab	11,11d	7,50d	3,94a	26,94ab	7,06a
Emurchecimento 12h	21,61cb	23,86a	14,77a	3,66c	16,19dc	3,55c
Emurchecimento 24h	30,22ab	23,54a	12,42b	3,95a	18,54cb	3,68c
Esmagamento + Emurchec. 24h	33,75a	20,88b	10,51c	3,93a	12,10d	2,87d
DMS[5]	10,158	2,382	1,316	0,192	8,63	0,46
CV(%)	14,38	4,59	4,08	1,78	14,24	3,26

Médias, na coluna, seguidas por letras diferentes são diferentes (P<0,05) pelo teste Tukey.
[1]Capacitade tampão (e.mg HCL/1000g MS)
[2]Carboidratos solúveis (% da MS)
[3]N amoniacal em % do N total na MS
[4]Logaritmo do número de unidades formadoras de colônia/g MS
[5]Diferença mínima significativa

Além do emurchecimento, outras alternativas foram estudadas como aditivo na ensilagem do capim-elefante objetivando aumentar o teor de MS e de CS: rolão de milho, fubá de milho, raspa de mandioca, farelo de mandioca, melaço em pó, farelo de arroz e casca de soja, por exemplo.

FERRARI JÚNIOR E LAVEZZO (2001) avaliaram a silagem de capim-elefante cv. Taiwan A-146, submetida a seis tratamentos: capim-elefante emurchecido ao sol por 8 horas; capim-elefante sem emurchecimento; capim-elefante (98%) mais farelo de mandioca (2%); capim-elefante (96%) mais farelo de mandioca (4%); capim-elefante (92%) mais farelo de mandioca (8%) e capim-elefante (88%) mais farelo de mandioca (12%), e concluíram que o emurchecimento pela exposição do capim-elefante ao sol aumentou o teor de matéria seca

da forragem, favorecendo o processo de ensilagem; a adição de farelo de mandioca proporcionou acréscimo no teor de matéria seca da silagem e, portanto, melhorou a qualidade; o farelo de mandioca (resíduo de amidonaria) aumentou os teores de matéria seca e carboidratos solúveis, entretanto, as silagens obtidas não podem ser consideradas de boa qualidade, face aos valores de nitrogênio amoniacal e ácido butírico verificados.

Quanto aos aditivos ricos em carboidratos, VILELA (1997) adicionou que há certa tendenciosidade em se recomendar a sua aplicação com finalidade de estimular a fermentação no silo, como no caso do melaço, fubá de milho ou alguns aditivos comerciais, entretanto existe grande número de trabalhos na literatura que estudaram a utilização de aditivos considerados alternativos.

ANDRADE E MELOTTI (2004) avaliaram o efeito de 20 tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier com 80 dias de crescimento, utilizando ureia, fibra de algodão, fenos de capim-elefante e guandu, fubá, melaço, além de inoculante bacteriano e associações, e concluíram que não se recomenda a inclusão de ureia no capim-elefante com elevado teor de umidade, assim como, aditivos como fenos e fibra de algodão que dificultem a compactação; aditivos ricos em carboidratos não estruturais como fubá de milho e melaço-em-pó podem ser utilizados mas os níveis recomendáveis para melhor perfil fermentativo precisam ser melhor identificados; e o inoculante microbiano ‘Biosilo’ não traz benefícios na ensilagem do capim-elefante.

A ureia tem sido adicionada no momento da ensilagem do milho ou sorgo com o objetivo principal de aumentar o teor proteico, ainda que a sua aplicação também promova melhor estabilização da massa ensilada, reduza as perdas de matéria seca (VILELA, 1997). No caso do capim-elefante, que normalmente não reúne as vantagens que têm o milho ou o sorgo, quanto ao teor de CS e MS na ensilagem, a função é servir como fonte de amônia, que, à semelhança dos álcalis, proporciona expansão da parede celular da planta após um período de armazenamento, em decorrência da grande afinidade pela água (HARBERS *et al*., 1982).

O uso de aditivos microbiológicos em silagens tem sido muito utilizado, e abrangem a classe de aditivos com mais rápido desenvolvimento e adoção em todo o mundo, devido principalmente à facilidade de manipulação, ausência de toxicidade para os mamíferos e grande disponibilidade no mercado. Têm como objetivo inibir o crescimento de microrganismos aeróbios (especialmente aqueles associados com instabilidade aeróbia, ex. leveduras, Listeria), inibir o crescimento de organismos anaeróbios indesejáveis como

enterobactérias e clostrídeos, inibir a atividade de proteases e deaminases da planta e de microrganismos, adicionar microrganismos benéficos para dominar a fermentação, formar produtos finais benéficos para estimular o consumo e a produção do animal e melhorar a recuperação de matéria seca da forragem conservada (ZOPOLLATTO *et al*., 2009).

A utilização dos aditivos microbianos na ensilagem visa atuar no aumento da produção de ácido lático e promover a queda rápida do pH da massa ensilada, tornando desta maneira o processo fermentativo mais eficiente, destacando-se entre os produtos as seguintes espécies de bactérias: *Streptococcus faecium*, *Pediococcus acidilactici* e *Lactobacillus plantarum* (BERNARDES, 2004). A inoculação com bactérias exógenas, além de tornar o processo fermentativo mais eficiente, tem por finalidade diminuir as perdas de matéria seca no silo, melhorando o desempenho e a produção de leite dos animais alimentados com silagem inoculada.

Estudando os efeitos de dois inoculantes microbianos e 1 inoculante enzimo-microbiano no capim-elefante, Sil-All® (*Streptococcus faecium, Pediococcus acidilactici, Lactobacillus plantarum*, amilase, hemicelulase e celulase), Silobac® (*L. plantarum, S. faecium e Lactobacillus sp.*) e Pioneer 1174® (*S. faecium* e *L. plantarum*), RODRIGUES *et al*. (2003) verificaram que o Sil-All® aumentou a MS, o Pioneer aumentou as concentrações de NIDA e o Silobac® aumentou a FDA e a celulose. Em comparação com o tratamento-controle, o Pioneer® e o Silobac® melhoraram consideravelmente a relação lático:acético, o Pioneer® baixou o pH e melhorou a estabilidade aeróbia. Assim, concluíram que apesar dos efeitos serem menores sobre a composição químico-bromatológica, os inoculantes podem melhorar a relação lactato:acetato da silagem de capim-elefante, sem piorar sua estabilidade aeróbia.

4 Considerações Finais

A conservação de forragem por meio da ensilagem é prática milenar e ainda contemporânea, repleta de informações de que são geradas periodicamente pela comunidade científica como alternativas de otimizá-la;

O capim-elefante é reconhecidamente uma das gramíneas tropicais de maior potencial produtivo e desta forma uma das plantas forrageiras utilizadas para conservação na forma de silagem. Possui qualidade nutricional razoável, podendo ser melhorada em função do nível de fertilidade do solo e do manejo empregado. Quando colhido em estádios avançados de maturidade da planta, tem sua qualidade diminuída drasticamente.

O alto teor de umidade e o teor de carboidratos solúveis na época adequada ao corte do capim-elefante, aspecto indesejável na ensilagem, são características comum à espécie, entretanto podem ser minimizadas pela utilização de tratamentos como emurchecimento e/ou aditivos absorventes, nutricionais, inoculantes bacterianos e enzimáticos.

Por fim, para melhor entendimento das inovações, é importante a perfeita compreensão do processo e dos fatores básicos relacionados a planta e ao manejo, já que interferem diretamente no resultado da ensilagem, seja ela de baixa ou alta escala, com ou sem aditivos, além das particularidades vivenciadas a campo que são de extrema importância no planejamento.

5 Referências bibliográficas

ANDRADE, A.C.; FONSECA, D.M.; GOMIDE, J.A.; ALVAREZ V., V.H.; MARTINS, C.E.; SOUZA, D.P.H. Produtividade e Valor Nutritivo do Capim-Elefante cv. Napier sob Doses Crescentes de Nitrogênio e Potássio. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.29, n.6, p.1589-1595, 2000.

ANDRADE, I. F. e GOMIDE, J. A. Curva de crescimento e valor nutritivo do capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). Taiwan A. 146. Revista Ceres n. 100. Viçosa, MG. 1971.

ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum,* Schum). Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science, v. 41, p. 409-415, 2004.

BERNARDES, T. G. Associação entre bactérias homo e heterofermentativas. Beef Point. 2004. http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/conservacao-de-forragens/associacao-entre-bacterias-homo-e-heterofermentativas-19018/

BUJNAK, L., MASKAL'OVÁ, I., VAJDA, V. Determination of buffering capacity of selected fermented feedstuffs and the effect of dietary acid-base status on ruminal fluid pH. Acta Vet.Brno, v. 80, p. 269-273,

EZEQUIEL, J.M.B.; FAVORETTO, F. Efeito do manejo sobre a produção e composição química de perfilhos do capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq.). Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.29, n.6, p.1596-1607, 2000.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (Pennisetum purpureum Schum.) Emurchecido ou Acrescido de Farelo de Mandioca. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERREIRA, J. J. Características Qualitativas e produtivas da planta de milho e sorgo para silagem. In: CRUZ, J. C., PEREIRA FILHO, I. A., RODRIGUES, J. A. S., FERREIRA, J. J. Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Embrapa Milho e Sorgo, p. 383 - 404, 2001.

GOMIDE, C. A. M., OLIVEIRA, J. S., NASCIMENTO JÚNIOR, E. R., PACIULLO, D. S. C. in: AUAD, A. D. *et al*. Manual de bovinocultura de leite. Brasília: LK Editora. Belo Horizonte: SENAR-AR/MG. Juiz de Fora: Embapa Gado de Leite, p. 259 - 308, 2010.

HARBERS, L.H., KREITNER, G.L., DAVIS JUNIOR, G.V., RASMUSSEN, M.A., CORAH, L.R. Ruminal Digestion of Ammonium Hydroxide-Treated Wheat Straw Observed by Scanning Electron Microscopy. Journal of Animal Science, Champaingn, v.54, p.105-130, 1982.

HILLESHEIM, A. Manejo do capim-elefante: corte. *In:* SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10, 1993, Piracicaba. *Anais...* Piracicaba: FEALQ, p.117-141. 1993.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, M.J., XAVIER, D.F., *et al*. (Eds) Capim elefante: produção e utilização. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa-SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.31-46, 1997.

JOBIM, C. C., GONÇALVES, G. D., SANTOS, G. T. Qualidade sanitária de grãos e de forragens conservadas "versus" desempenho animal e qualidade de seus produtos. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas, v. 1, p. 242-261, 2001.

JOBIM, C.C., NUSSIO, L.G., REIS, R. A. e SCHIMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36 (suppl), p.101-119, 2007.

LAVEZZO, W.; LAVEZZO, O.E.N.M.; BONASSI, I.A.; ROSSI, C. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum,* Schum), cultivares Mineiro e Vruckwona, submetidos ao emurchecimento e diferentes aditivos da fermentação. Revista da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, v. 26, n. 2, p. 249-258, 1989.

LIMA JÚNIOR, D. M.,RANGEL, A. H. N, MOORENO, G. M. B., SILVA, M. J. S., RIBEIRO, J. S. Silagem de gramíneas tropicais não-graníferas. Agropecuaria Cientifica no Semiárido, v. 10, n. 2, p. 01-11, 2014.

MARTIN, L.C.T. Bovinos – volumosos suplementares. São Paulo, SP, Editora Nobel, 143 p., 1997.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v. 71, n. 13, p. 2992-3002, 1988.

NETO, M.S.; CAMARÃO, A.P.; GONÇALVES, C.A.; NASCIMENTO, H.T.S. Curva de crescimento e valor nutritive de capim-elefante, cv. Porto rico-534, na região de Belém-PA. Boletim de Pesquisa n. 156. Belém: EMBRAPA-CPATU, 21p., 1994.

PARSONS, A.J.; JOHNSON, I.R.; HARVEY, A. Use of a model to optimize the interaction between frequency and severity of intermittent defoliation to provide a fundamental comparison of the continuous and intermittent defoliation of grass. Grass and Forage Science**,** v.43, p.49-59, 1988.

PENN STATE - PENNSYLVANIA STATE UNIVERSITY. From harvest to feed: understanding silage management. State College: Pennsylvania State University, 40p. , 2004.

PEREIRA, A., LEDO, F. D. S., MORENZ, M., LEITE, J., BRIGHENTI, A., Martins, C. E., & MACHADO, J. BRS Capiaçu: cultivar de capim-elefante de alto rendimento para produção de silagem. Embrapa Gado de Leite-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2016.

PEREIRA, A.V. Escolha de variedades de capim-elefante. In: In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Eds.) Simpósio sobre Manejo da Pastagem, 10, Piracicaba, 1993. Anais... Piracicaba:FEALQ, p.47-62, 1993.

QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de Matéria Seca e Qualidade do Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) Cultivar Roxo em Diferentes Idades de Corte. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.29, n.1, p.69-74, 2000.

RODRIGUES, P.H.M.; LOPES, T.F.T.; ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L.; SUCCI, C.S.; LIMA, F.R.; MEYER, P.M. Adição de inoculantes microbianos sobre a composição química e perfil fermentativo da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). Acta Scientiarum. Animal Saciences. Maringá, v. 25, n. 2, p. 397-402, 2003.

SANTANA, J.P., PEREIRA, J.M., ARRUDA, N.G. *et al*. Avaliação de cultivares de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no Sul da Bahia. I. Agrossistema Cacaueiro. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 18(3):273-282, 1989.

SANTIAGO, A., MARAFON, A., & CAMARA, T. Espaçamentos de capim-elefante cultivado para fins energéticos nos Tabuleiros Costeiros de Alagoas. Embrapa Tabuleiros Costeiros-Comunicado Técnico (INFOTECA-E), 2015.

SILVA, S. C.; PASSANEZI, M. M. Planejamento do sistema de produção a pasto. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. Planejamento da exploração leiteira. Piracicaba: FEALQ, p. 121-142, 1998.

SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, p.121-138, 2007.

SILVEIRA, A.C., LAVEZZO, W., TOSI, H. *et al*. Avaliação química de silagens de capim-Elefante *(Pennisetum purpureum,* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. *R. Soc. Bras. Zootec.*, 8(2):287-300, 1979.

TCACENCO, F.A., BOTREL, M.A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, M.J., XAVIER, D.F., *et al*. (Eds) Capim elefante: produção e utilização. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa-SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.1-30, 1997.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H.; JOBIM, C.C.; LAVEZZO, W. Avaliação do Capim-Elefante (Pennisetum purpureum Schum.) Cultivar Taiwan A-148, Ensilado com Diferentes Técnicas de Redução de Umidade. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST P.J. Nutritional ecology of the ruminant. Cornell University Press**,** Ithaca, 151p., 1982.

VILELA, D. Efeito de aditivos na estabilização da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum,* Schum.). In: Relatório técnico anual do centro nacional de pesquisa de gado de leite, 1980. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, p. 90-91, 1981.

VILELA, D. Utilização do capim-elefante na forma de forragem conservada. In: CARVALHO, M.M., ALVIN, M.J., XAVIER, D.F., *et al*. (Eds) Capim elefante: produção e utilização. 2ª ed., revisada. Brasília:Embrapa-SPI e Juiz de Fora:Embrapa-Gado de Leite, p.113-160, 1997.

WILKINSON, J. M. Silage made from tropical and temperate crops. 1. The ensiling process and its influence on feed value. *World Anim. Rev.*, Roma, v. 45, n. 45, p. 36- 42, 1983.

ZOPOLLATTO, M.; DANIEL, J.L.P.; NUSSIO, L.G. Aditivos microbiológicos em silagens no Brasil: revisão dos aspectos da ensilagem e do desempenho de animais. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa. v.38 (suppl), p.170-189, 2009.