



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

OTANAEL OLIVEIRA DOS SANTOS

**NÍVEIS CRESCENTES DE ERVA SAL SOBRE
CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR
NUTRITIVO DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE**

**PETROLINA - PE
2010**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

OTANAEL OLIVEIRA DOS SANTOS

**NÍVEIS CRESCENTES DE ERVA SAL SOBRE
CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR
NUTRITIVO DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE**

Trabalho apresentado a Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *campus* Petrolina, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Profº Gherman Garcia Leal de Araújo

Co-orientador: Profº Claudio Mistura

**PETROLINA – PE
2010**

S237n Santos, Otanael Oliveira dos
Níveis crescentes de erva sal sobre características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante / Otanael Oliveira dos Santos. -- Petrolina, PE, 2010.
43 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, PE, 2010.
Orientador: Gherman Garcia Leal de Araújo.

Bibliografia

1. Nutrição Animal.
2. Alimentação Animal - Alternativa Forrageira
3. Halófitas – Semiárido. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.0852

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema Integrado de Biblioteca
SIBI/UNIVASF

Bibliotecário: Lucídio Lopes de Alencar

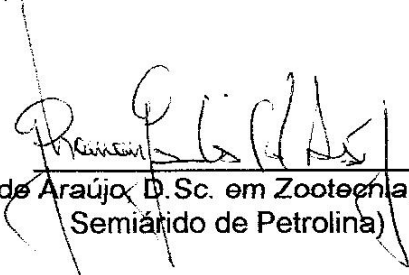
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

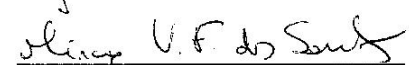
FOLHA DE APROVAÇÃO

Otanael Oliveira dos Santos

Níveis crescentes de erva sal sobre características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ciência animal, pela Universidade Federal do Vale do São Francisco.


(Gherman Garcia Leal de Araújo, D.Sc. em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Semiárido de Petrolina)


(Mércia Virgínia Ferreira, D.Sc. em Zootecnia, Profª da Universidade Federal Rural de Pernambuco).


(Tadeu Vinhas Voltolini, D.Sc. em Zootecnia, Pesquisador da Embrapa Semiárido de Petrolina).

Petrolina, 23 de fevereiro de 2010.

DEDICO

À Deus, pela vida.

À minha família, especialmente a minha esposa, Josivânia,
ao meu Filho André Felipe e aos meus pais, Paulo e Maria José.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela luz, esperança, saúde e perseverança.

À minha esposa, pelo eterno amor e dedicação e ao meu filho por ser perseverante na luta pela vida.

Aos meus pais, pela educação e por terem me incentivado a sempre persistir em busca de meus sonhos.

À minha irmã, Ana Elisa, pelo carinho e grande incentivo nessa caminhada.

À Universidade Federal do Vale São Francisco, especialmente ao Centro de Ciências Agrárias, representada pelo Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela oportunidade concedida de realização deste curso e conclusão de um sonho.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco - FACEPE, pela concessão da bolsa de estudo.

À Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Embrapa Semiárido, pela disponibilidade do Campo Experimental e dos laboratórios de Nutrição Animal e Solos.

Ao Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia – CNPq e ao Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social – BNDES, pelo financiamento do trabalho.

Ao Programa Água Doce, através da Secretária dos Recursos Hídricos e Ambiente Urbano do Ministério do Meio Ambiente, pelo apoio à pesquisa realizada.

Ao Prof. Dr. Gherman Garcia Leal de Araújo, pela confiança em mim depositada.

Ao Prof. Dr. Claudio Mistura, pelos conselhos valiosos e amizade.

Ao Prof. Dr. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, pelas valiosas sugestões.

Ao Prof. Dr. Tadeu Vinhas Voltolini, pelo apoio e sugestões.

À equipe do Laboratório de Nutrição Animal e Laboratório de Solos da Embrapa Semiárido, em especial aos laboratoristas José Benedito e Alcides Amaral.

Aos familiares, amigos, professores e a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a realização deste trabalho.

“A construção da gente mesmo
coincide com a expansão
da capacidade única de criar e,
ao mesmo tempo, produzir”

Luís Boada

RESUMO

Estudou-se o efeito da inclusão de erva-sal, em proporções de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, sob características fermentativas e composição bromatológica de silagens de capim-elefante. Foram utilizados 36 silos de PVC e, após 70 dias de ensilados, determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), carboidratos totais (CHO), carboidratos não-fibrosos (CNF), pH, nitrogênio amoniacal como proporção do nitrogênio total (N-NH₃/NT), ácidos orgânicos (lático, acético e butírico) e minerais (Ca, Mg, K, P e Na). O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, com 6 tratamentos e 6 repetições, e os resultados, interpretados por análise de regressão. A menor perda de matéria seca observada nas silagens foi na proporção de 75,28%:24,72%, de erva-sal:capim-elefante, com valor de 1,57%. O teor de MS das silagens foi influenciado ($P<0,05$) pelos níveis de erva-sal, apresentando resposta linear crescente. O teor de PB, por sua vez, elevou-se proporcionalmente aos níveis de erva-sal, obtendo-se valor máximo estimado em 9,81%. Já os valores N-NH₃/NT encontrados nas silagens tiveram resultados abaixo de 10%. Quanto ao pH, o menor valor foi de 3,99, para a proporção de 100% de erva-sal, enquanto o maior valor alcançou 4,11, na proporção de 100% de capim-elefante. Os teores de FDN não foram afetados ($P<0,05$) pelos níveis de erva-sal na silagem, apresentando valor médio de 54,15%. Já os valores de FDA foram afetados ($P<0,05$), com valor de 30,55% de FDA, na proporção de 100% de erva-sal. Os valores de EE nas silagens apresentaram valor médio de 1,67%; e os teores de CHO diferiram estatisticamente ($P<0,05$) com o incremento de erva-sal na silagem de capim-elefante, apresentando valor médio de 73,93%. Os valores de CNF decresceram com os níveis de erva-sal na silagem. Para a DIVMS, a melhor proporção de erva-sal:capim-elefante foi de 62,96%:37,07%, respectivamente. Observou-se uma melhoria no teor de ácido lático e uma diminuição do ácido acético, aprimorando a qualidade das silagens. Os teores de ácido butírico foram baixos, para todos os tratamentos, o que indica controle de processos fermentativos indesejáveis. Houve um comportamento linear crescente ($P<0,05$) para os minerais Ca, Mg e Na e linear decrescente ($P<0,05$) para o P. Conclui-se, então, que a adição de erva-sal na silagem do capim-elefante pode melhorar as características fermentativas, proporcionando bons teores de ácido lático e reduzindo o ácido acético, o pH, a perda de matéria seca e o nitrogênio amoniacal. A qualidade nutricional das silagens de capim-elefante melhora com a adição da erva-sal, aumentando os teores de matéria seca e proteína bruta, sem, no entanto, diminuir os teores de fibra em detergente neutro ou aumentar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os teores de Ca, P, Mg, Na e K ficaram em faixas aceitáveis dos sistemas de exigências nutricionais, não alterando na aceitabilidade, nem na demanda desses nutrientes pelos ruminantes.

Palavras-chave: alternativa forrageira, conservação de alimentos, fermentação, halófitas, semiárido.

ABSTRACT

The effect of inclusion oldman saltbush in proportions of 0, 20, 40, 60, 80 and 100% on the fermentative characteristics and chemical composition of silage of elephant grass. We used 36 PVC silos opened after 70 days after ensiling. The samples were processed and packed in plastic bags and subsequently evaluated the parameters: dry matter (DM), organic matter (OM), ether extract (EE), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), the *in vitro* dry matter digestibility (IVDMD), total carbohydrates (CHO), carbohydrate no fibred (NFC), pH, ammonia nitrogen as part of the total nitrogen (N-NH₃/TN), organic acids (lactic, acetic and butyric) and minerals (Ca, Mg, K, P and Na). The experimental design was a completely randomized design with 6 treatments and 6 replicates and results were interpreted by regression analysis. The minimum loss of dry matter in silage was observed in the proportion of 75,28%:24,72% of oldman oldman saltbush: elephant grass, worth 1.57%. The DM content of silages was influenced ($P < 0.05$) oldman, with linear increasing. Crude protein increased proportionally with the levels of oldman oldman saltbush, getting maximum value estimated at 9.81%. N-NH₃/TN values found in the silages were below 10%. Since the pH values are between 4.11 and 3.99, for the proportions of 0% and 100%, oldman oldman saltbush: elephant grass, respectively. The NDF content was not affected ($P < 0.05$) by levels of oldman saltbush in the silage, with a mean value of 54.15%. The values of ADF were affected ($P < 0.05$), getting value of 30.55% of ADF in the proportion of 100% of oldman oldman saltbush. The values of ether extract in the silages showed a mean value of 1.67%. The content of CHO differed significantly ($P < 0.05$) with the increase of oldman oldman saltbush the silage elephant grass, had a mean value of 73.93%. The values of NFC decreased to the levels of oldman saltbush in the silage. The in IVDMD, the best ratio of oldman saltbush: elephant grass silage was 62.96%:37.07%, respectively. There has been an improvement in the level of lactic acid and acetic acid decreased, improving the quality of silage. Since the levels of butyric acid were low for all treatments indicating that control of undesirable fermentation processes. It is observed that there was a linear increasing ($P < 0.05$) for Ca, Mg and Na and decreased linearly ($P < 0.05$) for P. It is concluded that the addition of oldman saltbush grass in elephant grass silage can improve fermentation characteristics, providing good levels of lactic acid and reducing acid, pH, loss of dry matter and nitrogen. The nutritional quality of silage of elephant grass improved with the addition oldman increasing the concentrations of dry matter and crude protein, without reducing the levels of neutral detergent fiber and increase *in vitro* dry matter digestibility. The contents of Ca, P, Mg, Na and K were within acceptable ranges can not change the acceptability of the ruminants.

Keywords: alternative forage, food of conservation, fermentation, halophytes, semiarid.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Perdas de MS da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	27
Figura 2.	Teor de nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ /NT) e pH da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	28
Figura 3.	Teor de ácido láctico das silagens de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	29
Figura 4.	Teores dos ácidos acético e butírico das silagens de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	30
Figura 5.	Teor de MS da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	31
Figura 6.	Teor de PB da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	31
Figura 7.	Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	32
Figura 8.	Teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e totais (CHO) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	33
Figura 9.	Teor de digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca (% DIVMS) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	34
Figura 10 A e B.	Teores de cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Sódio (Na) presentes nas silagens de capim-elefante com diferentes proporções de erva sal	35

LISTA DE TABELA

Tabela 1.	Composição químico-bromatológica do capim-elefante (<i>Penisetum purpureum</i> Schum) e da erva sal (<i>Atriplex nummularia</i> Lindl) antes da ensilagem	25
-----------	---	----

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1. A ensilagem como alternativa na conservação de forragens no semiárido	16
2.2. Características fermentativas para obtenção de silagens	17
2.3. Potencial da ensilagem de capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum).....	19
2.4. Aditivos absorventes de umidade para ensilagem	20
2.5. O potencial forrageiro da erva sal (<i>Atriplex nummularia</i> Lindl)	21
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
5. CONCLUSÕES.....	36
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um país que possui uma vasta extensão territorial e um clima privilegiado para o crescimento de plantas forrageiras, o que favorece o desenvolvimento da pecuária, pois essas plantas, além de fornecerem nutrientes necessários ao bom desempenho animal, consistem em uma dieta de baixo custo, sendo uma boa opção para a alimentação do rebanho.

A produção das forrageiras, no Brasil, está sujeita a uma estacionalidade, em que, no “período das águas”, o calor, a umidade e a luminosidade promovem e ativam o bom desenvolvimento das plantas, enquanto no “período da seca” o frio, a falta de umidade e os dias curtos diminuem o desenvolvimento das plantas, fazendo com que entrem em repouso vegetativo.

Para contornar o problema da baixa oferta de forragem na época seca do ano, a prática de conservação de forragens se torna uma alternativa viável, sendo a ensilagem um método de conservação amplamente utilizado, que visa manter o fornecimento adequado da alimentação aos animais nos meses de seca.

A produção de silagem baseia-se no princípio da fermentação, cujo objetivo é maximizar a preservação original dos nutrientes encontrados na forragem fresca durante o armazenamento, com o mínimo de perdas de matéria seca (MS) e energia, quando realizada dentro das técnicas e padrões recomendados.

Dentre as forrageiras tropicais, o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) tem sido utilizado com grande frequência para a produção de silagem, não só devido à sua alta produção de MS por área, quando comparado às demais espécies, como também pelo fato de possuir bom valor nutritivo.

Entretanto, a presença de alto teor de umidade, no momento ideal de corte, e o baixo teor de carboidratos solúveis são fatores que inibem o adequado processo fermentativo, pois produz silagens de baixa qualidade e ocasiona perdas de nutrientes pela elevada quantidade de efluente produzido.

Em razão das perdas de valor nutritivo e de MS resultarem em silagem de baixa qualidade – devido a problemas como a elevada produção de efluente e o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* – busca-se a possibilidade de adicionar, na ensilagem de gramíneas tropicais, ingredientes que atuem no sentido de melhorar as características fermentativas. A adição de materiais absorventes, por

exemplo, pode aumentar o teor de MS, contribuindo para o incremento da composição química da silagem.

Partindo deste princípio, a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lind) apresenta-se como opção interessante na região Nordeste, especialmente na região semiárida, devido à sua alta resistência à salinidade e à seca, além de apresentar elevado teor de proteína bruta e alta capacidade de produção de fitomassa. Essas plantas halófitas suportam não apenas altos níveis de salinidade do complexo solo-água, como também acumulam significativas quantidades de sais em seus tecidos.

Ervá-sal é o nome vulgar dado, no Brasil, às plantas do gênero *Atriplex*, pertencentes à família *Chenopodiaceae*, que conta com mais de 400 espécies distribuídas em diversas regiões áridas e semiáridas do mundo (FAO, 1996). Dentre as espécies da família *Chenopodiaceae*, aproximadamente 15% interessam à produção animal, sendo a *Atriplex nummularia* uma das mais importantes enquanto forrageira. Por se originar de regiões áridas, o gênero *Atriplex* vem-se destacando há algumas décadas, principalmente por conseguir produzir e manter uma abundante fitomassa, mesmo em ambientes de alta aridez e salinidade, adaptando-se muito bem a regiões com precipitação em torno de 100 a 250 mm/ano (Porto et al., 2001).

O aparecimento e a expansão de áreas salinas constituem em fenômenos que devem ser encarados como consequências do manejo inadequado dos recursos hídricos e não como suas causas. Assim, faz-se necessário manter as áreas irrigadas, sob uma cobertura vegetal, evitando a sua degradação irremediável por processos erosivos, de lixiviação e de evapotranspiração.

A maioria das espécies do gênero *Atriplex* L. tem fácil adaptação a condições ambientais extremas, como solos secos e áridos, sendo, portanto, classificadas como xerófilas. Muitas de suas espécies ocorrem em solos salinos, capazes de tolerar altos teores de salinidade, sendo classificadas como halófitas obrigatórias ou facultativas (Heywood, 1993).

Pode-se observar um crescimento direcionado à seleção de plantas halófitas e xerófilas, naturalmente resistentes ou tolerantes a níveis expressivos de salinidade e seca. Infere-se que essas plantas sejam extremamente promissoras para o manejo adequado ou para a recuperação de áreas salinizadas em região áridas.

De acordo com Osmond et al. (1980), citado por Gutiérrez-Céspedes (2001), dentre as halófitas cultiváveis para fins de forragem, as espécies do gênero *Atriplex*

L. merecem destaque especial devido à sua rusticidade e à capacidade de crescimento em áreas altamente salinas e com baixos índices pluviométricos.

Espécies deste gênero têm sido introduzidas com sucesso em solos com altos níveis de salinidade, sob irrigação com águas de fontes naturalmente salinas ou ainda com dejetos de águas salinizadas por aquicultura ou processos industriais, sem prejuízo de suas qualidades forrageiras, especialmente úteis na alimentação de caprinos e ovinos (Swingle, 1996; Valderrábano et al., 1996; Glenn et al., 1998; Hopkins e Nicholson, 1999; Brown et al., 1999).

O plantio de erva-sal também é uma boa opção para o aproveitamento dos rejeitos de dessalinizadores, devido aos seus mecanismos de tolerância à salinidade e ao seu potencial forrageiro, constituindo-se em uma importante fonte de nutrientes para ruminantes.

Várias pesquisas têm sido realizadas com a erva-sal e fazem parte do Sistema de Produção Integrado utilizando rejeito de dessalinizadores, gerado pela Embrapa Semiárido, que está vinculado ao Programa Água Doce do Ministério do Meio Ambiente, cujo objetivo consiste no estabelecimento de uma política pública permanente de acesso à água de boa qualidade para consumo humano, promovendo e disciplinando a implantação, a recuperação e a gestão de sistemas de dessalinização.

Assim, a erva-sal pode ser uma alternativa utilizada na ensilagem do capim-elefante, minimizando os problemas apresentados no processo de ensilagem e garantindo a produção de alimento volumoso de qualidade na época de escassez de forragem.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar as características fermentativas e a composição bromatológica de silagens de capim-elefante, com diferentes percentuais de erva-sal.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A ensilagem como alternativa na conservação de forragens no semiárido

A produção animal em pastagens com gramíneas de clima tropical tem encontrado entraves para manter a eficiência produtiva dos rebanhos, devido à irregularidade na distribuição da produção forrageira durante todo o ano, causada pela sazonalidade climática.

Desse modo, a ensilagem surge como uma das possíveis soluções para o problema da estacionalidade da produção forrageira, permitindo que o excedente de pastagens, produzido na época das águas, seja armazenado e utilizado na alimentação dos animais em épocas de escassez, gerando, assim, a sustentabilidade do sistema de produção.

A ensilagem deve visar o aproveitamento da forrageira em seu estágio ótimo de desenvolvimento, conciliando produtividade e valor nutritivo. Afinal, o seu objetivo é minimizar as perdas de matéria seca (MS) e de energia e manter a qualidade da fração protéica da forrageira durante a estocagem, conservando o valor nutritivo e as características para alimentação dos animais o mais próximo possível aos da forragem original, (Tomich et al., 2003).

Para McDonald et al. (1991), o primeiro objetivo na conservação de plantas forrageiras, sob fermentação natural, é alcançar condições anaeróbicas, minimizando perdas de nutrientes e evitando mudanças adversas na composição química do material ensilado.

O armazenamento de forragem sob a forma de silagem apresenta algumas vantagens, pois pode maximizar a produção ocorrida na estação chuvosa, evitando alterações e perdas que normalmente ocorrem com a maturação e posterior intempérie sobre as plantas deixadas naturalmente no campo.

As gramíneas forrageiras tropicais, com o avanço do crescimento vegetativo, aumentam sua produção por área, tendo, em contrapartida, seu valor nutritivo diminuído. Nestas condições, conseqüentemente, o produto obtido no processo de ensilagem também é de baixo valor nutritivo.

Matos et al. (2005), estudando a conservação da maniçoba sob a forma de

silagem, encontraram teores médios de 27,49 e 25,78% de matéria seca na maniçoba *in natura* e ensilada, respectivamente. Guim et al. (2004) estudando silagens de maniçoba, obtiveram teores médios de matéria seca próximos a 25,78% para 1, 3, 6, 9 e 12 dias de exposição ao ar, enquanto Souza et al. (2004) identificaram o conteúdo de matéria seca de 28,54 e 20,35 em silagens de maniçoba emuchercida e fresca, respectivamente.

Dantas et al. (2006), avaliando a qualidade das silagens de maniçoba sob diferentes épocas de abertura dos silos, recomendam a sua utilização na alimentação animal, em função dos teores de PB e DIVMS terem apresentado, em média, 19,68 % de PB e valores variando de 36,09 a 42,39 % para DIVMS.

2.2. Características fermentativas para obtenção de silagens

Com o emurchecimento do capim-elefante, aumenta-se o tempo entre o corte e a vedação do silo, causando maiores perdas, em decorrência do processo respiratório e da atividade proteolítica da planta, que resulta na redução de substratos fermentáveis e no aumento do nitrogênio não-protéico (McDonald, 1981).

Quando as forragens são ensiladas em estágio de desenvolvimento mais novo, três de suas características podem interferir no processo da ensilagem: alto teor de umidade, alta capacidade tampão e baixos teores de carboidratos solúveis. Estes fatores influem negativamente sobre o processo fermentativo, impedindo o rápido decréscimo do pH a níveis adequados e permitindo fermentações secundárias indesejáveis, o que prejudica a qualidade do produto preservado (Peres, 1997).

É frequente, em propriedades rurais, a confecção de silagens com reduzido valor nutritivo, devido à baixa qualidade do material ensilado, à demora e ineficiência no processo de enchimento, e à vedação e conservação das mesmas. Isto resulta em baixo desempenho animal e na perda do capital investido (Ferreira, 2001; Rosa et al. 2004).

A fermentação adequada é fundamental para que haja uma boa conservação das características nutritivas de forragens no processo de ensilagem. Tomich et al. (2004) descrevem que além do valor nutritivo, a capacidade de conservação determina a adequação de uma cultura ao processo de ensilagem, sendo que para

avaliar a qualidade deste processo são utilizados alguns parâmetros.

Os principais fatores a serem analisados em forrageiras, antes de ensilar, são: o teor de matéria seca, o teor de carboidratos solúveis e o poder tampão. Também, parâmetros como o pH, conteúdo de nitrogênio na forma volátil (N-NH_3) e determinações dos ácidos orgânicos produzidos durante a fermentação são importantes nas avaliações da qualidade da silagem após abertura dos silos (McDonald et al. 1991).

De acordo com Evangelista et al. (2004), para a produção de silagem de boa qualidade, a forrageira a ser ensilada deve apresentar teor de MS acima de 20%. Como o capim-elefante no momento ideal de corte apresenta teor de MS de 15 a 20%, estudos envolvendo a adição de materiais com elevado teor de MS na ensilagem têm sido conduzidos (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001; Carvalho, 2006).

Ávila et al. (2003) descrevem que o processo de fermentação é complexo, envolve variações químicas e microbiológicas na massa ensilada, com destaque para a atividade de fermentação realizada por microorganismos.

As medidas de pH são muito utilizadas nas determinações de qualidade do material ensilado, mas não como valor único, podendo ser dependentes da porcentagem de matéria seca e do teor de açúcar do material ensilado. De acordo com McDonald et al. (1991) as silagens são consideradas de boa qualidade quando apresentam teor de N-NH_3 (%N-total) de, no máximo, 10%, e a faixa aceitável de pH para garantir boa preservação da massa ensilada está entre 3,6 e 4,2, que segundo Tomich et al. (2004) é capaz de restringir a ação de enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídios.

Segundo Igarasi (2002), o teor de nitrogênio amoniacal, em relação ao nitrogênio total, é um parâmetro qualitativo da silagem, que caracteriza o perfil fermentativo ocorrido no processo. Menores teores de nitrogênio amoniacal indicam menor proteólise ocorrida na silagem, sendo característica de um processo de melhor qualidade.

De acordo com McDonald (1981), quando há formação de ácido butírico no processo de fermentação da silagem, concomitantemente ocorre degradação de proteínas e de ácido láctico.

Muck (1988), citado por Tomich (2003), ressalta que é necessária uma carga mínima de 10^8 bactérias lácticas por grama de material ensilado, para garantir uma fermentação apropriada à conservação da silagem, enquanto a acidificação

inadequada proporciona o desenvolvimento de bactérias produtoras de ácido acético e butírico, resultando em silagem de qualidade inferior.

Carvalho et al. (2007) observam que a adição de casca de café na ensilagem de capim-elefante, contendo 17% de MS, foi eficiente em reduzir o teor de umidade da silagem; entretanto, a digestibilidade *in vitro* da MS das silagens diminuiu. A casca de café utilizada na ensilagem de capim-elefante melhorou as características fermentativas da silagem, diminuindo os valores de pH e os teores de nitrogênio amoniacal e de ácido butírico, e aumentando os teores de ácido láctico, o que promove, dessa forma, melhor conservação do material ensilado. Observou-se que os teores de N-NH₃ comportaram-se de forma quadrática em função dos níveis de casca de café, estimando-se valor mínimo de 7,4% de N-NH₃, para o nível de 18,7% de adição de casca.

Segundo Cândido et al. (2007), a adição de subproduto desidratado de maracujá (SDM), em níveis de até 14% da matéria natural do capim-elefante durante a ensilagem, favoreceu o processo fermentativo e melhorou a composição químico-bromatológica da silagem. A adição do SDM à ensilagem de capim-elefante foi favorável ao processo fermentativo, pois elevou o teor de MS da massa ensilada e propiciou a fermentação láctica, inibindo a fermentação clostrídica e promovendo repercussões positivas na manutenção do pH adequado e de baixos teores de N-amoniacal, provavelmente em razão da reduzida proteólise na massa ensilada.

2.3. Potencial da ensilagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) é uma espécie perene, nativa da África, de grande rendimento forrageiro, muito vigorosa, de grande porte e de boa palatabilidade, além de apresentar resistência a condições climáticas adversas (Queiroz Filho et al., 2000). Desde a sua introdução no Brasil, em 1920, este capim despertou a atenção por sua elevada produção de biomassa, sendo inicialmente utilizado como capineira para o fornecimento de forragem verde picada ou conservada sob a forma de silagem (Abreu, 2005).

A conservação do capim-elefante produzido na estação chuvosa é uma alternativa cada vez mais utilizada para suprir a escassez de volumoso na época

seca, pois apresenta alta produção de MS e bom valor nutritivo (Andrade & Lavezzo, 1998).

Entretanto, como acontece com a maioria das gramíneas tropicais, com o avanço do crescimento vegetativo, há aumento da produção por área, tendo, em contrapartida, seu valor nutritivo diminuído. Nessas condições, consequentemente, o produto obtido no processo de ensilagem também é de baixo valor nutritivo. Por outro lado, quando são ensiladas em estágio de desenvolvimento mais novo, o alto teor de umidade, a alta capacidade tampão e os baixos teores de carboidratos solúveis podem interferir no processo da ensilagem (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001). Esses fatores influenciam negativamente no processo fermentativo, impedindo o rápido decréscimo do pH a níveis adequados e permitindo fermentações secundárias indesejáveis, o que prejudica a qualidade do produto preservado, além de ocasionar perda de nutrientes pela elevada quantidade de efluente produzido, e causar riscos de poluição ambiental (McDonald, 1981).

O problema de excesso de umidade das plantas forrageiras para produção de silagem tem atraído atenção e esforços de muitos pesquisadores, que realizaram diversos trabalhos objetivando a avaliação de alternativas viáveis que possam beneficiar o processo fermentativo de silagens de capim-elefante, como a adição de materiais ricos em carboidratos e elevado teor de MS, que funcionam como aditivos absorventes (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001; Rodrigues et al., 2005).

2.4. Aditivos absorventes de umidade para ensilagem

A utilização de resíduos ou subprodutos da agroindústria tem sido avaliada por diversos autores (Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001; Souza et al., 2003; Bernardino et al., 2005, Batista et al., 2006), que enfocaram seus estudos em determinar os percentuais em que estes aditivos podem ser adicionados na ensilagem de capim-elefante, com o objetivo de promover uma melhoria nas condições de fermentação da silagem, principalmente pelo incremento do teor de MS.

Segundo Igarasi (2002), o ingrediente utilizado como aditivo nas silagens de capim deve apresentar alto teor de MS, alta capacidade de retenção de água, boa palatabilidade, além de fornecer carboidratos para a fermentação.

Um dos grandes problemas encontrados pela agroindústria é a dificuldade de escoamento de seus resíduos, que são responsáveis, em parte, pela contaminação ambiental, devido à grande quantidade acumulada na forma de lixo (Silveira et al., 2002). A disponibilidade de resíduos e subprodutos provenientes da agroindústria e a crescente preocupação com problemas ambientais têm gerado maior interesse quanto ao destino destes materiais, quanto ao possível aproveitamento na alimentação animal e até mesmo como material alternativo, funcionando como aditivos para ensilagem de forragens com alto teor de umidade (Lima et al., 2007).

Os aditivos mais utilizados na ensilagem do capim-elefante são os materiais secos, que elevam o teor de MS da silagem e aumentam as chances de boa preservação. Dentre esses materiais citam-se as fontes de carboidratos, como fubá de milho, farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria (Silva et al., 2007).

Ferrari Jr. & Lavezzo (2001) utilizaram o capim-elefante com 18% de MS e, ao compararem o emurchecimento e a adição de farelo de mandioca na confecção da silagem, concluíram que os dois tratamentos podem ser utilizados como alternativas viáveis para aumentar o teor de MS da silagem. Dessa forma, a adição de 12% de farelo de mandioca mostrou-se mais eficiente que o emurchecimento na elevação do teor de MS.

Aguiar (2001), avaliando a composição de silagem de capim-elefante com inclusão em níveis crescentes de bagaço de mandioca (5, 10, 15 e 20%), observou que os tratamentos foram eficientes na melhoria do teor de MS, sendo que, ao aumentar o nível de inclusão de bagaço, o teor de MS variou de 25,1 a 33,1%.

Os resíduos e subprodutos agroindustriais variam em quantidade e qualidade conforme a região. A erva-sal na confecção de silagens também pode ser utilizada como aditivos para ensilagem de gramíneas tropicais, com a finalidade de melhorar o processo fermentativo e reduzir as perdas por gases e efluente.

2.5. O potencial forrageiro da erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.)

A região semiárida possui uma grande área de manancial de água salobra subterrânea, tornando crescente o uso da sua dessalinização pelo processo de

osmose inversa. Entretanto, o uso dessa tecnologia pode trazer impactos ambientais severos devido à dificuldade de se fazer um aproveitamento sustentável do rejeito que é formado durante a dessalinização. O plantio de espécies resistentes ao sal (halófitas), como a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), pode ser uma boa opção de aproveitamento dos rejeitos, devido aos seus mecanismos de tolerância à salinidade e ao seu potencial forrageiro, constituindo-se em uma importante fonte de nutrientes para ruminantes (Araújo e Porto, 2000).

A erva-sal é uma forrageira arbustiva de porte médio. O seu nome foi atribuído devido a uma particularidade que lhe confere a capacidade de absorver sal através de seu sistema fisiológico, caracterizando um sabor salgado. Esta planta requer sódio como elemento essencial em sua nutrição, e por meio de seu sistema radicular desenvolvido e de outros mecanismos que regulam o armazenamento e a utilização das reservas nutritivas, tanto para sobrevivência como para produção, consegue atingir as camadas mais profundas do solo (Porto e Araújo, 1999).

Seu gênero se destaca pela rusticidade. Em geral, suas espécies têm fácil adaptação a condições ambientais extremas, como solos secos e áridos, sendo, portanto, classificadas como xerófitas. Muitas de suas espécies ocorrem em solos salinos, capazes de tolerar altos teores de salinidade, sendo classificadas como halófitas obrigatórias ou facultativas (Heywood, 1993).

Denominam-se halófitas as plantas que suportam ou necessitam de sais, como cloreto de sódio, carbonato de cálcio, sulfato de magnésio ou sulfato de sódio, em seu desenvolvimento normal, vegetando sob altas concentrações salinas (Lousã, 1986). Em condições naturais, tais plantas são encontradas como dominantes em solos salinos, em vista da incapacidade de outras plantas em colonizar estes biomas (Le-Houérou, 1995). Le-Houérou (1995) também admite que o nível de tolerância que caracteriza as espécies como halófitas não é claro, pois outras espécies não-halófitas, quando submetidas na natureza a condições salinas, podem ser relativamente tolerantes à salinidade.

Dentre as halófitas cultiváveis para fins de forragem, as espécies do gênero *Atriplex* L. merecem destaque especial, tendo em vista a sua rusticidade e capacidade de crescimento em áreas altamente salinas e com baixos índices pluviométricos. Espécies deste gênero têm sido introduzidas com sucesso em solos com altos níveis de salinidade, sob irrigação com águas de fontes naturalmente

salinas ou ainda com dejetos de águas salinizadas por aquicultura ou processos industriais, sem prejuízo de suas qualidades forrageiras, o que as torna especialmente úteis na alimentação de caprinos e ovinos.

Estudos sobre a produtividade de *Atriplex nummularia* feitos na Tunísia constatarem rendimentos de 2.000 a 5.000/kg de matéria seca/ha/ano, em solos profundos, com precipitações pluviométricas de 200 - 400 mm, em que 50% da fitomassa aérea correspondiam à forragem (Le Houérou & Pontanier, 1987). Outros autores indicam rendimentos de 1000 a 3.200kg de matéria seca/ha/ano na África do Sul, com precipitações anuais de 300 a 350 mm (Garcia, 1993).

No México, cultivos de *Atriplex canescens*, com uma densidade de 5000 planta por hectare e com cortes aos 50% da área foliar, reportaram rendimentos de 1000kg de matéria seca por corte, proteína bruta entre 14 e 18 %, fibra bruta de 15% e digestibilidade entre 49 e 80%, dependendo da época do ano (Ibarra et al., 1979)

No Chile, registraram-se rendimentos de 500 a 900 kg de matéria seca/ha/ano, com precipitações de 100 a 220 mm/ano (FAO, 1996). É lógico pensar que a produtividade desta planta está relacionada à idade da planta, ao manejo de arbustos, às condições ambientais e à densidade ou espaçamento usado, entre outros fatores. Quando se pensa em estabelecer uma plantação de *Atriplex* visando a produção de forragem, deve-se considerar este recurso orientado como um complemento alimentar para os rebanhos, sobretudo nas épocas críticas (De Kock, 1967).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no campo experimental da Embrapa Semiárido, localizado na zona rural do município de Petrolina – PE, na BR 428, Km 152 da Rodovia Petrolina – Lagoa Grande.

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum cv Napier) utilizado foi proveniente de uma capineira já estabelecida, do campus de Ciências Agrárias, pertencente à Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Petrolina PE. Quando apresentava altura média de 1,80 m, aos 80 dias de rebrota, o capim foi colhido, picado em partículas de 2 cm e ensilado.

A erva-sal (*Atriplex nummularia* Lind) utilizada na ensilagem foi colhida manualmente em área do Campo Experimental da Caatinga, pertencente à Embrapa Semiárido, em pleno estágio vegetativo, com um ano de idade e 1,50 de altura, sendo, posteriormente, picado em máquina ensiladeira, em partículas de 2 cm.

A composição químico-bromatológica do capim-elefante e da erva-sal antes da ensilagem pode ser observada na tabela 1. A adição de erva-sal, em níveis crescentes de 0, 20, 40, 60, 80 e 100%, foi realizada logo após o corte e a picagem do capim, na base da matéria natural (peso/peso). Para a ensilagem, foram utilizados 36 silos experimentais de tubos de PVC, com 12 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. A compactação da forragem foi feita com êmbolos de madeira, empregando pressão e movimentos contínuos para compactação similares em todos os silos. Após a compactação, os silos foram vedados com lona plástica e liga de borracha nas extremidades.

Para determinação das perdas de matéria seca do material ensilado, os silos foram pesados nos dias do enchimento e da abertura, sendo que a diferença entre estas medidas foi multiplicada pelos respectivos teores de matéria seca.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim-elefante (*Penisetum purpureum* Schum) e da erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl) antes da ensilagem

Parâmetros (%MS)	Capim-elefante	Erva-sal
Matéria seca	18,96	34,96
Matéria mineral	13,19	16,54
Matéria orgânica	86,81	83,46
Proteína bruta	5,85	9,01
Carboidratos totais	79,50	72,80
Extrato etéreo	1,50	1,65
Fibra detergente neutro	78,05	68,19
Fibra detergente ácido	43,83	39,07
Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca	56,43	49,11

Após 70 dias de armazenamento, os silos foram abertos para coleta de amostras, que foram congeladas para posteriores análises. Parte das amostras foi descongelada em temperatura ambiente, acondicionada em sacos de papel e mantida em estufa para pré-secagem, por 72 horas a 60⁰ C. Em seguida, foi triturada em moinho tipo Willey com peneira com malha de 1 mm.

As amostras foram transportadas para o Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa Semiárido, para a realização das análises químicas. Imediatamente após a abertura dos silos, com auxílio de prensa manual, foi obtido o suco da silagem, o qual foi utilizado para determinar o pH com auxílio de um potenciômetro de hidrogênio. O teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total (N-NH₃/NT) foi dosado após destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio (AOAC, 1980).

Para análise dos ácidos orgânicos, 10 ml do suco foram diluídos em água, acidificados com ácido sulfúrico 50% v/v e filtrados em papel de filtro tipo Whatman, de acordo com as recomendações de Kung Junior & Ranjit (2001). Em 2 ml do filtrado adicionou-se 1 mL de ácido metafosfórico 20% v/v, sendo essa amostra centrifugada. As análises dos ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido acético e ácido butírico) foram efetuadas por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC).

Foram determinados também os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), de acordo com as recomendações de Silva &

Queiroz (2002), e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), de acordo com o método das duas etapas de Tilley e Terry (1963), descritas por Silva & Queiroz (2002). Também foram avaliados os teores de minerais: fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e sódio (Na), de acordo com Malavolta (1989).

Para a obtenção dos teores de carboidratos totais (CHO) e carboidratos não fibrosos (CNF), foram utilizadas as equações: $CHOT = 100 - (PB\% + EE\% + MM\%)$ e $CNF = 100 - (PB\% + EE\% + MM\% + FDN\%)$, de acordo com Sniffen et al. (1992).

Os dados foram submetidos à análise de variância e, quando significativos, fez-se a análise de regressão polinomial para o ajuste da melhor equação, através de sua significância, o valor do r^2 e o comportamento da resposta biológica, utilizando o programa para micro-computadores *WinStat* (Machado e Conceição, 2002).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No momento da abertura dos silos experimentais, observaram-se boas características sensoriais nas silagens, dentre as quais se incluem coloração, textura e aroma. Constatou-se coloração amarelo-esverdeado, sem excesso de umidade e pouca formação de fungos.

Na Figura 1, observa-se uma redução na perda de matéria seca pelo incremento da erva-sal, demonstrando que a proporção 75,28%:24,72% de erva-sal:capim-elefante obteve menor perda com 0,985% e a maior em 0%:100% com 2,57%. Isto é compreendido pelos menores teores da matéria seca do capim-elefante (18,86) em relação à erva-sal (31,28) no material original, bem como a matéria seca da silagem. Este comportamento pode ter contribuído para maior produção de efluentes. Possivelmente, os menores valores de perdas de matéria seca, encontrados neste ensaio, estão relacionados à baixa proteólise do material ensilado durante a fermentação com a inclusão de erva-sal.

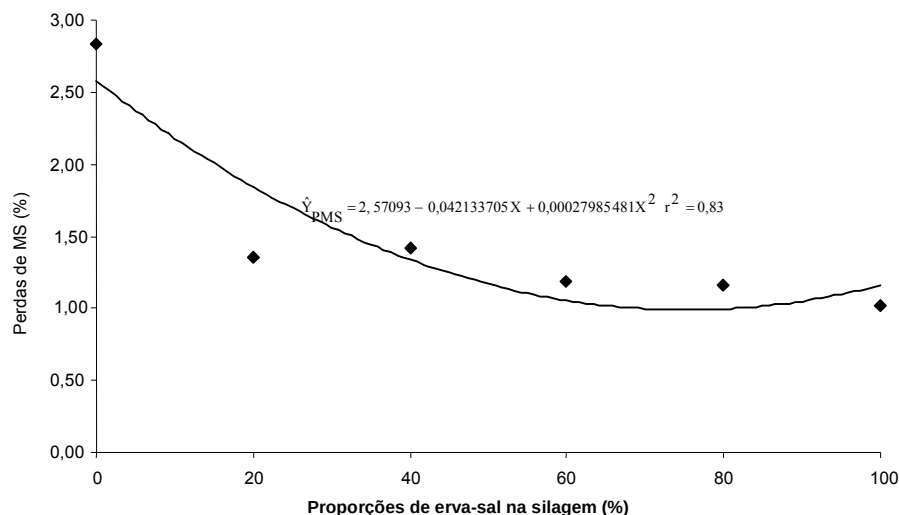


Figura 1. Perdas de MS da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Foram registradas diferenças ($P < 0,05$) para o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total entre as silagens, em função da adição de erva-sal ao material ensilado, indicando uma fermentação eficiente (Figura 2).

Os valores $N-NH_3/NT$ encontrados nas silagens se enquadram na classificação de Benacchio (1965), que recomenda teores de $N-NH_3/NT$ abaixo de 10%. Assim, verifica-se que as silagens estudadas neste trabalho apresentaram valores de 4,11% e 1,34% para essa variável, correspondendo às proporções de 0% e 100% de erva-sal:capim-elefante, respectivamente. Segundo Tayarol Martin (1997), o nitrogênio na forma volátil está associado ao teor de MS da silagem, ou seja, quanto maior a umidade do material, maior será o teor de nitrogênio amoniacal. Infere-se, então, que os baixos teores de $N-NH_3/NT$ obtidos nas silagens analisadas podem estar relacionados aos teores de MS das mesmas no momento da ensilagem.

Para avaliar a qualidade do processo fermentativo, analisou-se também o pH das silagens. Foram observadas diferenças ($P < 0,05$) para os valores de pH (Figura 2) com o incremento da erva-sal na silagem de capim-elefante, havendo um decréscimo linear, indicando uma fermentação eficiente, ou seja, $pH \leq 4,40$ associado à MS de 30-40% e também aos 10% de $N-NH_3/NT$ (Tomich et al., 2003), descritos anteriormente.

Os valores de pH encontram-se entre 4,84 e 3,99, para as proporções de 0% e 100%, respectivamente (Figura 2), estando estes valores, entre a faixa aceitável de 3,6 e 4,2, de acordo com McDonald et al. (1991), o que garante boa preservação

dos materiais ensilados, além, de restringir a ação de enzimas e bactérias prejudiciais à qualidade da fermentação. Os resultados encontrados comprovam, pois, a eficiência do processo fermentativo.

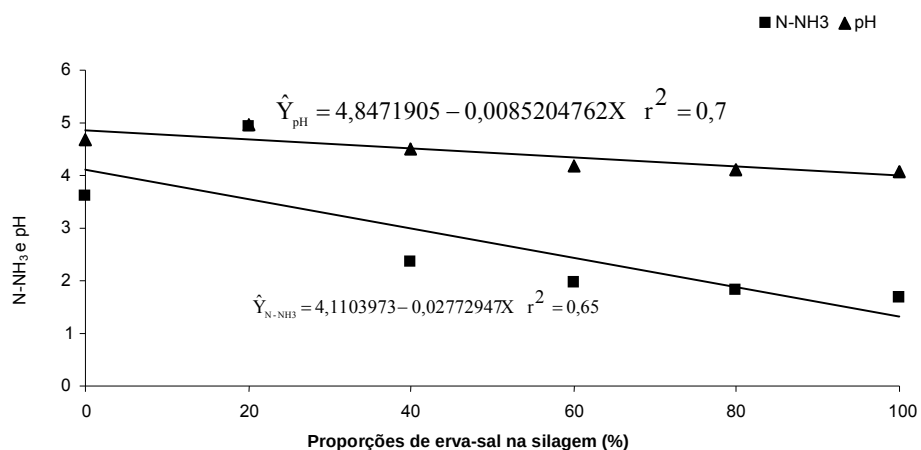


Figura 2. Teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃/NT) e pH da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Observou-se que a inclusão de erva-sal na silagem do capim-elefante influenciou quadraticamente ($P < 0,05$) a resposta dos teores de ácido láctico e acético, sem, no entanto, alterar o teor de ácido butírico., figuras 3 e 4, respectivamente. O aumento na proporção de erva-sal proporcionou valor máximo de ácido láctico estimado em 7,69%, para proporção de erva-sal:capim-elefante de 84,03%:15,97%. Os valores de ácido láctico obtidos com a adição de erva-sal na silagem de capim-elefante foram superiores a 3,0%, o que caracteriza uma silagem de boa qualidade (Vilela, 1990; Ferrari Jr. & Lavezzo, 2001). O ácido láctico possui poder de acidificação mais acentuada em comparação aos outros ácidos produzidos e, portanto, é o principal ácido responsável pela rápida queda e pela manutenção do pH.

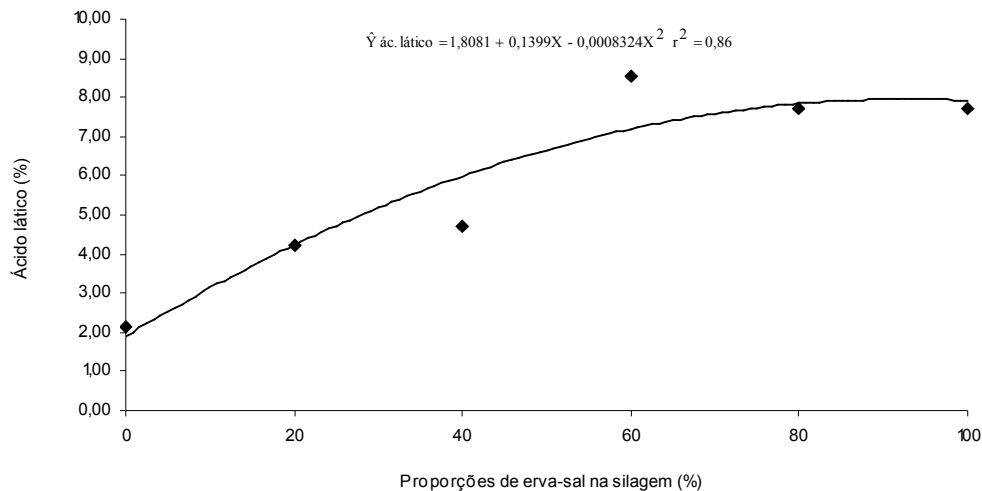


Figura 3. Teor de ácido láctico das silagens de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Pires et al. (2009), avaliando as características fermentativas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca, observaram valores de ácido láctico superiores a 3,0%, com média de 4,6%. Essa média foi inferior à encontrada no presente trabalho, na proporção de 84,03%:15,97% de erva-sal:capim-elefante, respectivamente.

Também a resposta dos níveis de erva-sal sobre o teor de ácido acético foi do tipo quadrática ($P < 0,05$), em que a proporção de 82,38%:17,62% de erva-sal:capim-elefante obteve o menor valor correspondente a 0,17% e o maior valor de 0,84%, para essa variável. Portanto, os valores encontrados para essa variável estão abaixo do nível crítico de 0,8% desse ácido. Níveis de ácido acético superiores a este indicam alterações indesejáveis ocorridas durante o processo de ensilagem (Mahanna, 1997).

Os teores de ácido butírico não apresentaram significância mediante a adição dos níveis de erva-sal na ensilagem (Figura 4). Pôde-se observar que os valores de ácido butírico e $N-NH_3$ foram relativamente baixos, o que indica ausência de fermentações indesejáveis, resultantes da ação de bactérias do gênero *Clostridium*, uma vez que estas bactérias conduzem ao desdobramento de açúcares, ácido láctico e aminoácidos com produção de ácido butírico e acético, $N-NH_3$, aminas, amônia e gases, prejudicando o valor nutritivo das silagem (McDonald, 1981).

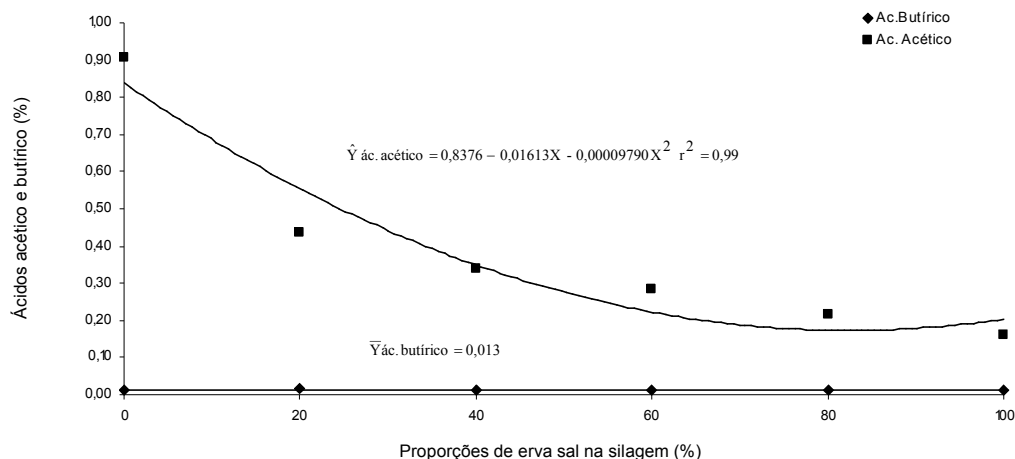


Figura 4. Teores de ácido acético e butírico das silagens de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Carvalho et al. (2007), adicionando diferentes níveis de casca de café a silagem de capim-elefante, verificaram que houve um comportamento quadrático, estimando-se valor máximo de 11,4% para adição de 25,6% de casca de café, enquanto os teores de ácido acético não apresentaram significância mediante a adição dos níveis de casca de café. Estes comportamentos diferiram quando comparados aos teores de erva-sal do presente estudo, todavia as faixas encontradas aqui ficaram dentro dos parâmetros adequados para uma boa fermentação.

O teor de MS das silagens foi influenciado ($P < 0,05$) pelas proporções de erva-sal e apresentou resposta linear crescente aos níveis de erva-sal nas silagens (Figura 5). Os conteúdos de MS das silagens estiveram próximos à faixa recomendada para forragens armazenadas em silos verticais, que varia de 30 a 35% MS (McDonald et al., 1991; Tomich et al., 2003), de modo que o teor de MS da erva-sal foi de 34,96% e, aumentando-se seu nível na silagem de capim-elefante, elevou-se também a MS da silagem. Isto demonstra o elevado potencial da erva-sal como aditivo na ensilagem de gramíneas forrageiras com alto teor de umidade ou colhida muito nova e que apresente baixa MS (< 20 -25%). Vale salientar que o teor de MS não determina, por si, a qualidade da silagem. Outras variáveis, como o teor de carboidrato solúvel da planta pode favorecer a fermentação, resultando em silagem de boa qualidade (Cândido et al., 2002).

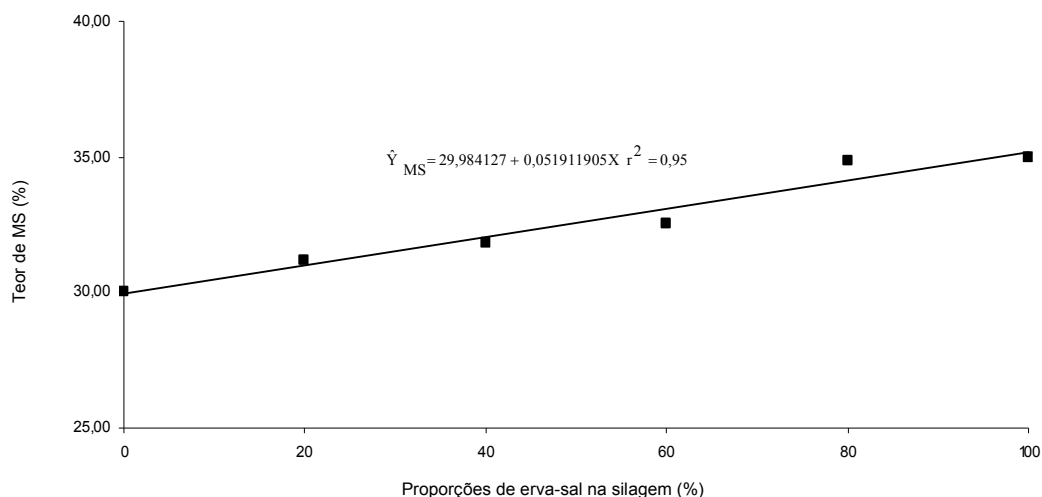


Figura 5. Teor de MS da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

De acordo com análise de regressão, os níveis crescentes de erva-sal tiveram efeito linear ($P < 0,05$) sob o teor de proteína bruta (PB) das silagens (Figura 6), que se elevaram proporcionalmente com a adição da erva-sal, obtendo-se o valor máximo estimado em 9,81% ($Y_{máx}$), correspondente a 100% de erva-sal. Isto é compreendido pelo maior teor de PB desta planta, que varia entre 14 a 17% (FAO, 1996), em relação ao capim-elefante, cujo teor varia em 7 a 9% de PB (Machado et al., 2008).

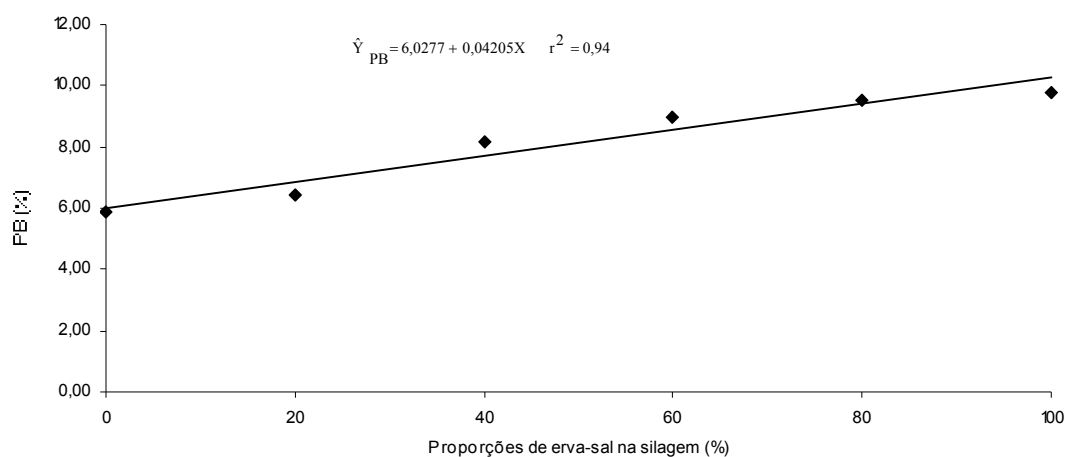


Figura 6. Teor de PB da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Com relação à FDN e FDA, Detmann et al. (2004) ressaltam que a observação desses teores nas silagens é de fundamental importância para o conhecimento do

valor nutritivo desses alimentos para ruminantes, pois esses teores são indicativos da quantidade de fibra presente na forragem, estando a FDN relacionada com a quantidade de fibra que há no volumoso, e a FDA, à quantidade de fibra menos digestível. Deste modo, quanto menor os seus valores, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca.

O teor de FDN não foi afetado ($P < 0,05$) pelos níveis de erva-sal na silagem de capim-elefante, sendo representados pelo valor médio de 54,15% (Figura 7). De acordo com Van Soest (1965), níveis de FDN iguais ou superiores a 70% limitam o consumo de alimento pelo efeito físico de enchimento do rúmen.

Observa-se que os teores de FDA das silagens foram afetados ($P < 0,05$) pelos níveis de erva-sal (Figura 7), pois houve um comportamento linear decrescente nos teores de FDA, em função do incremento da erva-sal na silagem de capim-elefante. Como o teor de FDA consiste na quantidade de fibra menos digestível, quanto menor for o valor encontrado, melhor será a qualidade da silagem produzida e maior será o consumo de matéria seca. Neste sentido, na medida em que houve adição de erva-sal na silagem de capim-elefante decresceram significativamente os teores de FDA, sendo mais evidente na proporção de 100%, (30,55%).

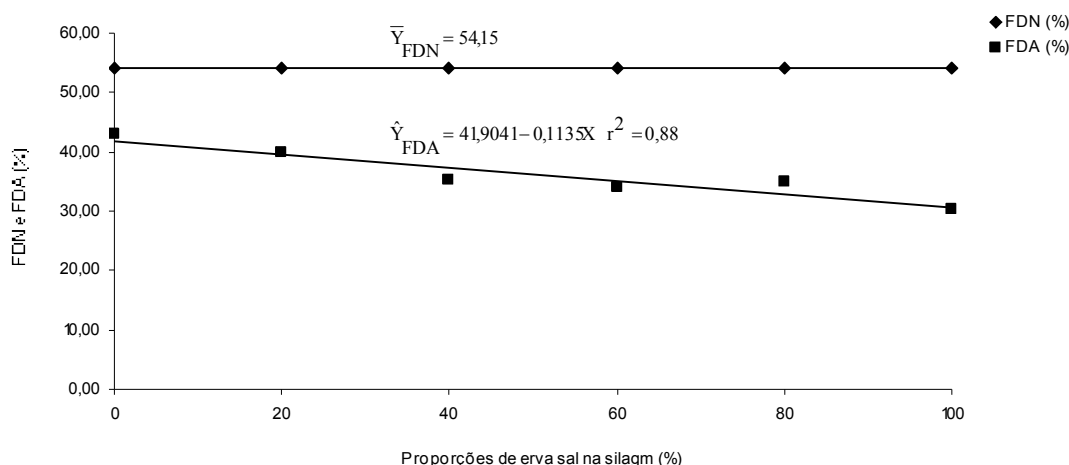


Figura 7. Teores de fibra em detergente neutro (FDN) e de fibra em detergente ácido (FDA) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Os valores de CHO não diferiram estatisticamente ($P < 0,05$) com a adição de erva-sal na ensilagem de capim-elefante, apresentando valor médio de 73,93% (Figura 8). Já os teores de CNF decresceram com o incremento de erva-sal,

apresentando valores de 24,85% a 15,72%, para as concentrações do 0% e 100%, respectivamente, com acréscimo de 9,13% (Figura 8).

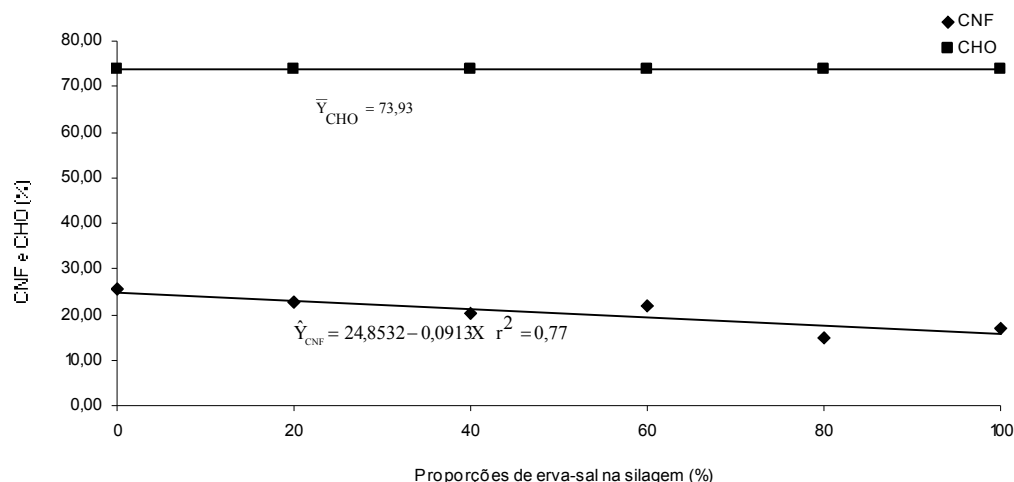


Figura 8. Teores de carboidratos não fibrosos (CNF) e totais (CHO) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

O modelo de regressão quadrática foi significativo para a variável DIVMS, apresentando a seguinte equação: $\hat{Y} = DIVMS = 35,0354 + 0,3022X - 0,0024X^2$ (Figura 9), o que demonstra a melhor proporção de erva-sal:capim-elefante de 62,96%:37,07%, respectivamente, obtendo-se um valor máximo de DIVMS de 44,55%, nesta proporção. Pelos valores observados, pode-se inferir que a adição da erva melhorou os teores de energia das silagens de capim-elefante sem, no entanto, possibilitar níveis acima de 55% de DIVMS, que seriam mais desejáveis para os volumosos. Este comportamento pode estar relacionado aos teores observados de FDN, que praticamente se mantiveram constantes e, de FDA e dos CNF, que decresceram com o incremento da erva-sal nas silagens.

Entretanto, Pires et al. (2009), trabalhando com capim-elefante ensilado com farelo de mandioca, obtiveram maiores valores na DIVMS de 74,1%, indicado pelo baixo teor de lignina no farelo de mandioca. Por outro lado, Souza et al. (2003) observaram redução na DIVMS de silagens acrescidas de casca de café. Outros trabalhos encontrados na literatura têm demonstrado diminuição na digestibilidade da MS com o avanço da maturidade fisiológica da forrageira (Campos et al., 2002).

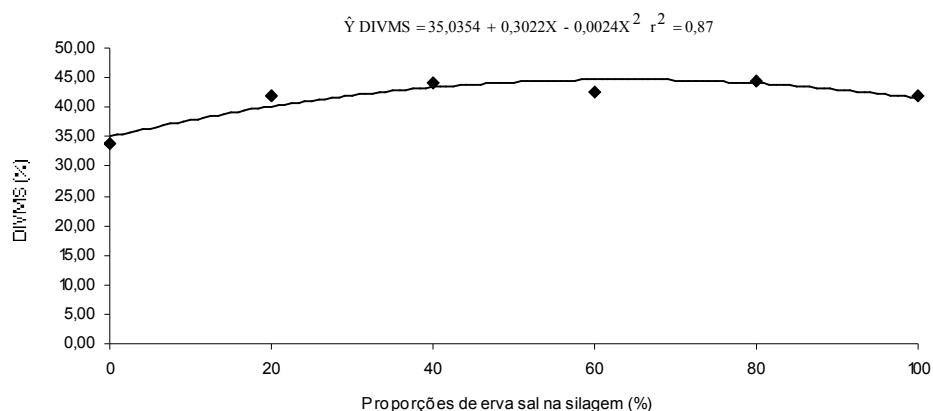


Figura 9. Teor de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (% DIVMS) da silagem de capim-elefante com diferentes proporções de erva-sal.

Os valores de extrato etéreo (EE) nas silagens não foram afetados ($P < 0,05$) com a inclusão de erva-sal, apresentando valor médio de 1,67%. Esse valor médio encontrado não ultrapassou o limite de 5% de EE, a partir do qual se poderia limitar o consumo de matéria seca (Palmquist, 1994). De acordo com o NRC (2007), o total de gordura na dieta não deve ultrapassar 6 a 7% na MS, pois pode acarretar reduções na fermentação ruminal na digestibilidade da fibra e na taxa de passagem.

Observa-se na Figura 10A e B que houve um comportamento linear crescente ($P < 0,05$) para os minerais Ca, Mg e Na e linear decrescente ($P < 0,05$) para o P. Os valores de Ca encontram-se entre 7,71-12,99 g/kg; Mg entre 3,50-8,38 g/kg; e Na entre 9,41-33,96 g/kg, para as proporções de 0% a 100%, respectivamente (Figuras 10A e B). O K, por sua vez, apresentou um comportamento quadrático ($P < 0,05$), demonstrando que o menor teor desse mineral foi na proporção de erva-sal:capim-elefante de 62,99:37,01, respectivamente, obtendo-se valor mínimo de K de 17,09 g/kg, nesta proporção, e valor máximo de K de 31,24 g/kg, para a proporção de 0:100 de erva-sal:capim-elefante na silagem.

Para Gonzáles et al., (2000) os requerimentos desses minerais em pastagens, com base na matéria seca e de acordo com o NRC (1996), estipularam uma faixa de macro: P= 4-7; K= 5-8; Ca= 4-9; Mg= 0,3-0,4 g/kg; e microminerais: Na= 6-10 g/kg.

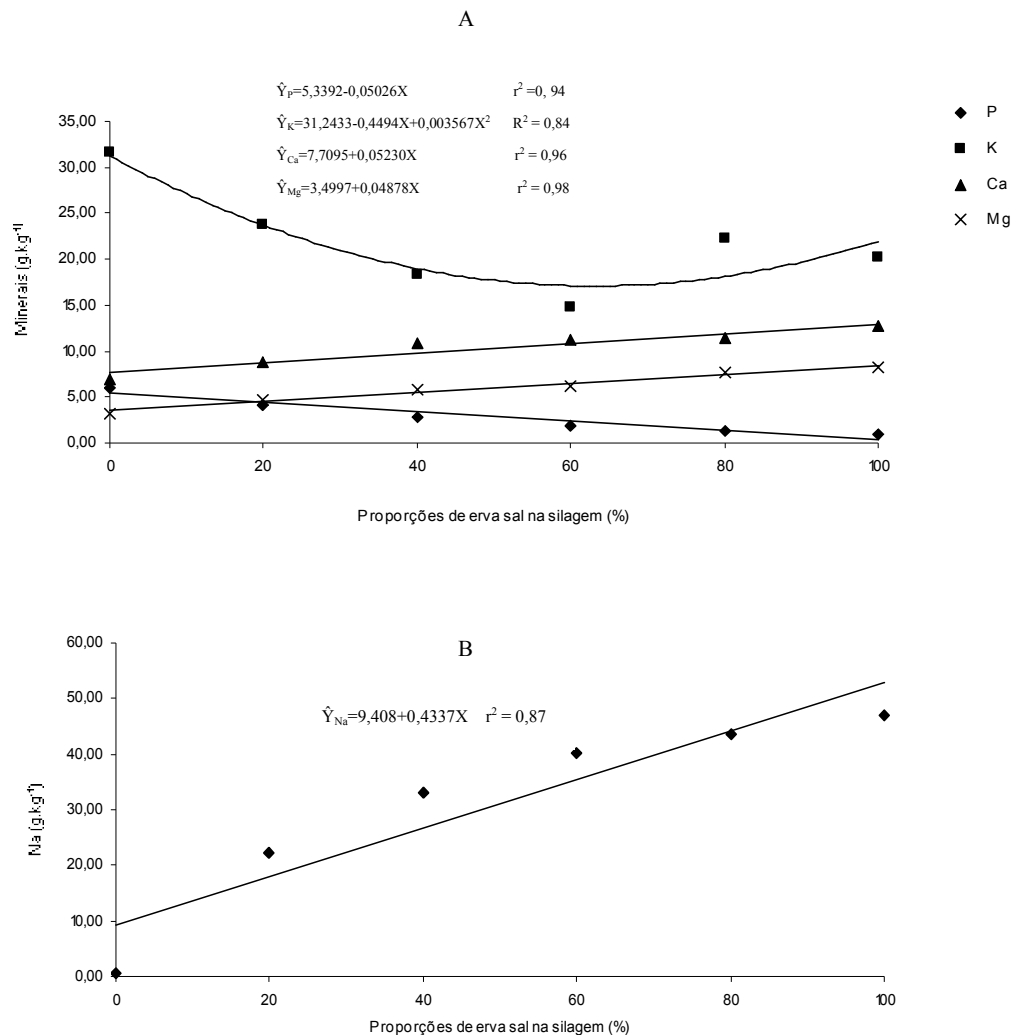


Figura 10 A e B. Teores de cálcio (Ca), Fósforo (P), Magnésio (Mg), Potássio (K) e Sódio (Na) presentes nas silagens de capim-elefante com erva-sal.

Segundo Ospina et al. (1999), os macrominerais Ca, K, P, Na e Mg atuam na sobrevivência e no crescimento de microorganismo do rúmen, pois contribuem na regulação de algumas propriedades físico-químicas do ambiente ruminal, como a fermentação, pressão osmótica, capacidade de tamponamento e taxa de diluição. Assim sendo, as silagens estudadas, por estarem dentro das faixas de exigências, poderão contribuir para um melhor ambiente ruminal, quando oferecidas aos ruminantes.

5. CONCLUSÕES

A adição de erva-sal na silagem do capim-elefante pode melhorar as características fermentativas, proporcionando bons teores de ácido láctico e reduzindo o ácido acético, o pH, a perda de matéria seca e o nitrogênio amoniacal.

A qualidade nutricional das silagens de capim-elefante melhora com a adição da erva-sal aumentando os teores de matéria seca e proteína bruta, sem, no entanto, diminuir os teores de fibra em detergente neutro ou aumentar a digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os teores de Ca, P, Mg, Na e K ficaram dentro de faixas aceitáveis, não alterando a aceitabilidade destes pelos ruminantes.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, J. G. **Glyphosate e nitrogênio no controle de *Brachiaria Decumbens* TAPF em capineiras**. Lavras-MG: Universidade Federal de Lavras, 2005. 132p. (Tese de Doutorado em Zootecnia).

AGUIAR, R.N.S.; CRESTANA, R.F.; NUSSIO, L.G. et al. **Efeito do tamanho de partícula na composição da fração nitrogenada de silagem de capim Tanzânia**. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. Anais... Piracicaba: FEALQ, 2001. p.314-318.

ANDRADE, J. B., LAVEZZO, W. **Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens**. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.

ARAUJO, G.G.L. de, PORTO, E.R. **Produção e composição química da erva sal, irrigada com rejeito da dessalinização de água salobra**. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2000, Teresina-PI. ANAIS... CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. 2000. v.2. p.115-117.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURE CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analyses of the Association of Agriculture Chemists**. 13.ed. Washington, D.C.: 1980. 1015p.

ÁVILA, C.L.S. et al. **Perfil de fermentação das silagens de capim-tanzânia com aditivos – Teores de nitrogênio amoniacal e pH**. Ciência Agrotécnica, Lavras, v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.

BATISTA, A.M.V. et al. **Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, n.1, p.1-6, 2006.

BENACCHIO, S. **Niveles de melaza em silo experimental de milho crioulo (*Sorghum vulgare*)**. Agronomia Tropical, v. 14, 4, p. 651-658, 1965.

BROOW, J.J. et al. (1999). **Halohytes for the treatment of saline aquaculture effluent**. Aquaculture 175: 255-268.

CAMPOS, F. P.; LANNA, D.P.D.; BOSE, M.L.V. **Degradabilidade do capim-elefante em diferentes estágios de maturidade avaliada pelo método *in vitro*/gás.** Scientia Agrícola, v. 59, n. 2, p. 217-225, 2002.

CÂNDIDO, M.J.D.; OBEID, J.A.; PEREIRA, O.G et al. Características fermentativas e potencial biológico de silagens de híbridos de sorgo cultivados com doses crescentes de adubação. **Revista Ceres**, v.49, p.151-167, 2002.

CÂNDIDO, M.J.D.et al. **Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo sub produto desidratado do maracujá.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007 (supl).

CARVALHO, G.G.P. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem.** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 69p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.

CARVALHO, G.G.P. et al. **Valor nutritivo e características fermentativas de silagem de capim-elefante com adição de casca de café.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 36, n.6, p.1875-1881, 2007.

DANTAS, F.R. et al. Qualidade das silagens de maniçoba (*Manihot pueuglaziovii*) e pornunça (*Maniot spp*) sob diferentes épocas de abertura de silos. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43., 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. 1 CD-ROM.

De KOCK, G. C. Drought resistant fodder crops. **Proceeding Grassland Society**, South Africa, v. 2, p. 147-156, 1967.

DETMANN, E. et al. **Validação de equações preditivas da fração indigestível da fibra em detergente neutro em gramíneas tropicais.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, n.6, p.1866-1875, 2004.

EVANGELISTA, A.R.; PERON, A.J.; AMARAL, P.N.C. Forrageiras **não convencionais para silagem – Mitos e realidades.** In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. Anais...Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p. 463-507.

FAO (Roma, Itália). **Estudios de caso de espécies vegetales para zonas aridas y semiaridas de Chile y México.** Santiago: Oficina Regional de la FAO para America Latina y el Caribe, 1996. 143 p.il. (FAO. Oficina Regional para America LATina y el Caribe, Zonas Aridas y Semiaridas, 10).

FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. **Qualidade da silagem de capimelefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) emurcheado ou acrescido e de farelo de mandioca.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.

FERREIRA, J.J. **Efeito do processamento da planta de milho na qualidade da silagem.** In: CRUZ, J.C., PEREIRA FILHO, I.A., RODRIGUES, J.A.S. (Ed). Produção e utilização de silagem de milho e sorgo. Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo, 2001. p.445-472.

GARCIA, P. **Efecto del corte en la producción y calidad forrajera del rebrot de *Atriplex nummularia* Lindl.** Memoria Ing. Forestal. Santiago, Universidad de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias y Forestales., 1993. 98 p.

GLENN, E. et al. (1998). **Water use, productivity and forage quality of the halophyte *Atriplex nummularia* grown on the saline waste water in a desert environment.** Journal of Arid Environment 38: 45-62.

GONZÁLES, F.H.D. et al. Indicadores sanguíneos do metabolismo mineral em ruminantes. In: PERFIL L METABÓLICO EM RUMINANTES: SEU USO EM NUTRIÇÃO E DOENÇAS NUTRICIONAIS, 1., 2000, Porto Alegre, **Anais...** Porto Alegre: UFGRS, 2000, p.31-51. Disponível em: <<http://www6.ufgrs.br/bioquimica/extensao/pmr2000.pdf>> Acesso em: 21 mar. 2008.

GUIM, A., MATOS, D.S. et al. **Avaliação da estabilidade aeróbica da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*).** In: III CONGRESSO NORDETINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 2004, Campina Grande - PB. Sociedade Nordestina de Produção Animal, Campina Grande, Anais...2004. 1 CD.

GUTIÉRREZ-CÉSPEDES, G. H. **Estudos citogenéticos e avaliação de genótipos do gênero *Atriplex* L. (Chenopodiaceae)/ Germán Hugo Gutiérrez-Céspedes.** - Recife: 2001. 105 folhas. il., fog., Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco. CCB. Genética, 2001.

HEYWOOD, V.H. **Flowering plants of the World.** Oxford University Press. New York, pp. 336. 1993.

HOPKINS, D.L.; NICHOLSON, A. (1999). **Meat quality of wether lambs grazed on either saltbush (*Atriplex nummularia*) plus supplements or Lucerne (*Medicago sativa*).** Meat Science 51: 91-95.

IBARRA, F.; GARZA, I. A.; DE LUNA, R. V. **Establecimiento de costilla de vaca, *Atriplex canescens* (Pursh) Nutt emn forma directa bajo estructura de poceo en condiciones áridas.** Monografía Técnico-Científica. 5(2). 49 UAAAN. Mexico, 1979.

IGARASI, M. S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano.** Maurício Scoton Igarasi. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.

KUNG JR., L.; RANJIT, N.K. **The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage.** Journal of Dairy Science, v.84, n.5, p.1149-1155, 2001.

LIMA, J.D. et al. **Resíduos da agroindústria de chá preto como substrato para produção de mudas de hortaliças.** Revista Ciência Rural, v.37, n.6, p.1609-1613, 2007.

LE HOUÉROU H.N.; PONTANIER, R. **Les plantations sylvo-pastorales dans la zona aride de Tunisie.** Notes Techniques du MAB 18. Paris, UNESCO. 1987. 811 p.

Le-Houérou, H.N. Forage halophytes in the Mediterranean Basin. In: ***Halophytes and Biosaline Agriculture***. (Dekker, M. eds.) New York, 7: 117-135. 1995.

Lousã, M.F. **Comunidade halofítica da reserva de Castro Marim**-Teses de doutorado da Universidade Técnica de Lisboa. Instituto Superior de Agronomia. Lisboa. 1986.

MACHADO, A.; CONCEIÇÃO, A.R. Versão 2.0 **Programa estatístico WinStat sistema de análise estatística para Windows.** Pelotas: UFPEL, 2002.

MACHADO, P.A.S.. et al. **Avaliação nutricional do capim-elefante (Cameroon) em diferentes idades de rebrotação.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.6, p.1121-1128, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. de. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações.** Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.

MAHANNA, B. **Troubleshooting silage problems.** Acessado em: 20 de outubro de 1997. Disponível em: <http://www.pioneer.com/xweb>.

MATOS, D.S. et al. **Composição química e valor nutritivo da silagem de maniçoba (*Manihot epruinosa*)**. Archivos de Zootecnia, Espanha, v.54, n.208, p. 619-629, 2005.

McDONALD, P., HENDERSON, N., HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Bucks: Chalcombe Publications, 1991. 340p.

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Wiley & Sons, 1981. 207p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirement of small ruminants**. 1 ed. Washington, D.C., 2007, 362p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7.ed. Washington, DC: National Academy of Sciences / National Research Council, 1996. 234p.

OSMOND, C.B., BJORKMAN, O.; ANDERSON, D.J. (1980). **Physiological Processes in Plant Ecology. Toward a Synthesis with Atriplex** Springer, Verlag. Berlin Heidelberg, New York., pp. 468.

OSPINA, H.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J. **A suplementação mineral e o desafio de otimizar o ambiente ruminal para digestão de fibra**. IN: BARCELLOS, J.O.J.; OSPINA, H.; PRATES, E.R. 1^o Encontro anual sobre nutrição de ruminantes da UFRGS – Suplementação mineral de bovinos de corte. Anais... São Gabriel, Gráfica da UFRGS, p.37-60, 1999.

PALMQUIST, D. L. **The role of dietary fats in efficiency of ruminants. Conference: regulating lipids metabolism to increase productive efficiency**. Journal of Nutrition, v.124, p.1377S-1372S, 1994.

PERES, J.R. **Avaliação da polpa de citros seca e peletizada como aditivo na ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997. 82p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, 1997.

PIRES, A. J. V. et al. **Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, p.34-39, 2009.

PORTO, E. R. e ARAÚJO, G. G. L. de. **Erva Sal (*Atriplex nummularia*)**. Petrolina, PE: Embrapa-Semi-Árido, 1999. 4 p. il. (Embrapa-Semi-Árido. Instruções Técnicas 22).

PORTO, E. R.; AMORIM, M. C. C.; JUNIOR, L. G. A. S.; **Uso de rejeito da dessalinização de água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*)**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 5, N.1, P.111-114, 2001.

QUEIROZ FILHO, J. L. et al. **Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.29, n.1, p.69-74, 2000.

RODRIGUES, P.H.M. et al. **Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

ROSA, J.R.P. et al. **Avaliação da silagem de diferentes híbridos de milho (*Zea mays*, L.) por meio do desempenho de bezerros confinados em fase de crescimento**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.33, 2004.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa, MG: UFV, 2002, 235p.

SILVA, F.F. et al. **Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes**. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v.59, n.3, p.719-729, 2007.

SILVEIRA, R.N. et al. **Fermentação e degradabilidade ruminal em bovinos alimentados com resíduos de mandioca e cana-de-açúcar ensilados com polpa cítrica peletizada**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, n.2, p.793-801, 2002.

SNIFFEN, C. J. et al. **A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability**. Journal Animal Science, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, E.J.O. et al. Composição e qualidade de maniçoba (*Manihot epruinosa*) emurcheada. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 3., 2004, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: Sociedade Nordestina de Produção Animal, 2004. CD-ROM.

SOUZA, A.L. et al. **Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpurium* Shum) com diferentes níveis de casca de café.** Revista Brasileira de Zootecnia, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

SWINGLE, R. S.; GLENN, E. P.; SQUIRES, V. 1996. **Animal Feed Science Technology.** v. 63, p.137-148, 1996.

TAYAROL MARTIN, L.C. **Bovinos – volumosos suplementares.** São Paulo: Nobel, 1997, 143p.

TILLEY, J.A.; TERRY, A.R. **A two-stage technique for *in vitro* digestion of forages crops.** Journal British Grassland Society, v.18, n.1, p.104-111, 1963.

TOMICH, T.R. et al. **Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol.** Revista Brasileira de Zootecnia, v. 33, n. 6, p. 1672-1682, 2004 (Supl.1).

TOMICH, T.R. et al. **Características Químicas para Avaliação do Processo Fermentativo de Silagens:** uma Proposta para Qualificação da Fermentação. Corumbá, Embrapa Pantanal, p.30. 2003. Documentos/Embrapa Pantanal, n. 57.

VALDERRÁBANO, J.; Muñoz, F.; DELGADO, I. (1996). **Browsing ability and utilization by sheep and goats of *Atriplex halimus* L. shrubs.** Small Ruminant Research 19: 131-136.

VAN SOEST, P. J.. **Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility.** Journal of Animal Science, v. 24, n.3, p.834-843, 1965.

VILELA, D. **Utilização do capim elefante na forma de forragem conservada.** In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 1990, Coronel Pacheco. Anais... Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1990. p.89-131.