



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

José Gledyson da Silva

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADIÇÃO DE ERVA-
SAL**

PETROLINA – PE
2013

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

José Gledyson da Silva

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADIÇÃO DE ERVA-
SAL**

Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus* Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.

Orientador: Prof. DSc. Mário Adriano Ávila Queiroz

PETROLINA – PE
2013

S586s Silva, José Gledyson da.
Silagem de cana-de-açúcar com adição de erva-sal / José Gledyson da Silva. -- Petrolina, PE, 2013.
67 f.: il.; 29 cm.

Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Vale do São Francisco, Campus de Ciências Agrárias, Petrolina-PE, 2013.

Orientador: Prof. DSc. Mário Adriano Ávila Queiroz.

Referências.

1. Silagem de Cana-de-açúcar. 2. *Atriplex nummularia*. 3. Forragens associadas - Conservação. I. Título. II. Universidade Federal do Vale do São Francisco.

CDD 636.20855

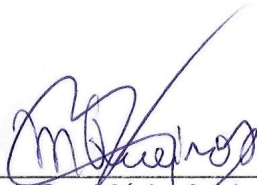
**UNIVERSIDADE FEDERAL DO VALE DO SÃO FRANCISCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL**

FOLHA DE APROVAÇÃO

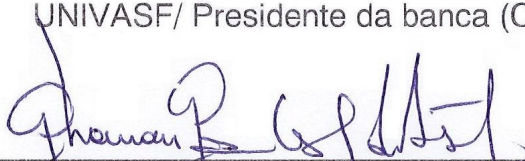
José Gledyson da Silva

**SILAGEM DE CANA-DE-AÇÚCAR COM ADIÇÃO DE ERVA-
SAL**

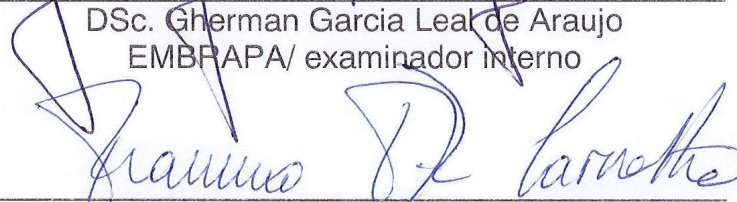
Dissertação apresentada à Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, *Campus* Ciências Agrárias, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.



Prof. DSc. Mário Adriano Ávila Queiroz
UNIVASF/ Presidente da banca (Orientador)



DSc. Gherman Garcia Leal de Araujo
EMBRAPA/ examinador interno



Prof. DSc. Francisco Fernando Ramos de Carvalho
URFPE/ examinador externo

À minha amiga, companheira e amada esposa, Jaqueline.

Aos meus pais, Geraldo e Maria José, pelo zelo e amor incondicional. Por construir comigo.

À minha querida irmã Elizangela, pelos seus cuidados de mãe.

Aos amados amigos-irmãos, minha segunda família, Grupo de Oração Santo Antônio.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, minha primazia, fonte de toda graça, pela vida, pela vitória alcançada, pelas grandes oportunidades. Louvado seja Deus Pai, Filho e Espírito Santo. Obrigado Nossa Senhora pelo vossa intercessão a Deus.

Aos meus pais, Geraldo e Maria José e, a minha irmã Elizangela (Ely), pelo amor, constante incentivo, por serem a contínua força em toda a minha vida, minha admiração e amor, minha família.

À minha esposa, Jaqueline, pelo amor, dedicação e incentivo em todos os momentos...desculpa por te preocupar tanto.

Ao meu orientador e amigo Prof. D.Sc. Mário Adriano Ávila Queiroz, pela dedicação, têmpera, compreensão e profissionalismo que me conduziram nesta jornada.

A Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em especial ao programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade concedida de realização deste curso e conclusão de um sonho.

À “Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior” – CAPES, pela concessão da bolsa de estudos no curso de pós-graduação.

A EMBRAPA SEMIÁRIDO E O BNDS pela disponibilização do material para a pesquisa e apoio, na pessoa do D.Sc. Gherman Garcia Leal de Araújo, que, também, muito colaborou para minha formação acadêmica.

Ao D.Sc. Tadeu Vinhas Voltolini, pelo apoio, amizade e aprendizado. Obrigado pela sua enorme contribuição na minha formação acadêmica!

Ao Prof. D.Sc. Daniel Ribeiro Menezes, pela grande assistência nos ensaios de cinética de degradação ruminal.

A todos os professores do programa de Pós-graduação em Ciência Animal e funcionários que muito contribuíram para o meu crescimento intelectual e profissional, em especial aos Professores D.Sc. Marlon da Silva Garrido, Prof^a. D.Sc. Sandra Mari Yamamoto, Prof^a. M.Sc. Flaviane Maria Florêncio Monteiro Silva, Prof. D.Sc. Cláudio Mistura e Prof. D.Sc. Mateus Matiuzzi da Costa.

À Rosângela Fonseca, assistente em administração da CPGCA, por sua gentileza, dedicação e cuidados.

Ao Laboratório de Bromatologia e Nutrição Animal da UNIVASF, por ter proporcionado um ambiente favorável para execução do experimento de mestrado.

Ao técnico responsável pelo Laboratório de Bromato, Allan Leandro, pelo auxílio e amizade. E ao amigo Rafael Torres, pelas dicas na Bromato e companheirismo; “Vamú São Paulo!”.

Ao amigo Jorge Messias, pelo apoio, incentivo e força. Deus abençoe!

Ao amigo Daniel Manera, pela grande força e ajuda em algumas jornadas rumo a EMBRAPA, “dia de canavieiro”.

Aos amigos que aqui encontrei e que tive a honra de conhecer, Daniela Pionório, Patrícia Ramos, Rodrigo Gonçalves, Vanessa Barros, Wellington Erasmo e Wilson Ferrari Junior.

A todos, MUITO OBRIGADO!

“...O Leão de Judá, descendente de Davi, tem vencido. Aleluia. Aleluia. Cristo vence, Cristo reina, Cristo manda com império, Cristo nos defende de todo o mal...”

Stº Antônio de Pádua

RESUMO

As perdas por intensa fermentação alcoólica constituem grande desafio para utilização da cana-de-açúcar na forma de silagem; no entanto, a associação de outras plantas pode melhorar o sistema de conservação dessa forragem. Objetivou-se quantificar e avaliar as características fermentativas, composição química-bromatológica e parâmetros de degradação ruminal *in vitro* de silagens de cana-de-açúcar (*Saccharum officinalis*) com diferentes níveis de inclusão de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). O delineamento experimental usado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0, 20, 40 e 60% de erva-sal, com base na matéria natural, em substituição a cana-de-açúcar) e seis repetições. As forragens, em suas proporções experimentais, foram posteriormente armazenadas em silos (baldes plásticos) de 25 litros por um período de 90 dias. Após o tempo de armazenamento, com abertura dos silos, quantificou-se as perdas fermentativas, densidade e a recuperação da matéria seca. Nesta ocasião, coletaram-se duas amostras de cada silo, uma para obtenção do extrato aquoso, onde foram determinados pH, poder tampão, teores de carboidratos solúveis (CHO-Sol), etanol e os ácidos orgânicos. Outra amostra para avaliação da composição químico-bromatológica, além da relação nitrogênio insolúvel em detergente ácido e nitrogênio total (NIDA/NT) e estimativa dos teores de minerais nas silagens. Fez-se também ensaio de degradabilidade e produção de gases *in vitro*. A inclusão de *Atriplex* em níveis crescentes propiciou diminuição ($P < 0,05$) das perdas totais de matéria seca e por efluente, e aumento da recuperação desta. As silagens apresentaram pH adequado à conservação ($\leq 3,70$). As concentrações de etanol foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo incremento de erva-sal, no qual se observou redução de 51,84%, com 40% de erva-sal na silagem de cana. Os níveis avaliados proporcionaram ($P < 0,05$) incremento sobre o teor de MS, MM e PB, exibindo comportamento linear crescente, ocorrendo também mesmo efeito no teor de lignina, muito embora o NIDA/NT não tenha sido afetado ($P > 0,05$); no entanto, observou-se decréscimo linear ($P < 0,05$) dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT). A adição de erva-sal influenciou ($P < 0,05$) ainda, as concentrações dos minerais estudados, com exceção do P ($P > 0,05$), onde, os dados ajustaram-se a modelo linear crescente. Ocasinou menores ($P < 0,05$) produções do volume máximo de gás da fração de carboidratos não fibrosos (CNF) "Vf1" e dos carboidratos totais (CT) "V"; e, considerável alteração (efeito linear decrescente) na degradabilidade potencial (DP). A inclusão de erva-sal reduz as perdas de MS e a produção de etanol e, melhora a qualidade fermentativa da silagem de cana-de-açúcar e; favorece incremento na composição químico-bromatológica, promovendo maior conteúdo de MS, MM e PB.

Palavras-chave: Bromatologia. Fermentação alcoólica. Halófito. Produção de gás. *Saccharum officinalis*.

ABSTRACT

The losses by intense alcoholic fermentation are big challenge to the use of sugarcane as silage, however, the association of other plants can improve the preservation this forage. This study aimed to quantify and evaluate the fermentation characteristics, chemical composition and ruminal degradation parameters (*in vitro*) in sugarcane silage with different levels of inclusion of old man saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.). The experimental design was completely randomized with four treatments (0, 20, 40 and 60% of old man saltbush, based on natural matter, replacing sugar cane) and six replicates. The forages in their experimental proportions were then stored in silos (plastic buckets) of 25 liters fitted with valve Bunsen-type on the lid, for exhaust and quantifying of gases produced, and dry sand (2 kg) protected with a thin screen plastic and a layer of cotton cloth on the bottom of the buckets to measure the effluent over a period of 90 days. After the storage time, with a silo opening, was quantified total loss of dry matter (DM), effluent and gas losses, density and dry matter recovery. On this occasion, two samples were collected from each silo, one for the aqueous extract, which were determined pH, buffer capacity, water soluble carbohydrates, ethanol and organic acids. Another sample for evaluation the chemical-bromatologic composition, beyond the relation acid detergent insoluble nitrogen and total nitrogen (ADIN/TN) and estimation of mineral contents in the silages. An assay degradability and gas *in vitro* production was also done. The inclusion of increasing levels of *Atriplex* provided reduction ($P<0.05$) in losses: by effluent and total DM, and increased recovery of dry matter. The silages showed pH suitable for conservation (≤ 3.70). The ethanol concentrations were influenced ($P<0.05$) by the increase of old man saltbush, where reduction of 51.84% was observed, with 40% saltbush in sugarcane silage. The assessed levels provided ($P<0.05$) increase in the content of DM, MM and CP, showing linear increasing effect, same effect also occurs in lignin content, although the ADIN/TN have not been influenced ($P>0.05$); however, there was linear decrease ($P<0.05$) the levels of total digestible nutrients (TDN). The addition of old man saltbush also influenced ($P<0.05$) the concentrations of the minerals studied, except P ($P>0.05$), where the data were adjusted to linear increasing model. The productions to maximum volume of gas by nonfiber carbohydrates fraction (NFC) "Vf1" and total carbohydrates (TC) "V" were reduced and considerable change (decreasing linear effect) in potential degradability was observed. The inclusion of saltbush reduces losses of DM and ethanol production, and improves the quality of sugarcane silage; favored increments in chemical-bromatologic composition, promoting more content of DM, MM and CP.

Keywords: Bromatology. Alcoholic fermentation. Halophyte. Gas production. *Saccharum officinalis*.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1

- Figura 1.** Valores de Carboidratos Solúveis (CHOs) e Etanol em % da MS de silagens de cana-de-açúcar com adição de erva-sal. *P<0,05 para equação de regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta linear, quadrática ou cúbica..... **47**

ANEXO

- Figura 1.** A. Silo adaptado (balde de 25L); B. Silo com fundo protegido por tela fina de plástico e uma camada de tecido de algodão; C. Tampa do silo adaptado com válvula do tipo “Bunsen”.
- Figura 2.** Cana-de-açúcar triturada em forrageira estacionaria com tamanho de partícula variando de 2 a 3 cm
- Figura 3.** Erva-sal triturada em forrageira estacionaria com tamanho de partícula variando de 2 a 3 cm.
- Figura 4.** Material ensilado após 90 dias.
- Figura 5.** (A) Aferição da produção de volume do gás 1. (B) Aferição da produção de volume do gás 2 (Arquivo pessoal, 2012) .

LISTA DE TABELAS

ARTIGO 1

Tabela 1. Composição química da cana-de-açúcar e erva-sal antes da ensilagem.....	45
Tabela 2. Perdas fermentativas, recuperação de matéria seca e densidade de silagens de cana-de-açúcar com diferentes proporções de erva-sal....	46
Tabela 3. Valores de pH, poder tampão e de ácidos orgânicos (acetato, propionato, butirato e lactato) de silagens de cana-de-açúcar com diferentes proporções de erva-sal.....	48

ARTIGO 2

Tabela 1. Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e erva-sal no momento da ensilagem.....	52
Tabela 2. Composição químico-bromatológica de silagens de cana-de-açúcar com diferentes proporções de erva-sal.....	54
Tabela 3. Composição de macro e micro minerais de silagens de cana-de-açúcar com diferentes proporções de erva-sal.....	57
Tabela 4. Potencial máximo de produção de gases de CT (V), CNF (V_{f_1}) e CF (V_{f_2}) e; taxa de produção de gases para CT (m), CNF (m_1) e CF (m_2) de silagens de cana-de-açúcar com inclusões de erva-sal.....	58
Tabela 5. Fração Solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), fração indegradável (c), taxa de degradação da fração “b” (K_d), degradação potencial (DP), degradação efetiva (DE) e taxa de passagem (K_p) de silagens de cana-de-açúcar com inclusões de erva-sal.....	59

LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E UNIDADES

%	Porcentagem
<	Menor que
>	Maior que
≤	Menor ou igual que
A	Fração solúvel
AGV	Ácidos graxos voláteis
B	Fração insolúvel e potencialmente degradável
B _{ab}	Peso do 'balde cheio' na abertura do silo
B _{em}	Peso do 'balde cheio' antes da ensilagem
C	Fração indegradável
Ca	Cálcio
C _{ab}	Peso do 'conjunto vazio' na abertura do silo
CaCO ₃	Carbonato de Cálcio
C _{en}	Peso do 'conjunto vazio' antes da ensilagem
CF	Carboidratos Fibrosos
CHO-Sol	Carboidratos solúveis
CNF	Carboidratos não fibrosos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
Cu	Cobre
DE	Degradação efetiva
DIVMS	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca
DP	Degradação potencial
et al.	e colaboradores
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	Fibra em detergente ácido
FDAc	Fibra em detergente neutro livre de cinzas
FDN	Fibra em detergente neutro

FDNc	Fibra em detergente ácido livre de cinzas
Fe	Ferro
G	Gramas
GLM	Generalized linear model
ha	Hectare
HCl	Ácido clorídrico
K	Potássio
K_d	Taxa de degradação da fração “b”
Kg	Quilograma
K_p	Taxa de passagem
L	Litro
M	Metro
“m”	taxa de produção de gases total
m₁	taxa de produção de gases dos CNF
m₂	taxa de produção de gases dos CF
m⁻³	Metro cúbico
Meq	Miliequivalente
Mg	Miligrama
Mg	Magnésio
MM	Matéria mineral
Mn	Manganês
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria Seca
MS_{ab}	‘Matéria seca’ da silagem na abertura do silo
MS_{en}	‘Matéria seca’ antes da ensilagem
MV	Matéria verde
Mv_{en}	Massa verde inicialmente ensilada
Na	Sódio
NIDA/NT	Relação nitrogênio insolúvel em detergente ácido e nitrogênio total
P	Fósforo,
PB	Proteína bruta

PE	Produção de efluente
PG	Perda por gases
pH	Potencial Hidrogeniônico
PTM	Perda total da matéria seca
r²	Coeficiente de determinação
SAS	Statistical Analysis System
T	Tonelada
UFC/g	Unidades formadoras de colônias por grama
V	Potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais
Vf₁	Potencial máximo de produção de gases dos CNF
Vf₂	Potencial máximo de produção de gases dos CF
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	17
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	20
2.1. Características fermentativas e valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar.....	20
2.2. Efeito associativo entre forragens na ensilagem.....	22
2.3. Características fermentativas e nutritivas de silagens de erva-sal...	24
2.4. Técnica de fermentação ruminal <i>in vitro</i> em forragens ensiladas.....	26
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	28
4. ARTIGO 1 - Características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal.....	31
Resumo.....	31
Abstract.....	32
Introdução.....	32
Material e Métodos	33
Resultados e Discussão	35
Conclusões	40
Agradecimentos	40
Referencias Bibliograficas.....	40
5. ARTIGO 2 - Valor nutricional e cinética ruminal <i>in vitro</i> de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal (<i>Atriplex nummularia</i>).....	49
Resumo.....	49
Abstract.....	50
Introdução.....	50
Material e Métodos	51
Resultados e Discussão	54
Conclusões	60
Referencias Bibliograficas.....	61
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	65
ANEXO	

1. INTRODUÇÃO GERAL

Dentre as forrageiras, a cana-de-açúcar se destaca por ser, segundo Thiago e Vieira (2002), insuperável em termos de produção de matéria seca e energia.ha⁻¹, em um único corte. Tornando-se boa opção para ensilagem por inúmeros fatores, principalmente por aspectos relacionados à racionalização da mão de obra, produtividade, coincidência do seu ponto de maior teor de açúcar na matéria seca (MS) na época de menor produtividade dos pastos e, em termos de tonelada de matéria seca, ser ainda, em corte manual, cerca de 30% mais barato que o milho ensilado, considerado silagem padrão.

Algumas das limitações da silagem de cana-de-açúcar são os baixos teores de minerais e proteína (3%), sendo o tipo de fermentação a situação-problema mais gritante, que é alcoólica, a qual limita o consumo animal. Tal fermentação, além de levar a significativa perda de energia, ao transformar sacarose em álcool, acarreta elevadas perdas de MS e do valor nutritivo da forragem (Schmidt et al., 2004). A elevada produção de etanol se deve às leveduras epífitas que vêm do campo com as plantas e utilizam os carboidratos solúveis destas.

A utilização de ureia como aditivo químico na ensilagem de cana, tem sido avaliada por vários pesquisadores, muito embora, este aditivo seja o mais convencional dentre as técnicas de melhorias de silagens de cana. De modo geral, doses entre 0,5 e 1,0% da matéria verde (MV) sugerem ser mais efetivas em reduzir, pela ação antifúngica, as perdas fermentativas, embora não apresente efeito sobre o controle de produção de álcool e efluentes; pode elevar o teor de proteína da cana ensilada para 10 a 12% (Nussio e Schmidt, 2005).

A busca de possibilidades de adicionar na confecção ou preparo da ensilagem ingredientes que atuem no sentido de melhorar as características fermentativas e ainda, no caso da cana-de-açúcar, possa diminuir a produção de etanol, onde outra forragem que apresente princípio conservante e ou maior conteúdo nutricional pode ser vista como uma solução viável. Partindo deste ponto, a erva-sal mostrar-se como opção, por ser apontada por Belém et al. (2010) dentro do processo de conservação de forragens,

em virtude do seu alto teor de sais que possivelmente possa inibir o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis e, por apresentar potencial forrageiro para a região Nordeste, especialmente na semiárida, em vista de sua rusticidade e capacidade de crescimento em áreas salinas com baixos índices pluviométricos, possuindo fácil adaptação a condições ambientais extremas, como solos secos e áridos (Gutiérrez-Céspedes, 2001).

Santos et al. (2012) estudaram níveis crescentes de erva-sal sobre características fermentativas e valor nutritivo da silagem de capim elefante e verificaram que a adição de erva-sal na silagem melhorou as características fermentativas, proporcionando bons teores de ácido láctico e reduzindo a concentração de ácido acético, pH e a perda de matéria seca. Onde, com o aumento na proporção de erva-sal, houve máximo valor de ácido láctico estimado em 7,69%, para proporção de erva-sal:capim-elefante de 84,03%:15,97%, ocorrendo um decréscimo linear dos valores de pH, encontrando-se entre 4,84 e 3,99, para as proporções de 0% e 100%, respectivamente.

A população microbiana anaeróbia, com exceção de leveduras (anaeróbias facultativas), em silagens são sensíveis a faixas de pH entre 3,8 e 4,2 (McDonald et al., 1991), onde a acidez total deste processo é regulada pelos ácidos orgânicos provenientes da fermentação da ensilagem; no entanto, o lactato, por sua vez, apresenta maior constante de dissociação iônica sendo o maior responsável pela redução do pH em menor tempo (Ferrari Junior et al., 2009).

Votolini et al. (2012) reportam que o cultivo da cana-de-açúcar no Brasil, sobretudo no semiárido, nos últimos anos, assume valorização crescente tendo em vista, especialmente, à produção de biocombustíveis e, ainda, destacando-se na alimentação de ruminantes.

A associação desses recursos forrageiros, integrados a práticas de conservação, poderá representar concreta alternativa para construir sistemas de produção no semiárido.

Trabalhos que quantificam a produção de álcool, que estimam as perdas fermentativas, concomitante concentração de ácidos orgânicos, observando ainda, cinética de degradação ruminal “*in vitro*” de silagens de cana-de-açúcar em associação

com erva-sal são escassos em condições brasileiras, principalmente ligadas ao incremento mineral e proteico que essa planta halófito poderia trazer a silagem de cana.

A hipótese a ser testada é que a erva-sal proporcionará menor fermentação alcoólica, diminuindo as perdas fermentativas, melhorando o perfil de ácidos orgânicos, com incremento no valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar. Dessa forma, objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da inclusão de erva-sal em diferentes proporções na ensilagem com cana-de-açúcar, através da determinação da cinética de degradação ruminal e dinâmica fermentativa. Esta dissertação foi estruturada a partir de dois artigos: (1) Características fermentativas na ensilagem de cana-de-açúcar com erva-sal e (2) Valor nutricional e cinética ruminal *in vitro* de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal (*Atriplex nummularia*). A redação do 'artigo 1' foi realizado de acordo com as normas da Revista Ciência Rural e o 'artigo 2' com as normas do Arquivo brasileiro de medicina veterinária e zootecnia.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Características fermentativas e valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar

Em virtude da baixa concentração de açúcares solúveis (CHO-Sol), na maior parte das forragens utilizadas em processo de conservação por fermentação, onde os microrganismos presentes na cultura atuam como protagonistas no uso deste substrato (CHO-sol) para a produção de ácidos orgânicos que, por sua vez, contribuem para promover a acidez total, têm apresentado dificuldades para atingir padrão fermentativo adequado, prejudicando a qualidade nutricional do material ensilado (Castro Neto et al., 2008). Desta forma, a utilização de fontes de carboidratos a estas massas, tem sido imperativo para incrementar o desenvolvimento das bactérias produtoras de ácido láctico e, por conseguinte, garantir a qualidade de conservação da forragem ensilada.

A cana-de-açúcar, por sua vez, para fins de ensilagem, pode ser considerada uma opção, por possuir teores elevados de CHO-sol, conteúdo relativamente alto de MS e baixa capacidade tampão.

No entanto, o conteúdo de açúcares solúveis (60% da MS, em média) presentes (Freitas et al., 2006) passa a ser fator crítico ao padrão fermentativo, isto porque estimula não somente a ocorrência de fermentação ácido-láctica, mas devido a natureza química deste açúcar, que se apresenta na forma de sacarose, um dissacarídeo constituído por glicose e frutose, parece favorecer durante a ensilagem, segundo Woolford (1984), o desenvolvimento de leveduras que convertem a sacarose em etanol, CO₂ e água. A saber, que a rota metabólica predominante das leveduras é a piruvato descarboxilase acetaldeído e a subsequente redução do acetaldeído a etanol.

Pedroso (2003) observou concentrações de etanol inversamente correlacionado com o teor de CHO-sol residuais ($r=-0,863$), confirmando assim, que a produção de etanol consome açúcares da silagem, causando diminuição do seu valor nutritivo.

A predominância de tal fermentação em silagens de cana, de acordo com McDonald et al. (1991) ocasiona perdas de 48,9% de matéria seca e 0,2% de energia, sendo confirmada por estudos (Pedroso et al., 2005 ; Freitas et al., 2006), os quais

relatam perdas de matéria seca na faixa de 30%. A pequena perda energética resulta da contabilização do etanol e ácidos orgânicos como fonte de energia. No entanto, por conta da volatilização, nem todo etanol produzido estará presente na silagem no momento da alimentação dos animais.

Freitas et al., (2006) e Silva (2003) estudaram a produção de etanol e o valor nutritivo de silagens de cana-de-açúcar em relação à cana fresca, verificaram valores de etanol na ordem de 7,8 a 17,5% da MS. Nesta mesma linha de pesquisa, Pedroso et al. (2007) reportam reduções de até 70% no teor de CHO-Sol e aumento proporcional nos teores de constituintes de parede celular (celulose, hemicelulose e lignina), a fração menos digestível dos alimentos, que não é digerida por enzimas de mamíferos, sendo, no entanto, parcialmente digerível por ruminantes, diminuindo assim, a energia da forragem. Pedroso et al., 2005 verificaram elevação dos teores de fibra em detergente neutro (FDN) de 40,9 para 70,3%, após 120 dias de armazenamento e afirmaram que essa elevação é decorrente do desaparecimento de CHO-Sol, como resultado da fermentação desses carboidratos por leveduras, o que resulta na formação de etanol e gás carbônico, que é perdido em forma de gás.

Avaliando a composição química de silagens de cana-de-açúcar (período de 55 dias de armazenamento) em relação à cana *in natura*, Coan et al. (2002) relataram diminuição no teor de MS (23,44%), aumento nos constituintes da parede celular, com maiores concentrações de FDN (23,38% da MS), de FDA (20,32% da MS) e de lignina (5,56 % da MS), para a silagem. Quanto a digestibilidade, Pedroso (2003) observou efeito inversamente correlacionado a concentração de etanol da silagem ($r=-0,879$).

Desta forma, o álcool produzido no processo fermentativo de silagens de cana-de-açúcar, em função da depreciação do conteúdo nutritivo da forragem, mostra ser o principal entrave nesta tecnologia, sendo talvez, a maior questão a ser superada pela pesquisa, por meio de técnicas, processos e/ou manejo peculiar, dentro de uma especificidade que reprima a atividade de leveduras.

O uso exclusivo da cana-de-açúcar, sem associações ou aditivos no processo de ensilagem, segundo Nussio et al. (2003), mesmo com o benefício da logística e operacionalidade que esta forragem oportuniza, tão mencionada por diversos autores na literatura, não se justifica para tal processo, uma vez que se comporta como fonte

pouco interessante de volumoso suplementar, com valor nutritivo muito inferior à cana *in natura*, inferindo potencial limitado de exploração do desempenho de animais, em especial em rações com grande participação desse volumoso. Esses mesmos autores ainda afirmam que, se ensilada sem o uso de aditivos, a silagem de cana-de-açúcar poderá se comportar como uma das fontes mais onerosas de matéria seca (MS) e energia para o rebanho.

2.2. Efeito associativo entre forragens na ensilagem

As pastagens e forragens cortadas representam formas mais econômicas de arraçãoamento, podendo contribuir com até 100% na alimentação do rebanho. No entanto, para garantir uma mistura de alimentos convenientemente equilibrada com todos os nutrientes exigidos pelos animais é necessário balancear a ração, fazendo o uso de mais de um ingrediente na dieta, onde, dentro desta estratégia abordada, a associação entre forragens de diferente conteúdo nutricional pode constituir-se alternativa, muito embora alguns trabalhos estejam além deste propósito, objetivando-se melhor desempenho animal, conversão alimentar e qualidade final do produto explorado (carne, leite, pele etc.).

Além de equacionar dietas, a associação de forragens desponta como ferramenta valiosa no processo de conservação e enriquecimento de forragens, sendo a última fator atenuante na recuperação de nutrientes em tal processo.

Com relação a ensilagem, Catchapoole & Henzel (1971) afirmam que a utilização de aditivos ou associações e técnicas que visem potencializar a preservação da forragem neste processo, pode melhorar a fermentação, uma vez que algumas forragens são de difícil ensilagem, dado alguns requisitos necessários para que a forragem venha a ser uma silagem de qualidade, a exemplo do teor de MS, CS e Poder tamponante.

Freitas et al. (2006) avaliaram a qualidade nutricional de silagens de cana-de-açúcar associadas a resíduo da colheita de soja e aditivos microbianos e, concluíram que a adição dos inoculantes (*L. plantarum* e *L. buchneri*) na ensilagem da cana não

melhorou a composição química e o perfil de fermentação das silagens, muito embora, a associação do resíduo da colheita de soja tenha aquilatado a qualidade nutritiva, promovendo menores perdas de MS (28% contra 20,0 e 20,7, *L. plantarum* e *L. buchneri*, respectivamente) e CS (9,8% da MS contra 5,6 e 4,8% da MS, *L. plantarum* e *L. buchneri*, respectivamente) e, conseqüentemente, menor acúmulo dos componentes da parede celular, além de redução na DIVMS (69,8% contra 57,5 e 58,5%, *L. plantarum* e *L. buchneri*, respectivamente) da forragem.

As pesquisas geradas no Brasil, segundo Alves et al. (2007), especificamente no Nordeste, demonstram que o uso estratégico e combinado de alternativas alimentares, como forma de suplementação nutricional de ovinos e caprinos melhora os índices de produtividade desses animais.

Estudando efeito da associação da erva-sal e da palma forrageira, Ben Salem et al. (2004) verificaram que as duas fontes de alimento observadas são complementares, uma vez que a folhagem da erva-sal é rica em proteína bruta (PB) e sódio e pobre em energia, e a palma contém altos níveis de CHO-Sol (energia), cálcio e potássio, mas é pobre em PB e fibra, o que pode causar diarreia nos animais alimentados exclusivamente com este volumoso.

Barreiros (2008) estudou silagens de *Gliricídia*, que possui fermentação crítica com acentuadas perdas de MS, em virtude dos elevados teores de PB que influenciam o poder tampão e dificultam a rápida redução do pH, com aditivos energéticos em diferentes dias de fermentação e observou valores de MS de 34,42 a 32,37%. Silva (2007), trabalhando com silagem de capim elefante em associação com o bagaço de mandioca em níveis crescentes, encontrou valores de 25,09 a 33,12% de MS. Oliveira (2008), trabalhando com silagem de capim elefante acrescido de raspa de mandioca observou que o farelo de mandioca elevou os valores de MO linearmente, atribuindo acréscimos de 0,12% para cada unidade de farelo de mandioca adicionada.

Andrade e Lavezzo (1998) utilizando níveis crescentes de três aditivos com características absorventes (sacharina, farelo de trigo e rolão de milho) na silagem de capim elefante, constataram que houve aumento nos teores de MO dos aditivos que são maiores que do capim-elefante.

2.3. Características fermentativas e nutritivas de silagens de erva-sal

A erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) é uma espécie halófito facultativa, da família Chenopodiaceae, originária da Austrália, utilizada em várias regiões do mundo como importante recurso forrageiro para suplementação de ovinos e caprinos (FAO, 1996), mostrando ser alternativa para alimentação de ruminantes no semiárido pela sua alta resistência a condições de aridez, doenças e pragas, fácil propagação e bom rendimento forrageiro.

Dado o conhecido potencial da erva-sal em adaptar-se a condições edafoclimáticas adversas de regiões áridas e semiáridas, alguns trabalhos (Santos et al., 2012; Barreto et al., 2012; Oliveira et al., 2012) tem sido desenvolvido com o intuito de equilibrar a oferta de forragem ao longo do ano, expandindo o seu uso como estratégia frente à escassez de forragem no semiárido brasileiro, fator determinante no nível de produtividade em detrimento da estacionalidade.

Para tanto, tais estudos tem lançado mão de tecnologias de conservação de forragens para garantir a oferta de alimentos para animais nos períodos críticos. É importante ressaltar que a preservação dos alimentos tem sido sempre uma parte vital da sobrevivência humana. Desta forma a conservação de forrageiras surge como alternativa natural para disponibilizar alimentos nos períodos de estresse nutricional dos rebanhos. Muito embora, algumas forragens não atendam a alguns requisitos intrínsecos que possibilitem a sua conservação.

Belém et al. (2010) avaliaram silagens de erva-sal em associação com a pornunça e obtiveram poucas variações nas características químico-bromatológicas em silagens exclusivas de erva-sal com relação ao seu material in natura inicialmente ensilado, observando desse modo, satisfatórios resultados para conservação, obtendo variações de 3,16% para MS, 0,80% para PB, 9,79% para FDN, 1,61% para FDA e 6,74% para DIVMS.

Estudando características fermentativas e a composição química de silagens de erva-sal em associação com o capim elefante, Santos et al. (2012) observou melhorias no processo de fermentação das silagens com maior conteúdo de *Atriplex*, verificando diminuição significativa do pH, obtendo valores dentro da faixa

recomendada (3,8 a 4,2) por McDonald et al. (1991). Silagens exclusivas de erva-sal apresentaram perdas insignificantes de matéria seca, ficando em torno de 1,16%. É sabido que o processo fermentativo consome o conteúdo celular (CHO-Sol, proteína e etc.) ao passo que ocorre o aumento proporcional nos teores de constituintes de parede celular. O teor de fibra em detergente neutro (FDN), que determina a concentração da parede celular na planta (celulose, hemicelulose e lignina – insolúvel ou remanescentes em detergente neutro), não sofreu variação significativa com a maior proporção de erva-sal, encontrando-se em valores adequados para consumo dos animais (55,15%), uma vez que, teores acima de 70%, segundo Van Soest (1965) restringe o consumo dos animais por causar enchimento físico do rúmen. Por outro lado, o teor de fibra em detergente ácido (FDA), que determina a qualidade da parede celular e expressa a fração insolúvel e menos digestível desta (celulose e lignina - remanescentes em detergente ácido), foram influenciados com o incremento de erva-sal observando-se resposta linear crescente, obtendo-se uma digestibilidade *in vitro* de 41,26%.

Principal fator na erva-sal, apontado por alguns pesquisadores (Belém et al. 2010; Santos et al. 2012; Silva et al. 2012) o qual deve ser levado em consideração no processo de conservação de forragens por associação é a alta concentração de minerais existente em sua composição (cálcio, zinco, ferro, magnésio, sódio, potássio e manganês), que, a exemplo do sódio e potássio exercem fundamental papel na regulação da pressão hidrostática sobre a parede celular dos organismos, condicionando a entrada de água no seu protoplasma; em circunstâncias de alta pressão osmótica, pela alta concentração do íon sódio, o protoplasma das células dos microrganismos se desidrata, havendo contração da membrana plasmática, fenômeno este conhecido por plasmólise; em virtude disso, o crescimento de microrganismos é inibido (Rezende et al., 2011).

2.4. Técnica de fermentação ruminal *in vitro* em forragens ensiladas

O conhecimento acerca da digestão ruminal de fontes de fibra (forrageira/volumoso) é de fundamental importância, isto porque o rúmen é o principal sítio de digestão de alimentos fibrosos.

A fermentação dos alimentos neste compartimento tem como principal função produzir ácidos graxos voláteis (AGV), que por sua vez servem como substrato para a microbiota ruminal e fonte energética para os ruminantes. É possível estabelecer a quantidade e a proporção de nutrientes necessários para a máxima resposta microbiana e animal. A técnica de produção de gases por sua vez, mede a quantidade de substrato utilizada para a produção de AGV e outros gases, não levando em consideração a quantidade de substrato utilizado no crescimento microbiano (Getachew et al., 2004).

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases proposta por Mauricio et al. (1999), segundo Getachew et al. (1998), apresenta comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação no rúmen, fornece a taxa e a extensão da degradação das forrageiras; mensurando ainda, produtos da fermentação de partes solúveis e insolúveis de substratos (Pell & Schofield, 1993). Essa técnica permite avaliar grande número de substratos por experimento, apresentando alta acurácia nas medições, simplicidade no manuseio de equipamentos e baixo custo na implantação por amostra analisada.

O potencial da técnica referenciada foi estudada por Mauricio et al. (2003) através da avaliação de silagens de quatro híbridos de sorgo (BR700, BR701, BR601 e AG2002) e seus resultados comparados aos obtidos em experimento de digestibilidade aparente (*in vivo*). A técnica *in vitro* analisada possibilitou a estimativa dos valores de digestibilidade aparente *in vivo* e forneceu informações adicionais sobre a cinética de fermentação ruminal das silagens avaliadas de forma precisa. Foi capaz de selecionar o híbrido BR601, em termos de digestibilidade e cinética de fermentação ruminal, como o mais promissor para uso na alimentação dos ruminantes.

Com base na técnica proposta por Mauricio et al., (1999), Ribas et al (2007) avaliaram silagens de quatro híbridos de milho com diferentes graus de vitreosidade

(proporção de endosperma duro, vítreo, com relação ao endosperma total) no grão e puderam concluir que a silagem do híbrido BRS 3060 é superior a dos híbridos SHS 4040 e AG 1051, quanto à degradabilidade da matéria seca e produção acumulada de gases, por apresentar menor proporção de frações fibrosas na matéria seca.

Guimarães Jr. et al (2008) avaliaram a degradabilidade da MS e a cinética de fermentação ruminal das silagens de três genótipos de milho, por meio da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. Observaram que a silagem do genótipo BRS-1501 se destacou entre as demais, em função da sua maior produção acumulativa de gases, do seu maior potencial de produção de gases e maiores degradabilidades efetivas para as taxas de 2 e 5%/h.

A técnica *in vitro* semi-automática, possibilitou ainda Pereira et al. (2005) determinarem o ponto de colheita ideal do girassol (híbrido m734) para ensilagem, concluíram que as melhores épocas da ensilagem do híbrido M734 foram aos 100 e 107 dias após o plantio, onde foram observados os maiores valores de Digestibilidade da MS e MO, potencial máximo de produção de gases, taxa de produção de gases, degradabilidade efetiva da MS e MO e os menores tempos de colonização.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, J. N. ; ARAUJO, G. G. L. ; PORTO, E. R. ; CASTRO, J.M.C. ; SOUZA, L.C. Feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) e Palma forrageira (*Opuntia ficus* Mill.) em dietas para caprinos e ovinos. **Revista Científica de Produção Animal**, v. 9, p. 43-52, 2007.
- ANDRADE, J. B. ; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-Elefante. I - Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n.11, p. 1859-1872, 1998.
- BARREIROS, D. C. Composição bromatológica da silagem de gliricídia. 2008. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia.
- BARRETO, V.N.S.; MENEZES, D.R.; PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; SILVA, A.E. V.N.; SOUSA, L.N.; BARBOSA, A.L.; COSTA, J.M.S.; MOREIRA, R.F. *Atriplex nummularia* como alternativa alimentar para frangos Caipira Francês. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.1, p.214-223, 2012.
- BELEM, K.V.J. ; VOLTOLINI, T.V.; ARAUJO, G.G.L. ; MISTURA, C.; SOUZA, R.A.; PEREIRA, L.G.R. Composição bromatológica de silagens de pornunça com diferentes níveis de erva-sal. In: IV Congresso Nordestino de Produção Animal, 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró: CNPA, 2010.
- BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 1, p. 65-73, 2004.
- CASTRO NETO, A.G.; MOLINA, L.R.; GONCALVES, L.C.; JAYME, C.G. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.60, n.5, pp. 1150-1156. 2008.
- CATCHAPOOLE, V.R.; HENZEL, E.F. Silage and silage-making from tropical herbage species. **Herbage Abstracts**, v.41, n.3, p.213-221, 1971.
- COAN, R.; SILVEIRA, R. N.; BERNARDES, T. F.; REIS, R. A.; MORENO, T. T. B.; MOREIRA, A. A. Composição química da cana-de-açúcar crua ou queimada ensilada com aditivo. In: Reunião da sociedade brasileira de zootecnia, 39, 2002, Recife. **Anais...** Recife: SBZ, 2002.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION. *Atriplex nummularia* Lindl.: una especie pionera para las zonas aridas de Chile. In: OFICINA REGIONAL DE LA FAO PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, 10, 1996, Santiago. **FAO**, 1996, p. 111-141.
- FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; COSTA, M.G.; LEONEL, F.P.; RIBEIRO, M.D. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com

aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.35, n.1, pp. 38-47, 2006.

GETACHEW, G.; BLÜMMEL, M.; MAKKAR, H.P.S.; BECKER, K. *In vitro* gas measuring techniques for assessment of nutrition quality of feeds: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, p.261-281, 1998.

GETACHEW, G.; ROBINSON, P. H.; DePETERS, E. J.; TAYLOR, S. J. Relationship between chemical composition, dry matter degradation and *in vitro* gas production of several ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 111, p. 57-71, 2004.

GUIMARAES JR., R. GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; TOMICH, T.R.; PIRES, D.A.A.; JAYME, D.G.; SOUSA, L.F. Cinética de fermentação ruminal de silagens de milho. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, vol.60, n.5, pp. 1174-1180, 2008.

MAURICIO, R. M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; MARTINS, R.G.R.; RODRIGUES, J.A.S. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.32, n.4, pp. 1013-1020, 2003.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S.; OWENA, E.; CHANNA, K. S.; THEODOROU, M. K. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Animal Feed Science Technology**, v.79, p.321-330, 1999.

McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 340p, 1991

NUSSIO, L.G.; SCHMIDT, P.; PEDROSO, A.F. Silagem de cana-de-açúcar. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; SILVA, S.C; FARIA, V.P. In: PRODUÇÃO ANIMAL EM PASTAGENS, 2003. Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, p. 187-205, 2003

OLIVEIRA, A.C. Capim-elefante com e sem emurchecimento, acrescido de farelo de mandioca, na produção de silagem. Universidade Federal de Viçosa, 2008. 69p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia). UFV. Universidade Federal de Viçosa, 2008.

OLIVEIRA, P.T.L.; TURCO, S.H.N.; ARAÚJO, G. G.L.; VOLTOLINI T.V.; MENEZES, D.R.; SILVA, T.G.F. Comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos de bovinos Sindi alimentados com teores crescentes de feno de erva-sal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.7, n.1, p.180-188, 2012.

PEDROSO, A. F. Aditivos químicos e microbiano no controle de perdas e na qualidade de silagem de cana-de-açúcar (*Sccharum officinarum* L.). 2003. 120 f. **Tese** (Doutorado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2003.

PEDROSO, A. F.; NUSSIO, L. G.; LOURES, D. R. S.; PAZIANI, S. F.; IGARASI, M. S.; COELHO, R. M.; HORII, J.; RODRIGUES, A. A. Efeito do tratamento com aditivos químicos e inoculantes bacterianos nas perdas e na qualidade de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.36, n.3, pp. 558-564, 2007.

PEDROSO, A.D.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.D.F.; LOURES, D.R.S.; IGARASI, M.S.; COELHO, R.M.; PACKER, I.H.; HORII, J.; GOMES, L.H. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.

PELL, A.N.; SCHOFIELD, P. Computerized monitoring of gas production to measure forage digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.4, p.1063-1073, 1993.

PEREIRA L.G.R.; MAURÍCIO R.M.; GONÇALVES L.C.; TOMICH T.R.; RODRIGUES J.A.S.; RODRIGUEZ N.M. Avaliação das silagens de girassol (híbrido m734) obtidas em diferentes épocas de ensilagem pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v. 42, n. 4, p. 276-283, 2005.

REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; RABELO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; FARIA JUNIOR, D.C.N.A.; BARBOSA, L.A. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagens de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol.40, n.4, pp. 739-746, 2011.

RIBAS, M.N; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M. Degradabilidade e cinética de fermentação ruminal das silagens de quatro híbridos de milho, avaliadas pela técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Vol. 6, Nº 02, 2007.

SANTOS, O.O.; ARAÚJO, G.G.L.; MISTURA, C.; PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, M.V.F.; ARAÚJO, J.R. Fermentation characteristics and nutritional value of elephant grass ensiled with old man saltbush. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1401-1406, 2012.

SILVA, F. F; AGUIAR, M. S. M. A; VELOSO, C. M; PIRES, A. J. V; BONOMO, P; DUTRA, G. S; ALMEIDA, V. S; CARVALHO, G. G. P; SILVA, R. R; DIAS, A. M; ÍTAVO, L. C. V. Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**; v.59, n3, p.719-729, 2007.

SILVA, J. G.; QUEIROZ, M. A. A.; SILVA, B. G.; ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINE, T. V.; OLIVEIRA, A. R.; RODRIGUES, P. H. M.. Ácidos orgânicos em silagens de cana-de-açúcar com erva-sal. In: VII Congresso Nordestino de Produção Animal, 2012, Maceió. **Anais....** Maceió, 2012.

SILVA, S.A.R. Avaliação da eficiência fermentativa da cana-de-açúcar ensilada com diferentes aditivos. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2003. 44p. **Dissertação** (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Goiás, 2003.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**. 24, 834, 1965.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York, Marcel Dekker, p.23-132, 1984.

4. ARTIGO 1

1 **Características fermentativas de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal**

2 **Fermentation characteristics of sugarcane with saltbush silage**

3
4 **José Gledyson da Silva^I Mário Adriano Ávila Queiroz^I Gherman Garcia Leal de**
5 **Araujo^{II} e outros**

6
7 **RESUMO**

8 Objetivou-se com o presente estudo avaliar diferentes níveis (0, 20, 40 e 60%) de
9 inclusão de erva-sal na dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar. Utilizou-se
10 delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos e seis repetições.
11 Após 90 dias, com a abertura dos silos, determinou-se os teores de carboidratos solúveis (CHO-
12 Sol), etanol, ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico, butírico), pH e poder tampão; estimou-
13 se a perda total de matéria seca (MS), perdas por efluente e gases, densidade e a recuperação da
14 MS. Os níveis crescentes de erva-sal propiciaram diminuição das perdas totais de MS e por
15 efluente, e aumento da recuperação desta. As silagens apresentaram pH adequado à conservação
16 ($\leq 3,70$). As concentrações de etanol foram influenciadas ($P < 0,05$) pelo incremento de erva-sal,
17 onde se observou redução de 51,84%, com 40% de erva-sal na silagem de cana. A adição de
18 erva-sal reduz as perdas de MS e a produção de etanol e, melhora a qualidade fermentativa da
19 silagem de cana-de-açúcar.

20 **Palavras-chave:** *Atriplex nummularia*, conservação de forragem, fermentação alcoólica.

21
22 ^IUniversidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), Petrolina, PE, Brasil. E-mail:
23 j.gledyson2@hotmail.com. Autor para correspondência.

24 ^{II}Embrapa Semiárido, Petrolina, PE, Brasil.

1 ABSTRACT

2 The objective of this study was to evaluate different inclusion levels (0, 20, 40 and 60%)
3 of old man saltbush in the fermentation dynamics of sugarcane silages. The experiment was
4 carried out as a completely randomized design with four treatments and six replicates. After 90
5 days, with the opening of the silos, the levels of water soluble carbohydrates, ethanol, organic
6 acids (lactic, acetic, propionic, butyric acid), pH and buffer capacity were determined; and, the
7 losses by gas, effluent and total of dry mater, density and dry matter recovery were estimated.
8 Increasing levels of saltbush propitiated reduction in losses: by effluent and total dry matter, and
9 increased recovery of dry matter. The silages showed pH suitable for conservation (≤ 3.70). The
10 ethanol concentrations were influenced ($P<0.05$) by the increase of saltbush, where reduction of
11 51.84% was observed, with 40% saltbush in sugarcane silage. The addition of saltbush reduces
12 dry matter losses and ethanol production and, improves the quality of sugarcane silage.

13 **Keywords:** *Atriplex nummularia*, forage conservation, alcoholic fermentation.

14

15 INTRODUÇÃO

16 A rota fermentativa da cana ensilada é caracterizada por produzir considerável
17 concentração de etanol, que limita o consumo animal e ainda, leva a uma significativa perda do
18 valor nutritivo da forragem ao passar de sacarose para álcool, ocasionando elevadas perdas de
19 MS; segundo SCHMIDT et al. (2007), em torno de 49% em detrimento principalmente de CHO-
20 Sol. Além do álcool produzido no processo de fermentação pelas leveduras, têm-se como produto
21 deste, água, energia na forma de ATP, ácidos orgânicos e gás carbônico, sendo o último bastante
22 significativo, isto porque, conforme PEDROSO et al.(2005), as perdas por gases, na ensilagem da
23 cana-de-açúcar são altamente correlacionadas ao teor de etanol (90,3%) e a recuperação de MS

1 (89,3%). Dentre os ácidos orgânicos produzidos, destacam-se para avaliação da qualidade do
2 processo fermentativo o ácido láctico, acético, butírico e propiônico (TOMICICH et al., 2003).

3 Por outro lado, a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.), planta halófito, dentro do
4 processo de conservação de forragens, pode constituir alternativa pela sua ação no aumento dos
5 teores de MS e pelos elevados teores de sais que possivelmente podem causar inibição do
6 desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, alterando o pH e a pressão osmótica da massa
7 de forragem. SANTOS et al. (2012) verificaram melhorias nas características fermentativas da
8 silagem do capim-elefante com a adição de erva-sal a partir da obtenção de crescentes teores de
9 ácido láctico e reduzidas concentrações de ácido acético, propiônico e butírico.

10 Neste contexto, pouco se sabe a respeito do uso potencial da erva-sal no processo de
11 ensilagem por efeito associativo entre forrageiras, sendo escassos trabalhos que quantificam
12 perdas fermentativas, produção de álcool, CHO-Sol e ácidos orgânicos em silagens de cana em
13 associação com plantas halófitas. Objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da inclusão de
14 erva-sal em diferentes proporções, sobre a dinâmica fermentativa da silagem de cana-de-açúcar.

15

16 MATERIAL E MÉTODOS

17 O experimento foi conduzido na unidade da Embrapa Semiárido e no Laboratório de
18 Bromatologia e Nutrição Animal da Universidade Federal do Vale do São Francisco, *Campus*
19 Ciências Agrárias, ambos no município de Petrolina – PE. As silagens foram confeccionadas em
20 silos adaptados, constituídos de baldes plásticos de 25L com 2 kg de areia seca no fundo,
21 protegida com tela fina de plástico e camada de tecido de algodão para permitir a medida
22 quantitativa do efluente produzido e tampas com válvulas do tipo Bunsen para escape dos gases e
23 quantificação gravimétrica dos mesmos.

1 As forrageiras utilizadas, cana-de-açúcar cv. RB-92579 e erva-sal – *Atriplex*
 2 *nummularia*, foram colhidas manualmente em pleno estadio vegetativo, com idade aproximada
 3 de um ano (rebrota), trituradas separadamente em forrageira estacionária com tamanho de
 4 partícula variando de 2 a 3 cm.

5 Oportunamente, amostrou-se os ingredientes para avaliação de composição químico-
 6 bromatologica (SILVA & QUEIROZ, 2002; MERTENS, 2002; MAURÍCIO et al., 2003), onde
 7 os mesmos são apresentados na Tabela 1. Em seguida, procedeu-se a mistura experimental,
 8 obedecendo às devidas proporções (0, 20, 40 e 60% de erva-sal em substituição a cana-de-açúcar)
 9 e acomodação/compactação nos silos por pisoteio.

10 Logo após, os silos foram vedados e pesados para mensuração dos valores de densidade.
 11 Após o período de 90 dias, os silos foram pesados, em seguida abertos e a silagem amostrada. O
 12 conjunto vazio (silo, tampa, areia, tela e tecido de algodão) foi pesado para quantificação do
 13 efluente produzido e determinação da perda por gases e perda total de matéria seca (MS) de
 14 acordo com as equações adaptadas de Jobim et al. (2007):

$$15 \quad PE = (C_{ab} - C_{en}) / MV_{en} \times 1000, \quad (1)$$

$$16 \quad PG = [(B_{en} - C_{en}) \times MS_{en}] - [(B_{ab} - C_{en}) \times MS_{ab}] \times 100 / [(B_{en} - C_{en}) \times MS_{en}; \quad (2)$$

$$17 \quad PTM = [(B_{en} - C_{en}) \times MS_{en}] - [(B_{ab} - C_{ab}) \times MS_{ab}] / [(B_{en} - C_{en}) \times MS_{en}] \times 100; \quad (3)$$

18 em que: PE = produção de efluente ($kg \ t^{-1} \ MV$); C_{ab} = ‘conjunto vazio’ no momento da
 19 abertura do silo (kg); C_{en} = ‘conjunto vazio’ antes da ensilagem (kg); MV_{en} = ‘massa verde’
 20 inicialmente ensilada (kg); PG = perda por gases (% da MS); B_{en} = ‘balde cheio’ (conjunto vazio
 21 + massa ensilada) antes da ensilagem (kg); MS_{en} = ‘MS’ da forragem antes da ensilagem (%); B_{ab}
 22 = ‘balde cheio’ na abertura do silo (kg); MS_{ab} = ‘MS’ da silagem na abertura do silo (%); PTM =
 23 perda total da MS (%).

1 A recuperação de MS foi obtida com base na diferença entre a massa seca inicialmente
2 ensilada (neste caso 100%) e a perda total ocorrida durante o processo de conservação, expressa
3 em porcentagem.

4 A densidade das silagens foi determinada em função da massa volumétrica da forragem
5 ensilada, ou seja, relação entre massa verde compactada e o volume do silo, dada em Kg MV m⁻³.

6 Na ocasião da retirada das silagens foram coletadas amostras para obtenção do extrato
7 aquoso (KUNG JR. et al., 1984), no qual foram determinados o pH, poder tampão e os teores de
8 CHO-Sol, segundo DUBOIS et al. (1956); ácido lático (SCHMIDT et al., 2007) em
9 espectrofotômetro JENWAY-6405 UV/VIS[®]; Ácidos graxos voláteis (AGV) (ácidos acético,
10 propiônico e butírico) em cromatógrafo líquido-gasoso CLG (Hewlett Packard[®] 5890, series II)
11 (PALMQUIST & CONRAD, 1971) e o teor de etanol em analisador bioquímico YSI 2700
12 Select[®].

13 O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro
14 tratamentos (0, 20, 40 e 60% de erva-sal em substituição a cana-de-açúcar na confecção das
15 silagens) e seis repetições. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e análise de
16 variância por contrastes ortogonais e, quando significativo, à regressão polinomial, utilizando o
17 procedimento GLM e REG, respectivamente (SAS, 2003).

18

19 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

20 O incremento de erva-sal nas silagens de cana promoveram menores (P<0,05) perdas
21 totais da MS e por efluente (Tabela 2), constatando-se efeito linear decrescente em ambos,
22 obtendo-se redução de 25,81 e 60,86%, respectivamente, quando se observa os níveis 0 e 60% de
23 erva-sal. Por outro lado, as perdas de MS ocasionadas por liberação de gases não foram afetadas

1 (P>0,05) pela a adição de erva-sal, assim como a densidade das silagens, observando-se médias
2 de 14,00% MS e 569,83 kg MV m⁻³, na ordem de referência.

3 A inclusão de erva-sal beneficiou (P<0,05) ainda a recuperação da MS, observando-se
4 efeito linear crescente, proporcionando recuperação de 87,35% com 60% de erva-sal contra
5 82,96% do tratamento controle (0% de erva-sal).

6 Valores percentuais de redução de perda total da matéria seca deste trabalho (25,81%),
7 corroboram com os encontrados por FREITAS et al. (2006) (28,30%) em silagem de cana-de-
8 açúcar aditivada com *Lactobacillus plantarum* (1,0 x 10⁶ ufc/g de matéria natural) e enriquecida
9 com resíduo da colheita de soja (10% de matéria natural).

10 Resultado semelhante, dentro da faixa observada neste estudo para recuperação da MS,
11 foram obtidos por SANTOS et al. (2008) fazendo uso de oxido de cálcio a 1,5% em silagens de
12 cana (84,11%), exibindo ainda, com este tratamento, melhor resposta a variável perda por
13 efluente (19,68 kg t⁻¹ MV), muito embora, seja inferior ao verificado neste estudo (5,48 kg t⁻¹
14 MV) com inclusão de 60% de erva-sal.

15 Possivelmente, os menores valores de perdas de MS total, por efluente e maiores de
16 recuperação encontrados neste ensaio estejam relacionados à diminuição das altas concentrações
17 de açúcares solúveis da cana (SANTOS et al., 2008) em função da diluição promovida pela erva-
18 sal, assim como da menor presença de microrganismos indesejáveis no momento da ensilagem,
19 visto que, segundo alguns trabalhos (KUNG JR. & STANLEY, 1982; ALLI et al., 1983;
20 PEDROSO et al., 2005) em silagens bem preservadas de cana-de-açúcar (sem uso de aditivo), as
21 perdas totais de matéria seca, parâmetro utilizado para mensurar indiretamente degradação
22 microbiana e respiração da massa ensilada, têm-se encontrado em faixa media de até 29%, um
23 pouco acima da observada neste trabalho, com média de 17,05% para o tratamento controle.

1 Os teores de CHO-Sol sofreram redução ($P < 0,05$) com a inclusão de erva-sal,
2 apresentando efeito linear decrescente (Figura 1), observando-se uma diminuição de 79,91% com
3 60% de erva-sal. CASTRO NETO et al. (2008) reportam que a principal via de redução dos
4 CHO-Sol em silagens é dada pelo consumo das leveduras e bactérias epífitas presentes no
5 processo de conservação, uma vez que, este açúcar se constitui principal substrato para a
6 fermentação no silo, sobretudo na cana, onde há alta concentração dos mesmos. Contudo, neste
7 trabalho, o efeito de dispersão do soluto em questão, ocasionado pela diminuição do ingrediente
8 cana-de-açúcar, que possui concentração de CHO-Sol em torno de 40% da MS (SILVA et al.,
9 2008), pela erva-sal nas silagens, que detém um teor aproximado de 15% (SANTOS et al., 2012)
10 explica melhor tal comportamento observado.

11 A inclusão de erva-sal afetou ($P < 0,05$) também a concentração de etanol (Figura 1). A
12 silagem com 100% de cana apresentou concentração alcoólica (35,69% da MS) maior que à
13 encontrada em alguns trabalhos (KUNG JR. & STANLEY, 1982; FREITAS et al., 2006), que
14 chegam a 17,50%; no entanto, neste estudo, à medida que se adicionou erva-sal na silagem de
15 cana-de-açúcar, ocorreu diminuição de 51,84% da produção de etanol, ponderando-se os
16 intervalos 0 e 40% de incremento.

17 PEDROSO et al. (2011) trabalhando com aditivos químicos associados e CAVALI et al.
18 (2010) com inoculante bacteriano e inclusão de capim-elefante na ensilagem de cana, observaram
19 resultados semelhantes, obtendo 53,74 e 67,37% de redução do teor de etanol, respectivamente.

20 Neste trabalho, a partir do terceiro nível de erva-sal (40%), o comportamento da relação
21 “inclusão de erva-sal” e “produção de etanol” passou a ser crescente, verificando-se efeito
22 quadrático, tendo-se 51,19% como melhor nível de inclusão de erva-sal para a menor produção
23 de álcool (13,63% da MS) em silagens de cana-de-açúcar.

1 Os ácidos orgânicos contribuem para a acidez total da massa ensilada, sendo que o ácido
2 láctico apresenta maior constante de dissociação iônica, sendo o maior responsável pela redução
3 do pH em um menor tempo em comparação com os demais ácidos da silagem (FERRARI
4 JUNIOR et al., 2009); no entanto, não houve efeito significativo ($P>0,05$) com a participação da
5 erva-sal em níveis crescentes sobre a produção deste ácido (Tabela 3), obtendo-se valores médios
6 de 1,15% da MS.

7 Já o ácido acético que em detrimento do lactato, têm se mostrado mais eficaz em reduzir
8 a população de leveduras (RANJIT & KUNG JR., 2000; TAYLOR et al., 2002) e
9 conseqüentemente a concentração de etanol, foi influenciado ($P<0,05$) com a adição de erva-sal,
10 registrando-se valores consideráveis (2,43% da MS com 100% de cana), acima do proposto por
11 SILVEIRA (1987) como aceitável (0,8% da MS).

12 McDONALD et al. (1991) reporta que altas concentrações de acetato na silagem induz a
13 uma ligeira redução do consumo animal. Essa maior concentração de acetato pode ter sido
14 resultado do momento da compactação da massa forrageira, onde, a presença excessiva de
15 oxigênio na silagem pode ter levado ao desenvolvimento prolongado de microrganismos
16 anaeróbios facultativos (MUCK, 1988) e ao aumento da concentração do ácido nas silagens.

17 Para a variável ácido acético, observou-se comportamento linear decrescente,
18 verificando-se redução de 35,80%, considerando-se as adições 0 e 60% de erva-sal. A saber, que
19 o ácido acético possui princípio antifúngico sobre a fermentação (KLEINSCHMIT et al., 2005),
20 acredita-se que sua redução nos níveis 40 e 60% de erva sal, possa ter propiciado retorno da
21 atividade metabólica das leveduras e conseqüente aumento da produção de etanol.

22 Para avaliar a qualidade do processo fermentativo, analisou-se também o pH das
23 silagens, observando-se diferenças ($P<0,05$) com o incremento de erva-sal, ocorrendo acréscimo
24 linear. Muito embora, os valores de pH mínimo e máximo (3,47 e 3,70) para 0 e 40% de erva-sal

1 respectivamente, encontrem-se dentro de uma faixa recomendada (3,6 e 4,2) por TOMICH et al.
2 (2004), a qual afirma ser aceitável para garantir boa preservação da massa ensilada, restringindo a
3 ação de enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídios.

4 SCHMIDT et al. (2007), fazendo o uso de aditivos químicos e biológicos na ensilagem
5 de cana, também não verificaram menores valores de pH nos tratamentos testados em relação ao
6 controle, obtendo resultados similares a este estudo, variando entre 3,31 e 3,58; nesta faixa, assim
7 também PEDROSO et al. (2005) e EVANGELISTA et al. (2009) observaram valores de pH de
8 silagens de cana-de-açúcar próximos a 3,8.

9 Acredita-se que a variação do pH neste trabalho, possivelmente esteja relacionado à
10 menor atividade de microrganismos fermentadores, que sintetizam lactato e AGVs, que atuam na
11 diminuição dos valores de pH em virtude da redução gradativa ($P < 0,05$) da concentração de seu
12 substrato, os CHO-Sol, ao passo que se substituiu percentualmente a cana pela erva-sal; a saber
13 que tais açúcares estão presentes em altos teores na cana-de-açúcar. O efeito tampão não foi
14 afetado ($P > 0,05$) pela inclusão de erva-sal.

15 Com relação aos demais ácidos orgânicos avaliados neste estudo (propiónico e butírico),
16 apenas o propionato sofreu ($P < 0,05$) alteração em sua concentração com a inclusão dos níveis
17 crescentes da erva-sal sobre a cana-de-açúcar, observando-se comportamento linear decrescente,
18 com faixa de 0,08 - 0,03% da MS, correspondente a adição 0 - 60% de erva-sal.

19 O ácido butírico que por sua vez, não foi significativo aos níveis testados, apresentou
20 valores muito próximos a zero, com média de 0,04% da MS. Maiores teores destes ácidos,
21 refletem a influência da atividade clostridiana sobre a massa ensilada, considerada um dos
22 principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo por apresentar perdas
23 acentuadas de MS e energia da forragem original, sendo ainda positivamente correlacionada à
24 redução da aceitação e consumo animal (TOMICH et al., 2003).

1 Pode-se inferir que, a variação significativa do acetato e propionato neste estudo,
2 provavelmente deva-se à diminuição gradual da concentração do substrato (CHO-Sol) dos
3 microrganismos, enterobactérias e clostrídios que participam no processo fermentativo com a
4 produção dos ácidos orgânicos, à medida que se substituiu percentualmente a cana-de-açúcar pela
5 erva-sal.

6

7 **CONCLUSÕES**

8 A inclusão de erva-sal em níveis crescentes em silagens de cana-de-açúcar reduz as
9 perdas totais de matéria seca e aumentam a recuperação da mesma; mostra-se eficiente em
10 reduzir a produção de etanol em até 61%.

11

12 **AGRADECIMENTOS**

13 A EMBRAPA SEMIÁRIDO pela disponibilização do material para a pesquisa e apoio.

14

15 **REFERÊNCIAS**

- 16 ALLI, I. et al. The effects of ammonia on the fermentation of chopped sugarcane. **Animal Feed**
17 **Science and Technology**, v. 9, p. 291-299, 1983. Disponível em: <
18 [http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/0377-8401%2883%2990022-](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/0377-8401%2883%2990022-6/pdf)
19 [6/pdf](http://www.journals.elsevierhealth.com/periodicals/anifee/article/0377-8401%2883%2990022-6/pdf) > Acesso em: 21 dez. 2012. doi: 0377-8401(83)90022-6.
- 20 CASTRO NETO, A.G. et al. Parâmetros de fermentação de silagens de cana-de-açúcar
21 submetidas a diferentes tratamentos. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*,
22 vol.60, n.5, pp. 1150-1156. 2008. Disponível em: <
23 <http://www.scielo.br/pdf/abmvz/v60n5/17.pdf> > Acesso em: 22 dez. 2012. doi: 10.1590/S0102-
24 0935.2008.000500017.

- 1 CAVALI, J. et al. Mixed sugarcane and elephant grass silages with or without bacterial inoculant.
2 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p. 462-470, 2010. Disponível em: <
3 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v39n3/a03v39n3.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
4 10.1590/S1516-3598.2010.000300003.
- 5 DUBOIS, M. et al. Colorimetric Method for Determination of Sugars and Related Substances.
6 **Analytical Chemistry**, v.28, p.350, 1956. Disponível em: <
7 http://www.fbs.leeds.ac.uk/staff/sab/Methods/Lab_Methods/Dubois1956.pdf > Acesso em: 21
8 dez. 2012. doi: 10.1021/ac60111a017.
- 9 EVANGELISTA, A.R. et al. Alterações bromatológicas e fermentativas durante o
10 armazenamento de silagens de cana-de-açúcar com e sem milho desintegrado com palha e
11 sabugo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.20-26, 2009. Disponível em: <
12 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v38n1/a03v38n1.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
13 10.1590/S1516-3598.2009.000100003.
- 14 FERRARI JUNIOR, E. et al. Aditivos em silagem de capim elefante paraíso (*pennisetum*
15 *hybridum* cv. paraíso). **Archivos de Zootecnia**, vol.58, n.222, p. 185-194, 2009. Disponível em:
16 < <http://scielo.isciii.es/pdf/azoo/v58n222/art3.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
17 10.4321/S0004-0592.2009.000200003.
- 18 FREITAS, A.W.P.F. et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com
19 aditivos microbianos e enriquecida com resíduos da colheita da soja. **Revista Brasileira de**
20 **Zootecnia**, v.35, n.1, p.38-47, 2006. Disponível em: <
21 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v35n1/28340.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi: 10.1590/S1516-
22 3598.2006.000100005.
- 23 JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação
24 da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.101-119, 2007.

- 1 Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36s0/13.pdf>> Acesso em: 22 dez. 2012. Doi:
2 10.1590/S1516-35982007001000013.
- 3 KLEINSCHIMIT, D.H. et al. The effects of various antifungal additives on the fermentation and
4 aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.2130-2139, 2005. Disponível
5 em: < <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030205728897> > Acesso em: 22
6 dez. 2012. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(05)72889-7.
- 7 KUNG JR., L. et al. Added ammonia or microbial inocula for fermentation and nitrogenous
8 compounds of alfalfa ensiled at various percents of dry matter. **Journal of Dairy Science**, v.67,
9 p.299-306, 1984. Disponível em: <
10 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030284813028> > Acesso em: 21 dez.
11 2012. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(84)81302-8.
- 12 KUNG JR., L.; STANLEY, R.W. Effect of stage of maturity on the nutritive value of whole-plant
13 sugarcane preserved as silage. **Journal of Animal Science**, v.54, p.689-696, 1982. Disponível
14 em: < <http://www.animal-science.org/content/54/4/689.full.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012.
- 15 McDONALD, P. et al. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Chalcombe, 1991. 340p.
- 16 MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal**
17 **of Dairy Science**, v.71, p.2992-3002, 1988. Disponível em: <
18 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030288798975> > Acesso em: 21 dez.
19 2012. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(88)79897-5.
- 20 PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets.
21 **Journal of Dairy Science**, v.54, p.1025-1033, 1971. Disponível em: <
22 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030271859660> > Acesso em: 21 dez.
23 2012. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(71)85966-0.

- 1 PEDROSO, A. de F. et al. Aditivos químicos e inoculante bacteriano na ensilagem de cana-de-
2 açúcar: efeitos sobre a fermentação das silagens e o desempenho de garrotes. **Revista Brasileira**
3 **de Zootecnia**, v.40, n.6, p. 1181-1187, 2011. Disponível em: <
4 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v40n6/04.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi: 10.1590/S1516-
5 3598.2011.000600004.
- 6 PEDROSO, A. F. et al. Fermentation and epiphytic microflora dynamics in sugar cane silage.
7 **Scientia Agricola**, v.62, n.5, p.427-432, 2005. Disponível em: <
8 <http://www.scielo.br/pdf/sa/v62n5/25980.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi: 10.1590/S0103-
9 9016.2005.000500003.
- 10 RANJIT, N.K.; KUNG JR., L. The effect of *Lactobacillus buchneri*, *Lactobacillus plantarum*, or
11 a chemical preservative on the fermentation and aerobic stability of corn silage. **Journal of Dairy**
12 **Science**, v.83, p.526-535, 2000. Disponível em: <
13 <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030200749125> > Acesso em: 21 dez.
14 2012. doi: 10.3168/jds.S0022-0302(00)74912-5.
- 15 SANTOS, M. C. et al. Influência da utilização de aditivos químicos no perfil da fermentação, no
16 valor nutritivo e nas perdas de silagens de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
17 v.37, n.9, p. 1555-1563, 2008. Disponível em: <
18 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n9/a06v37n9.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
19 10.1590/S1516-3598.2008.000900006.
- 20 SANTOS, O.O. et al. Fermentation characteristics and nutritional value of elephant grass ensiled
21 with old man saltbush. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.6, p.1401-1406, 2012.
22 Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v41n6/12.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
23 10.1590/S1516-3598.2012.000600012.
- 24 SAS INSTITUTE. **SAS/STAT**: guide for personal computer; version 9.1. Cary, p. 235, 2003.

- 1 SCHMIDT, P. et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1.
2 Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **Revista**
3 **Brasileira de Zootecnia**, v. 36, p. 1666-1675, 2007. Disponível em: <
4 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v36n5s0/a27v3650.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
5 10.1590/S1516-3598.2007.000700027.
- 6 SILVA, E.J.A. et al. Efeitos do teor de carboidratos solúveis sobre as características da silagem
7 de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.8, p.1375-1382, 2008. Disponível
8 em: < <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v37n8/v37n8a06.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
9 10.1590/S1516-3598.2008.000800006.
- 10 SILVEIRA, A.C. Produção e utilização de silagens. In: SEMANA DE ZOOTECNIA, 12., 1987,
11 Pirassununga. **Anais...** Fundação Cargill, 1987. p.119-134.
- 12 TAYLOR, C.C. et al. The effect of treating whole-plant barley with *Lactobacillus buchneri*
13 40788 on silage fermentation, aerobic stability and nutritive value for dairy cows. **Journal of**
14 **Dairy Science**, v.85, n.7, p.1793-1800, 2002. Disponível em: <
15 <http://www.researchgate.net/publication/11186111> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
16 10.3168/jds.S0022-0302(02)74253-7.
- 17 TOMICH, T. R. et al. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de**
18 **silagens**: uma proposta para qualificação da fermentação. Embrapa Pantanal, 2003 (Série
19 Documentos da EMBRAPA). Disponível em: <
20 <http://www.cpap.embrapa.br/publicacoes/online/DOC57.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012.
- 21 TOMICH, T.R. et al. Características químicas e digestibilidade *in vitro* de silagens de girassol.
22 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 6, p. 1672-1682, 2004. Disponível em: <
23 <http://www.scielo.br/pdf/rbz/v33n6s1/a05336s1.pdf> > Acesso em: 21 dez. 2012. doi:
24 10.1590/S1516-3598.2004.000700005.

1 Tabela 1 – Composição química da cana-de-açúcar e erva-sal antes da
2 ensilagem

Item	Cana-de-açúcar	Erva-sal
Matéria seca, %	28,48	31,00
Matéria mineral, % MS	1,73	26,10
Nitrogênio total (NT), % MS	0,34	1,57
Fibra em detergente neutro (FDN), % MS	37,73	50,90
Fibra em detergente ácido (FDA), % MS	27,41	35,30
Carboidratos totais (CT), % MS	94,99	63,50
Hemicelulose, % MS	10,32	15,60
Extrato etéreo, % MS	1,15	0,60
DIVMS, % MS	76,38	-

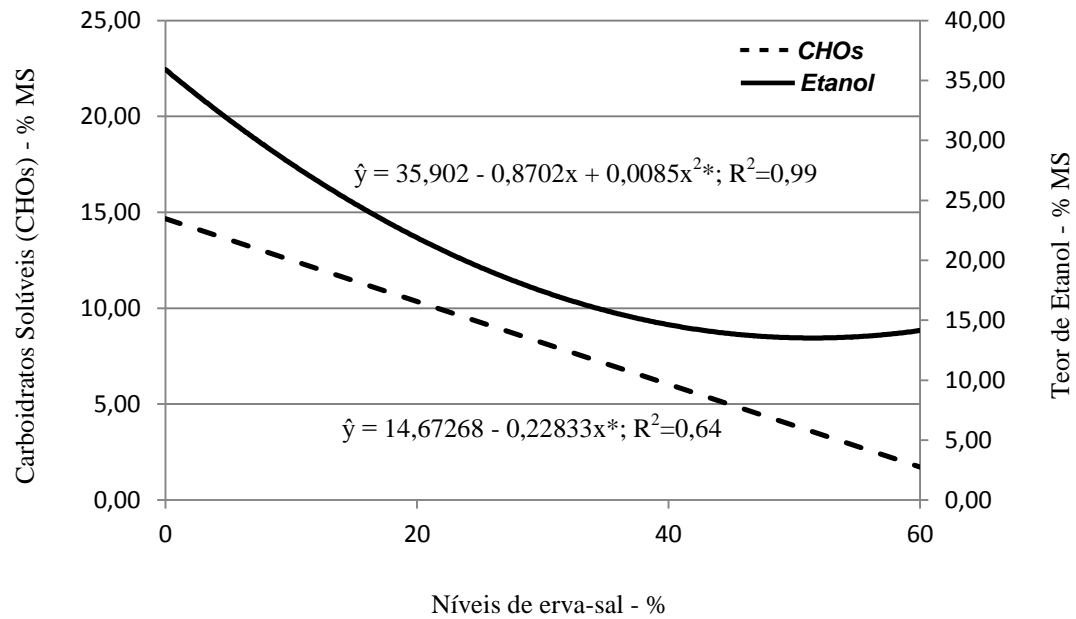
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26

- 1 Tabela 2 - Perdas fermentativas, recuperação de matéria seca e densidade de silagens de cana-de-
 2 açúcar com diferentes proporções de erva-sal.

Variáveis	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾
	0	20	40	60	
Perdas por efluente, kg t ⁻¹ MV	14,00	14,00	6,98	5,48	1,646
Perdas por gases, % MS	15,78	12,70	14,45	13,07	0,683
Perda total de matéria seca, %	17,05	13,48	14,57	12,65	0,742
Recuperação da matéria seca, %	82,96	86,52	85,44	87,35	0,745
Densidade, kg MV m ⁻³	572,00	566,00	573,33	568,00	4,201
Variáveis	ER ⁽²⁾				R ²
Perdas por efluente, kg t ⁻¹ MV	$\hat{y} = 15,707 - 0,178x^*$				0,78
Perdas por gases, % MS	$\hat{y} = 14,00$				-
Perda total de matéria seca, %	$\hat{y} = 16,252 - 0,0605x^*$				0,67
Recuperação da matéria seca, %	$\hat{y} = 0,0554x + 83,987^*$				0,66
Densidade, kg MV m ⁻³	$\hat{y} = 569,83$				-

- 3 * Significativo P<0,05. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio
 4 ortogonal, resposta linear, quadrática ou cúbica

5
 6
 7
 8
 9
 10
 11
 12
 13
 14
 15
 16
 17
 18



1
2
3
4
5 Figura 1 – Valores de Carbohidratos Solúveis (CHOs) e Etanol em % da MS de
6 Silagens de cana-de-açúcar com adição de erva-sal. *P<0,05 para equação de
7 regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta linear, quadrática ou cúbica.

8
9
10
11
12
13
14
15
16
17

- 1 Tabela 3 - Valores de pH, poder tampão e de ácidos orgânicos (acetato, propionato, butirato e
 2 lactato) de silagens de cana-de-açúcar com diferentes proporções de erva-sal.

Variáveis	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾
	0	20	40	60	
pH	3,47	3,48	3,70	3,69	0,013
Poder tampão, Meq de HCl 100g ⁻¹ MS	19,37	23,23	20,89	24,43	0,592
Ácido acético, % MS	2,49	1,90	1,51	1,57	0,066
Ácido propiônico, % MS	0,08	0,05	0,04	0,03	0,003
Ácido butírico, % MS	0,012	0,001	0,159	0,000	0,040
Ácido lático, % MS	1,13	1,26	0,75	1,44	0,119
Variáveis	ER ⁽²⁾				R ²
pH	$\hat{y} = 3,45171 + 0,00393x^*$				0,85
Poder tampão, Meq de HCl 100 g ⁻¹ MS	$\hat{y} = 21,98$				-
Ácido acético, % MS	$\hat{y} = 2,30049 - 0,01638x^*$				0,81
Ácido propiônico, % MS	$\hat{y} = 0,07341 - 0,00064634x^*$				0,77
Ácido butírico, % MS	$\hat{y} = 0,04$				-
Ácido lático, % MS	$\hat{y} = 1,15$				-

- 3 * Significativo P<0,05. ⁽¹⁾Erro-padrão da média. ⁽²⁾Equação de regressão, teste de polinômio
 4 ortogonal, resposta linear, quadrática ou cúbica.

5. ARTIGO 2

1 **Valor nutricional e cinética ruminal *in vitro* de silagens de cana-de-açúcar com erva-sal**
2 **(*Atriplex nummularia*)**

3
4 *Nutritional value and ruminal kinetics in vitro of sugarcane silages with saltbush (*Atriplex**
5 *nummularia*)

6
7 J. G. Silva¹, M. A. A. Queiroz^{2*} e outros

8 ¹Aluno de pós-graduação - UNIVASF – Petrolina, PE

9 ² Colegiado de Zootecnia - UNIVASF – Petrolina, PE - marioqueiroz@hotmail.com

10
11 **RESUMO**

12 Objetivou-se avaliar o potencial da erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.) como ingrediente, com
13 diferentes níveis de inclusão em silagem com cana-de-açúcar (*Saccharum officinalis*), através da
14 determinação da composição químico-bromatológica e parâmetros de degradação ruminal. Os
15 tratamentos consistiram de 0, 20, 40 e 60% de erva-sal em substituição a cana em silos (baldes
16 plásticos) de 25 litros, num período de ensilagem de 90 dias, utilizando-se um delineamento
17 inteiramente casualizado com seis repetições. Para tanto, foi avaliada a composição químico-
18 bromatológica, além da relação nitrogênio insolúvel em detergente ácido e nitrogênio total
19 (NIDA/NT) e estimativa dos teores de minerais nas silagens. Procedeu-se ensaio de
20 degradabilidade e produção de gases *in vitro*. Os níveis crescentes de erva-sal propiciaram
21 (P<0,05) incremento sobre o teor de matéria seca (MS), matéria mineral (MM) e proteína bruta
22 (PB), exibindo comportamento linear crescente, ocorrendo também mesmo efeito no teor de
23 lignina, muito embora o NIDA/NT não tenha sido influenciado (P>0,05); no entanto, observou-se
24 decréscimo linear (P<0,05) dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT). A inclusão de erva-
25 sal influenciou (P<0,05) ainda as concentrações dos minerais estudados, com exceção (P>0,05)
26 do fósforo (P), onde os dados ajustaram-se a modelo linear crescente. Causou menores (P<0,05)
27 produções do volume máximo de gás da fração de carboidratos não fibrosos (CNF) “Vf1” e dos
28 carboidratos totais (CT) “V”, proporcionando, considerável alteração (efeito linear decrescente)
29 na degradabilidade potencial (DP). A adição de erva-sal na silagem de cana favoreceu

30 incrementos na composição químico-bromatológica, promovendo maior conteúdo de MS, MM e
31 PB.

32

33 **Palavras-chave:** bromatologia, ensilagem, halófito, metano, *Saccharum officinalis*

34

35

ABSTRACT

36 The objective was to evaluate the potential of saltbush (*Atriplex nummularia* Lindl.) as an
37 ingredient, with different inclusion levels in silage with cane sugar (*Saccharum officinalis*),
38 through determining the chemical-bromatologic composition and ruminal degradation
39 parameters. Treatments consisted of 0, 20, 40 and 60% old man saltbush in lieu of cane bins
40 (plastic buckets) of 25 liters, a ensiling period of 90 days and it was a completely randomized
41 design with six replications. Therefore, we evaluated the chemical-bromatologic composition,
42 beyond the relation acid detergent insoluble nitrogen and total nitrogen (ADIN/TN) and
43 estimation of mineral contents in the silages. The procedure was trial degradability and gas
44 production *in vitro*. The increasing levels of old man saltbush propitiated ($P < 0.05$) increase in the
45 content of dry matter (DM), mineral matter (MM) and crude protein (CP), showing linear
46 increasing effect, same effect also occurs in lignin content, although the ADIN/TN have not been
47 influenced ($P > 0.05$); however, there was linear decrease ($P < 0.05$) the levels of total digestible
48 nutrients (TDN). The inclusion of old man saltbush also influenced ($P < 0.05$) the concentrations
49 of the minerals studied, except ($P > 0.05$) phosphorus, where the data were adjusted to linear
50 increasing model. The productions to maximum volume of gas by nonfiber carbohydrates
51 fraction (NFC) "Vf1" and total carbohydrates (TC) "V" were reduced and considerable change
52 (decreasing linear effect) in potential degradability was observed. The addition of old man
53 saltbush in sugarcane silage favored increments in chemical-bromatologic composition,
54 promoting more content of DM, MM and CP.

55

56 **Keywords:** bromatology, ensilage, halophyte, methane, *Saccharum officinalis*

57

58

INTRODUÇÃO

59 Crescente valorização do cultivo da cana-de-açúcar tem se observado nos últimos anos no Brasil,
60 em especial nas regiões semiáridas, em virtude, sobretudo, de demanda à produção de

61 biocombustíveis e uso na produção de forragem para alimentação animal (VOLTOLINI et al.,
62 2012).

63 Na alimentação animal, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem torna-se
64 imperativo, principalmente por aspectos relacionados à racionalização da mão de obra,
65 produtividade, e, em termos de tonelada de matéria seca, em corte manual ser aproximadamente
66 30% mais barato que o milho ensilado.

67 No entanto, a produção de silagens de cana é caracterizada por produzir considerável
68 concentração de etanol, que limita o consumo animal e leva a uma significativa perda do valor
69 nutritivo da forragem ao passar de sacarose para álcool, em torno de 54% da MS (PEDROSO et
70 al., 2005) em detrimento principalmente de carboidratos solúveis, que respondem a 75% da MS
71 em média, além dos baixos teores de minerais e proteína (3%) (SILVA et al., 2008; PEDROSO et
72 al., 2005).

73 Segundo VAN SOEST (1987), tanto a composição quanto o valor nutritivo das silagens podem
74 ser alteradas através da adição de produtos no preparo da ensilagem, influenciando o curso da
75 fermentação e favorecendo a conservação.

76 Desta forma, a erva-sal que é uma espécie forrageira halófila, adaptada as condições
77 edafoclimáticas da região semiárida, pode ser vista como alternativa no processo de ensilagem,
78 por efeito associativo entre forrageiras (PORTO et al., 2006), pela sua ação no aumento dos
79 teores de matéria seca e elevados teores de sais que possivelmente podem causar inibição do
80 desenvolvimento de microrganismos indesejáveis, apresentando ainda, em sua composição
81 química teor de mineral de até 30%, digestibilidade *in vitro* da matéria seca de 70% para folhas
82 (BARROSO et al., 2006) e PB podendo chegar a 24% (PORTO et al., 2001).

83 Objetivou-se com este trabalho avaliar a composição químico-bromatológica, cinética de
84 degradação ruminal e produção de gás *in vitro* de silagens de cana-de-açúcar com níveis
85 crescentes de erva-sal.

86

87

MATERIAL E MÉTODOS

88 O presente trabalho foi realizado na unidade da Embrapa Semiárido e no Laboratório de
89 Bromatologia e Nutrição Animal da UNIVASF/ *Campus* Ciências Agrárias, ambos em Petrolina
90 – PE. As forrageiras usadas em associação para ensilagem neste experimento foram a cana-de-
91 açúcar (*Saccharum officinalis*) var. RB 92579 e a erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl).

92 Utilizou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro tratamentos (0,
 93 20, 40 e 60% de erva-sal com base na matéria natural, em substituição a cana-de-açúcar no
 94 preparo da silagem) e seis repetições. A cana-de-açúcar e a erva-sal (1,50 m de altura), com idade
 95 aproximada de 1 ano (rebrotada), foram colhidos manualmente a 10cm do solo e, picadas
 96 separadamente em forrageira estacionária até atingirem tamanho de partícula entre de 2 e 3 cm.
 97 Oportunamente, amostrou-se os ingredientes para avaliação de composição químico-
 98 bromatológica (SILVA & QUEIROZ, 2002; MERTENS, 2002; SNIFFEN et al., 1992;
 99 MALAVOLTA et al., 1997) , onde os mesmos são apresentados na Tabela 1.

100 Tabela 1. Composição químico-bromatológica da cana-de-açúcar e erva-sal
 101 no momento da ensilagem

Item	Cana-de-açúcar	Erva-sal
Matéria seca (MS), %	28,48	31,00
Matéria orgânica (MO), % MS	98,27	73,90
Proteína Bruta (PB), % MS	2,13	9,80
Fibra em detergente Neutro (FDN), % MS	37,73	50,90
Fibra em detergente ácido (FDA), % MS	27,41	35,30
Carboidratos totais (CT), % MS	94,99	63,50
Carboidratos não fibrosos (CNF), % MS	57,26	12,60
Carboidratos fibrosos (CF), % MS	37,73	50,90
Extrato etéreo (EE), % MS	1,15	0,60
Sódio (Na), %	-	4,70
Magnésio (Mg), %	-	0,70
Potássio (K), %	-	2,90
Cálcio (Ca), %	-	1,00
Fósforo (P), %	-	0,10
Ferro (Fe), mg kg ⁻¹	-	100,00
Zinco (Zn), mg kg ⁻¹	-	43,00
Manganês (Mn), mg kg ⁻¹	-	171,30
Cobre (Cu), mg kg ⁻¹	-	9,20

102

103 Foram utilizados, como silos experimentais, 24 baldes plásticos de 25L com 2 kg de areia seca no
 104 fundo, protegida com tela fina de plástico e camada de tecido de algodão para permitir a medida

105 quantitativa do efluente produzido e tampas com válvulas do tipo Bunsen para escape dos gases e
106 quantificação gravimétrica dos mesmos.

107 Após a abertura, aos 90 dias de ensilagem, o material retirado foi homogeneizado e dele foram
108 colhidas as amostras que foram secas em estufa de circulação forçada de ar, regulada a 55°C,
109 durante 72 horas. Em seguida, as amostras foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de
110 1mm e analisadas para: Matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM),
111 proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro livre de cinzas (FDNc), fibra
112 em detergente ácido livre de cinzas (FDAc), hemicelulose, lignina, relação nitrogênio insolúvel
113 em detergente ácido e nitrogênio total (NIDA/NT) conforme procedimentos descritos por SILVA
114 & QUEIROZ (2002) e, MERTENS (2002). Os carboidratos totais (CT), fibrosos (CF) e não
115 fibrosos (CNF) foram calculados por equações propostas por SNIFFEN et al. (1992): $CT = 100 -$
116 $(PB + EE + cinzas)$; $CNF = 100 - (PB + EE + cinzas + FDN)$; $CF = CT - CNF$. A DIVMS foi
117 estimada a partir do tempo 48h do ensaio de degradabilidade *in vitro* a gás (MAURÍCIO et al.,
118 2003) e, o NDT de acordo com VAN SOEST (1994): $NDT = DIVMS + (1,25 * EE) - cinzas$.
119 Foram avaliados os teores de minerais: cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K),
120 sódio (Na), zinco (Zn), ferro (Fe), cobre (Cu), manganês (Mn), de acordo com MALAVOLTA et
121 al. (1997).

122 O ensaio de degradabilidade e produção de gases *in vitro* foi realizado pela técnica *in vitro*
123 semiautomática de produção de gases proposta por MAURÍCIO et al. (2003).

124 Os dados da produção cumulativa dos gases foram analisados pelo modelo de duplo
125 compartimento citado em SCHOFIELD et al. (1994):

126

$$V(t) = \frac{Vf_1}{[1 + e^{(2-4m_1(L-T))}]} + \frac{Vf_2}{[1 + e^{(2-4m_2(L-T))}]}$$

127

128 No qual o $V(t)$ representa o volume máximo total de gases produzido; Vf_1 representa o volume
129 máximo de gás para a fração de rápida digestão (CNF); Vf_2 representa o volume máximo de gás
130 para a fração de lenta digestão (CF); m_1 equivale à taxa de crescimento específico para a fração
131 de rápida degradação; m_2 equivale à taxa de crescimento específico para a fração de lenta
132 degradação; L representa a duração dos eventos iniciais (fase de latência) de digestão, comum às
133 duas fases; e o T representa o tempo de fermentação.

134 Os parâmetros avaliados foram analisados pelo programa computacional Statistical Analysis
 135 System (Versão 9.1, 2003), sendo anteriormente verificada a normalidade dos resíduos pelo Teste
 136 de SHAPIRO-WILK (PROC UNIVARIATE) e as variâncias comparadas por contrastes
 137 ortogonais e regressão polinomial, com nível de significância de 5% utilizando os procedimentos
 138 GLM e REG. Os parâmetros do modelo foram estimados pelo procedimento de regressão não
 139 linear (NLIN) do Statistical Analysis Systems (SAS, 2003).

140

141 RESULTADOS E DISCUSSÃO

142 A inclusão de erva-sal à cana-de-açúcar no preparo das silagens influenciou ($P < 0,05$) os valores
 143 de MS, observando-se efeito linear crescente (Tabela 2).

144 Tabela 2. Composição químico-bromatológica de silagens de cana-de-açúcar com diferentes
 145 proporções de erva-sal

Variáveis (% MS)	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾	R ²	ER ⁽²⁾
	0	20	40	60			
Matéria seca	24,43	28,09	30,97	30,00	0,660	0,73	$\hat{y} = 23,47 + 0,14x^*$
Matéria orgânica	95,42	91,76	89,30	88,28	0,714	0,93	$\hat{y} = 97,16 - 0,17x^*$
Matéria mineral	4,58	8,24	10,70	11,72	0,714	0,93	$\hat{y} = 2,84 + 0,17x^*$
Proteína bruta	3,32	4,11	4,78	4,68	0,151	0,82	$\hat{y} = 3,04 + 0,03x^*$
NIDA/NT	0,370	0,343	0,340	0,343	0,011	-	$\hat{y} = 0,35$
CT	90,02	85,48	82,20	81,58	0,868	0,99	$\hat{y} = 90,09 - 0,164x^*$
CNF	26,07	19,89	18,69	15,97	1,067	0,73	$\hat{y} = 24,88 - 0,158x^*$
CF	63,95	65,59	63,51	65,62	0,535	-	$\hat{y} = 64,67$
NDT ⁽³⁾	62,46	57,87	55,96	53,61	1,032	0,86	$\hat{y} = 61,74 - 0,142x^*$
Extrato etéreo	2,08	2,17	2,32	2,02	0,049	-	$\hat{y} = 2,15$
FDNc	63,94	65,58	63,49	65,60	0,535	-	$\hat{y} = 64,65$
FDAc	38,43	41,37	41,75	42,04	0,363	0,75	$\hat{y} = 39,22 + 0,056x^*$
Hemicelulose	25,51	24,21	22,28	23,56	0,577	-	$\hat{y} = 23,89$
Lignina	4,32	6,55	8,18	8,51	0,440	0,87	$\hat{y} = 3,34 + 0,101x^*$
DIVMS	64,36	63,31	63,83	62,62	0,371	-	$\hat{y} = 63,53$

146 * Significativo $P < 0,05$. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal,
 147 resposta linear, quadrática ou cúbica. ⁽³⁾ $NDT(\%) = DIVMS + (1,25 * EE) - MM$.

148

149 A cada inclusão de 20% de *Atriplex* houve incremento de 2,8% na MS das silagens ($\hat{y} = 23,47 +$
 150 $0,14x$; $R^2 = 0,73$). Comportamento semelhante (modelo linear crescente) foi obtido por SANTOS
 151 et al. (2012), em silagens de capim-elefante com erva-sal, os quais verificaram aumento de

152 8,85%, considerando-se os níveis 0 e 40% de erva-sal, 3,0 vezes menor que os registrados neste
153 estudo (26,77%).

154 O menor (24,43%) e maior (30,97%) valor de MS observado nos níveis 0 e 40% de erva-sal
155 respectivamente, encontram-se dentro da faixa (>25%) recomendada por McDONALD et al.
156 (1991) e classificada por VIEIRA et al. (2004) como boa silagem.

157 Os teores de MM e MO foram também afetados ($P < 0,05$) com a adição de erva-sal, onde os
158 dados ajustaram-se a modelos lineares: crescente (aumento) e decrescente (redução),
159 respectivamente. Observou-se aumento de 155,90% para MM e redução de 7,48% de MO,
160 ponderando as inclusões 0 e 60% de erva-sal. Relacionando as duas variáveis estudadas, que,
161 quanto componentes da MS, são inversamente proporcionais uma a outra, verifica-se a cada 20%
162 de erva-sal adicionada, acréscimo e decréscimo (MM e MO, respectivamente) de 3,4% na MS
163 das silagens ($\hat{y}_{MM} = 2,84 + 0,17x$; $R^2 = 0,93$ / $\hat{y}_{MO} = 97,16 - 0,17x$; $R^2 = 0,93$). O que
164 possivelmente poderá influenciar na qualidade da silagem estudada na sua cinética de degradação
165 ruminal (produção de gás e degradabilidade); tal comportamento contribui, ainda, negativamente
166 para o fornecimento de energia ao animal, com o decréscimo da MO; podendo-se, observar
167 decréscimo linear ($P < 0,05$) dos teores de nutrientes digestíveis totais (NDT), que exibem redução
168 de 14,17%, ponderando os níveis 0-60% de erva-sal, cerca de 1,17 vezes.

169 O teor de PB nas silagens foi influenciada ($P < 0,05$) pela inclusão de erva-sal, onde se elevaram
170 proporcionalmente com a adição desta, inferindo-se comportamento linear crescente, com
171 incremento de 40,96%, ajustando-se aos níveis 0 e 60% de erva-sal. SANTOS et al. (2012)
172 obtiveram percentualmente, acréscimos semelhantes com silagens de capim-elefante associada a
173 níveis crescentes de erva-sal, 41,86% PB, no nível 60% em relação a 0% de erva-sal.

174 Acredita-se que estes valores de PB possam ter sido influenciados pela relação folha/caule do
175 ingrediente erva-sal, sendo possivelmente baixo, uma vez que se observaram muitos caules em
176 relação às folhas no momento da preparação dos silos. Este fato corrobora com BARROSO et al.
177 (2006), os quais observaram conteúdo de PB, 1,93 vezes maior nas folhas que no caule.

178 O teor de Lignina foi afetado ($P < 0,05$) pelos níveis de erva-sal testados, apresentando efeito
179 linear crescente. Verificou-se nesse estudo aumento de 1,97 vezes (96,99%) de Lignina, quando
180 se observa os incrementos 0 e 60% de erva-sal. Muito embora, este aumento não tenha
181 comprometido a qualidade da proteína em virtude da relação nitrogênio insolúvel em detergente
182 ácido e nitrogênio total (NIDA/NT), parâmetro que relaciona os compostos nitrogenados

183 indisponíveis para a digestão dos animais (SNIFFEN et al., 1992), sendo este, não influenciado
184 ($P>0,05$) frente as inclusões avaliadas, com média 0,35% da MS.

185 O teor de fibra em detergente ácido livre de cinzas (FDAc), que determina a qualidade da parede
186 celular e expressa a fração insolúvel e menos digestível (celulose e lignina – remanescente em
187 detergente ácido livre de cinzas), foi influenciado de forma linear crescente ($P<0,05$) pelos níveis
188 de erva-sal, verificando-se aumento de 9,39% considerando-se as inclusões 0 e 60% de erva-sal.

189 Por outro lado, o teor de fibra em detergente neutro livre de cinzas (FDNc), que compreende a
190 concentração da parede celular na planta (celulose, hemicelulose e lignina – remanescente em
191 detergente neutro livre de cinzas), não foram afetadas ($P>0,05$) pela a adição de erva-sal, assim
192 como, o teor de hemicelulose, observando-se médias de 64,65 e 23,89 da MS, respectivamente.

193 O FDNc mesmo não sofrendo variação significativa com inclusão de erva-sal, encontra-se em
194 valores adequados para consumo dos animais, uma vez que, teores acima de 70%, segundo VAN
195 SOEST (1965) restringe o consumo dos animais por causar enchimento físico do rúmen.

196 Os teores de Carboidratos totais (CT) e não fibrosos (CNF) foram afetados ($P<0,05$) pelos
197 incrementos crescentes de erva-sal, observando-se comportamento linear decrescente em ambos,
198 obtendo-se variações de 3,28 e 3,16% para CT e CNF a cada 20% de erva-sal adicionada ($\hat{y}_{CT} =$
199 $90,09 - 0,164x$; $R^2 = 0,99$ / $\hat{y}_{CNF} = 24,88 - 0,158x$; $R^2 = 0,73$), respondendo por reduções de 1,10
200 e 1,63 vezes (9,38 e 38,74%) respectivamente, considerando os níveis 0 e 60% de erva-sal;
201 resultado esperado, uma vez que, acredita-se que o possível efeito de dispersão do CT e do CNF
202 ocasionado pela diminuição do ingrediente cana-de-açúcar (CT = 94,99; CNF = 63,50) ao passo
203 que se adiciona erva-sal (CT = 57,26; CNF = 12,60) (Tabela 1), pudesse contribuir para tal
204 comportamento.

205 A inclusão de erva-sal no preparo das silagens influenciou também ($P<0,05$) as concentrações
206 dos minerais estudados (Tabela 3), com exceção do fosforo ($P>0,05$), onde os dados ajustaram-se
207 a modelo linear crescente.

208 Os valores dos macrominerais cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio que são elementos
209 básicos exigidos em quantidades relativamente maiores pelo organismo dos animais foram
210 encontrados nas faixas de 0,16-0,52 (Ca); 0,06 (P); 0,18-0,43 (Mg); 0,76-1,78 (K) e 0,04-1,12 %
211 (Na), para os níveis de 0% a 60% de erva-sal.

212 Os microminerais zinco, ferro, cobre e manganês, não menos importantes, mas requeridos em
213 pequenas quantidades de miligramas (um milésimo do grama) a microgramas (um milionésimo

214 do grama), apresentaram-se em valores de 9,30-22,14 (Zn); 60,03-199,96 (Fe); 2,79-8,19 (Cu) e
215 65,01-108,42 mg/kg (Mn), para os níveis 0% a 60% de erva-sal.

216 Tabela 3. Composição de macro e micro minerais de silagens de cana-de-açúcar com
217 diferentes proporções de erva-sal

Variáveis	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾	R ²	ER ⁽²⁾
	0	20	40	60			
Macrominerais (%)							
Cálcio	0,16	0,34	0,45	0,52	0,030	0,96	$\hat{y} = 0,19 + 0,006x^*$
Fósforo	0,06	0,07	0,06	0,06	0,001	-	$\hat{y} = 0,06$
Magnésio	0,18	0,31	0,42	0,43	0,026	0,90	$\hat{y} = 0,21 + 0,0042x^*$
Potássio	0,76	1,27	1,55	1,78	0,084	0,96	$\hat{y} = 0,84 + 0,017x^*$
Sódio	0,04	0,63	1,03	1,12	0,111	0,92	$\hat{y} = 0,15 + 0,018x^*$
Microminerais (mg/kg)							
Zinco	9,30	19,53	21,51	22,14	1,339	0,76	$\hat{y} = 12,04 + 0,20x^*$
Ferro	60,03	153,68	163,43	199,96	13,330	0,87	$\hat{y} = 79,84 + 2,15x^*$
Cobre	2,79	7,12	7,15	8,19	0,471	0,76	$\hat{y} = 3,88 + 0,081x^*$
Manganês	65,01	92,20	101,60	108,42	3,803	0,89	$\hat{y} = 70,86 + 0,698x^*$

218 * Significativo P <0,05. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta
219 linear, quadrática ou cúbica.

220 Com relação à contribuição da composição mineral das silagens, tratando-se especificamente da
221 produção de etanol, que é crítico e indesejável em silagens de cana-de-açúcar, as concentrações
222 destes, possivelmente tenham afetado o desenvolvimento de leveduras (indesejáveis) na produção
223 de álcool nas silagens estudadas; isto porque, observou-se com o menor nível de inclusão de
224 erva-sal (20%), um excedente do recomendado por AMORIM (2005) para se ter eficiente
225 fermentação alcoólica: cerca de: 28,3 vezes para Cálcio, 1,3 para Fósforo, 15,5 para Magnésio,
226 15,9 para Potássio, 31,5 para Sódio, 2,0 para Zinco, 768,4 para Ferro, 1,0 para Cobre e 1,2 para
227 Manganês.

228 Do ponto de vista nutricional, neste estudo, o cálcio, cobre e zinco; encontram-se dentro de faixas
229 propostas (exigência) pelo NRC (1996) para bovino de corte em crescimento, isto, quando do uso
230 da erva-sal com níveis a partir de 35,00, 75,56 e 89,80% de inclusão de erva-sal em substituição a
231 cana-de-açúcar, respectivamente, segundo, equações de regressão propostas (Tabela 3).

232 Para as concentrações dos minerais: Magnésio, Potássio, Sódio, Ferro e Manganês, observam-se
233 valores muito acima dos de exigência preditos pelo NRC (1996) para bovino de corte em
234 crescimento; isto porque, inicialmente, já se tem uma contribuição da silagem exclusiva de cana

235 (0% erva-sal), onde se verifica 1,80 (Mg), 1,27 (K), 2,50 (Na – predito: intercepto), 1,20 (Fe) e
 236 3,25 vezes (Mn) superior ao valor de exigência. Com o maior nível de inclusão testado (60%
 237 erva-sal) chega-se a valores 4,30 (Mg), 2,97 (K), 18,67 (Na), 4,00 (Fe) e 5,42 vezes (Mn)
 238 superior ao valor de exigência.

239 Sendo assim, não recomenda-se uso exclusivo deste volumoso na dieta de bovinos, podendo
 240 possivelmente causar antagonismo e indisponibilidade de outros minerais fundamentais as
 241 funções fisiológicas, estrutural, catalítica e reguladora UNDERWOOD & SUTTLE (1999).

242 O incremento de erva-sal nas silagens de cana-de-açúcar causou menores ($P < 0,05$) produções do
 243 volume máximo de gás da fração de carboidratos não fibrosos (CNF) “Vf₁” e também, ao
 244 potencial máximo de produção de gases dos carboidratos totais (CT) “V”. Observou-se redução
 245 de 1,87 (46,54%) e 1,43 vezes (30,02%), para “Vf₁” e “V”, considerando-se os níveis 0-60% de
 246 erva-sal, compreendendo decréscimo de 13,14 e 12,94 mL/g de MS, respectivamente, a cada 20%
 247 de erva-sal adicionada.

248 Tabela 4. Potencial máximo de produção de gases de CT (V), CNF (Vf₁) e CF (Vf₂); e, taxa
 249 de produção de gases para CT (m), CNF (m₁) e CF (m₂) de cana-de-açúcar com inclusões de
 250 erva-sal

Variáveis	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾	R ²	ER ⁽²⁾
	0	20	40	60			
Vf ₁ , mL/g de MS	82,91	66,90	51,37	44,32	3,697	0,97	$\hat{y} = 81,07 - 0,657x^*$
Vf ₂ , mL/g de MS	43,69	45,30	45,45	41,08	0,816	-	$\hat{y} = 43,879$
m ₁ , mL/g de MS/h	0,0452	0,0469	0,0445	0,0459	0,001	-	$\hat{y} = 0,046$
m ₂ , mL/g de MS/h	0,0129	0,0128	0,0131	0,0137	0,000	-	$\hat{y} = 0,013$
V, mL/g de MS	126,59	112,21	96,82	88,59	3,745	0,95	$\hat{y} = 125,46 - 0,647x^*$
m, mL/g de MS/h	0,0565	0,0597	0,0575	0,0596	0,001	-	$\hat{y} = 0,058$

251 * Significativo $P < 0,05$. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal,
 252 resposta linear, quadrática ou cúbica.

253 O comportamento do “Vf₁” possivelmente esteja relacionado a maior concentração de lignina por
 254 trata-se de polímero fenólico que se associa a carboidratos estruturais e proteína, tornando-as
 255 inacessíveis à digestão enzimática (VAN SOEST, 1994), tendo-se desta forma menor capacidade
 256 fermentável (Tabela 2), pela dificuldade de acesso dos microrganismos à fonte de carboidratos e
 257 redução dos teores de MO em função do aumento gradual da MM. Acredita-se ainda, na provável
 258 redução gradativa dos teores de carboidratos solúveis (CHO-Sol) nas silagens, contidas na fração

259 MO, ao passo que se substituiu percentualmente a cana, 40% da MS em média de CHO-Sol
 260 (SILVA et al., 2008), pela erva-sal, aproximadamente 15% de CHO-Sol (SANTOS et al., 2012).
 261 Por outro lado, a produção do volume máximo de gás da fração de carboidratos fibrosos (CF)
 262 “Vf₂” e taxa de produção de gases: dos CNF “m₁” e fibrosos “m₂” não foram afetadas (P>0,05)
 263 pela a adição de erva-sal, assim bem como, a taxa de produção de gases total “m”, processando-
 264 se as médias 43,879 mL/g de MS; 0,046; 0,013 e 0,058 mL/g de MS/h, respectivamente.
 265 A fração insolúvel em água, mas potencialmente degradável “b” (Tabela 5) e a fração
 266 indegradável “c”, foram influenciadas (P<0,05) pelo incremento de erva-sal, verificando-se
 267 comportamento linear decrescente para “b” e crescente para “c”, ao passo que se adicionou erva-
 268 sal as silagens de cana, tendo-se reduções de 17,28% da fração “b” e aumento de 28,72% da
 269 fração “c”, avaliando-se as inclusões 0 e 60% de erva-sal. Efeito esperado, em resposta aos
 270 comportamentos crescentes de FdAc e lignina que, possivelmente tenham incrementado a fração
 271 indegradável “c”, desfavorecendo gradativamente a fração potencialmente degradável “b”.

272 Tabela 5. Fração Solúvel (a), fração potencialmente degradável (b), fração indegradável (c), taxa
 273 de degradação da fração “b” (K_d), degradação potencial (DP), degradação efetiva (DE) e taxa de
 274 passagem (K_p) de silagens de cana-de-açúcar com inclusões de erva-sal

Variáveis	Níveis de erva-sal (%)				EP ⁽¹⁾	R ²	ER ⁽²⁾
	0	20	40	60			
a, % MS	38,85	36,29	38,71	37,71	0,514	-	$\hat{y} = 37,890$
b, % MS	35,7	33,52	28,85	29,53	1,025	0,58	$\hat{y} = 35,37 - 0,116x^*$
c, % MS	25,45	30,19	32,44	32,76	1,043	0,61	$\hat{y} = 26,58 + 0,121x^*$
K _d , %/h	0,0273	0,0303	0,0380	0,0460	0,003	-	$\hat{y} = 0,035$
DP, % MS	74,55	69,81	67,56	67,24	1,043	0,61	$\hat{y} = 73,42 - 0,121x^*$
DE, % MS	50,23	47,60	50,10	50,50	0,397	-	$\hat{y} = 49,608$
K _p , %/h ⁽³⁾	0,0565	0,0597	0,0575	0,0596	0,001	-	$\hat{y} = 0,058$

275 * Significativo P < 0,05. ⁽¹⁾ Erro-padrão da média. ⁽²⁾ Equação de regressão, teste de polinômio ortogonal, resposta
 276 linear, quadrática ou cúbica. ⁽³⁾ obtida pela taxa de produção de gases das frações de carboidratos.

277 A fração solúvel “a”, prontamente disponível para metabolismo dos microrganismos do rúmen e,
 278 a taxa de degradação da constante da fração “b” (K_d) não foram afetados (P>0,05) frente os níveis
 279 testados neste estudo, observando-se médias de 37,89% da MS e 0,035% da MS/h,
 280 respectivamente.

281 TEIXEIRA et al. (2008) trabalharam com cana-de-açúcar, capim-elefante e farelo de cacau
 282 associados na ensilagem e obtiveram valor de fração insolúvel potencialmente degradável “b” da

283 MS (45,9%) superior ao encontrado neste ensaio, contudo a taxa de degradação desta fração (K_d),
284 mostrou-se (0,024%/h) inferior a média neste trabalho.

285 Em estudo de associação de forragens na ensilagem (cana-de-açúcar – 35% e milho sem espiga –
286 65%), onde se observa a cana agregada a forragem que neste processo é tida como silagem
287 padrão, SILVA et al. (2006) observaram valores de “b” (40,1%) acima da obtida neste trabalho,
288 muito embora, a fração solúvel “a” (21,9%) seja 42% menor, e ainda, apresente valor de fração
289 indegradável “c” (38,0%) acima da obtida neste experimento.

290 A degradabilidade potencial (DP), que leva em conta a fração rapidamente solúvel “a” e outra
291 degradável ao longo do tempo “b”, que é dependente de “ K_d ”, constante do ritmo (taxa) de
292 degradação microbiana por hora no rúmen; neste estudo, decresceu linearmente ($P < 0,05$) com os
293 níveis crescentes de erva-sal, observando-se diminuição de 9,81%, ponderando-se os incrementos
294 0 e 60%.

295 Assim, pode-se inferir que a variação significativa do “DP” neste ensaio, provavelmente se deva
296 à menor atividade de microrganismos que otimizam a degradação do alimento no rúmen, dada
297 pela diminuição gradual da concentração do seu substrato prontamente disponível (CNF), em
298 razão da diminuição dos valores de “ V_{f1} ”, assim bem como de acesso mais dificultado destes
299 microrganismos as fontes de energia (CT) pelos incrementos crescentes de FdAc e lignina, em
300 consequência dos níveis crescentes de erva-sal. Valores próximos de “DP”, porém abaixo do
301 encontrado neste experimento foram obtidos por TEIXEIRA et al. (2008) e SILVA et al. (2006)
302 que trabalharam com associações de forragens e inoculações na ensilagem de cana-de-açúcar,
303 65,8 e 59,0%, respectivamente.

304 As inclusões testadas neste trabalho não influenciaram ($P > 0,05$) a degradabilidade efetiva (DE),
305 que diferente do DP, considera o percurso normal do alimento pelo trato gastrointestinal (taxa de
306 passagem - K_p), sendo este último (K_p) também, não afetado pela adição de erva-sal, verificando-
307 se médias de 49,608% da MS e 0,058%/h, respectivamente. Semelhante resultado para “DE”
308 foram observados por Schmidt et al. (2007), 49,20%, em seu melhor tratamento (Cana + 0,05%
309 uréia).

310

311

CONCLUSÕES

312 A qualidade nutricional das silagens de cana-de-açúcar melhora com o acréscimo da erva-sal,
313 aumentando os teores de matéria seca, mineral e proteína bruta.

314 A inclusão de *Atriplex* na ensilagem de cana de açúcar não oferece risco a qualidade da proteína
315 por não alterar NIDA/NT, mas pouco contribui para o teor de PB.
316 O incremento de erva-sal proporciona considerável alteração na degradabilidade potencial.

317

318

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

319 AMORIM, H. V. **Fermentação Alcoólica: Ciência e Tecnologia**. Piracicaba. São Paulo.

320 Fermentec, 448p, 2005.

321 BARROSO, D. D.; ARAÚJO, G. G. L.; PORTO, E. R.; PORTO, F. R. Produtividade e valor
322 nutritivo das frações forrageiras da erva-sal (*Atriplex nummularia*) irrigada com quatro diferentes
323 volumes de efluentes da criação de tilápia em água salobra. **Agropecuária Técnica**, Areia, v. 27,
324 n. 1, p. 43-48, 2006

325 CALLAWAY, E. S.; MARTIN, S. A. Effects of *Saccharomyces cerevisiae* culture on ruminal
326 bacteria that utilize lactate and digest cellulose. **Journal of Dairy Science**. 80:2035–2044, 1997.

327 MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das**
328 **plantas: Princípios e Aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: Potafos. 1997, 312p.

329 MARQUES, A.P.; RIET-CORREA, F.; SOARES, M.P.; ORTOLANI, E.; GIULIDORI, M. J.
330 Mortes súbitas em bovinos associadas à carência de cobre. **Pesquisa Veterinária Brasileira**.
331 vol.23, n.1, pp. 21-32, 2003.

332 MAURÍCIO, R.M.; L.G.R. PEREIRA; L.C. GONÇALVES; N.M. RODRIGUEZ. Relação entre
333 pressão e volume para implantação da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases na
334 avaliação de forrageiras tropicais. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,
335 v.55, n.2, p.1013- 1020, 2003.

336 MEESKE, R.; ASHBELL, G.; WEINBERG, Z.G. Ensiling forage sorghum at two stages of
337 maturity with the addition of lactic acid bacterial inoculants. **Animal Feed Science and**
338 **Technology**, v.43, p.165-175, 1993.

339 MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds
340 with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**,
341 v.85, p.1217-1240, 2002.

- 342 PEDROSO, A.F.; NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F.; et al. Fermentation and epiphytic microflora
343 dynamics in sugarcane silage. **Scientia Agricola**, v.62, p.427-432, 2005.
- 344 PERIPOLLI, V. ; BARCELLOS, J. O. J. ; PRATES, E. R. ; WILBERT, C. A. ; LOPES, R. B. .
345 Composição mineral da casca proteinada de soja para alimentação de ruminantes. **Acta Scientiae**
346 **Veterinariae**, v. 40, p. 1020, 2012.
- 347 PORTO, E.R. ; AMORIM, M.C.C. ; DUTRA, M.T.; PAULINO, R.V.; BRITO, L.T.L.; MATOS,
348 A.N.B. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em
349 rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.6,
350 p.111-114, 2006.
- 351 PORTO, E.R.; AMORIM, M.C.C.; SILVA JUNIOR, L.G.A. Uso do rejeito da dessalinização de
352 água salobra para irrigação da erva-sal (*Atriplex nummularia*). **Revista Brasileira de**
353 **Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.5, n.1, pp. 111-114. 2001.
- 354 SANTOS, O.O.; ARAÚJO, G.G.L.; MISTURA, C.; PEREIRA, L.G.R.; VOLTOLINI, T. V. ;
355 SANTOS, M.V.F.; ARAÚJO, J.R.; SANTOS, M.V.F. Fermentation characteristics and
356 nutritional value of elephant grass ensiled with old man saltbush. **Revista Brasileira de**
357 **Zootecnia**, v. 41, p. 1401-1406, 2012.
- 358 SAS INSTITUTE. **SAS/STAT: guide for personal computer**; version 9.1. Cary, p. 235, 2003.
- 359 SCHMIDT, P.; NUSSIO, L.G.; ZOPOLLATTO, M.; RIBEIRO, J.L.; SANTOS, V.P.; PIRES,
360 A.V. Aditivos químicos ou biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 2. Parâmetros ruminais e
361 degradabilidade da matéria seca e das frações fibrosas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36,
362 p. 1676-1684, 2007.
- 363 SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed.
364 Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- 365 SILVA, E.J.A.; BORGATTI, L.M.O.; MEYER, P.M. et al. Efeitos do teor de carboidratos
366 solúveis sobre as características da silagem de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**,
367 v.37, p.1375-1382, 2008.
- 368 SILVA, M.E.T.; WASZCZYNSKYJ, N.; SOCCOL, C.R.; ROSSI JÚNIOR, P.; LIPINSKI, L.C.
369 Degradação da matéria seca e da proteína bruta de silagens de milho sem espigas com cana-de-
370 açúcar e bagaço de mandioca. **Acta Scientiarum (UEM)**, v. 28, p. 423-429, 2006.

- 371 TEIXEIRA, F.A.; VELOSO, C.M.; PIRES, A.V.; SILVA, F.F.; NASCIMENTO, P.V.N.;
- 372 CARVALHO, G.G.P. Degradação ruminal da silagem de capim-elefante aditivado com cana-de-
- 373 açúcar e farelo de cacau. **Ciência e Agrotecnologia**, vol.32, n.3, pp. 948-954, 2008.
- 374 UNDERWOOD, E.J., SUTTLE, N.F. The mineral nutrition of livestock. 3.ed., CAB
- 375 International, 1999. 614p.
- 376 VAN SOEST, P.J. Interactions of feeding behavior and forage composition. In:
- 377 INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 4, 1987, Brasília. **Proceedings ...** Brasília,
- 378 p.971-87, 1987
- 379 VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press,
- 380 476 p. 1994.
- 381 VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by
- 382 ruminants. Voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of**
- 383 **Animal Science**. 24, 834, 1965.
- 384 VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V. et al. Qualidade de silagens de sorgo com
- 385 aditivos. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.6, p.764-772,
- 386 2004.
- 387 VOLTOLINI, T. V.; SILVA, J.G.; SILVA, W.E.L.; NASCIMENTO, J.M.L.; QUEIROZ,
- 388 M.A.A.; OLIVEIRA, A.R. Valor nutritivo de cultivares de cana-de-açúcar sob irrigação. **Revista**
- 389 **Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, p. 894-901, 2012.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O incremento na contribuição da erva-sal na massa ensilada de cana-de-açúcar reduz perdas totais de matéria seca e aumenta sua recuperação, melhorando ainda, significativamente o perfil de ácidos orgânicos, aquilatando desta forma, a qualidade fermentativa no processo em comparação a ensilagem exclusiva de cana-de-açúcar. A adição de até 51% da matéria natural desta halófito proporciona menor produção de etanol em silagens de cana, um dos pontos primordiais buscados para viabilização e/ou aprimoramento desta tecnologia.

A qualidade nutricional das silagens avaliadas é melhorada com a inclusão da erva-sal, com aumento dos teores de matéria seca, mineral e proteína bruta, embora ocorra redução considerável na degradabilidade potencial.

Por fim, a conservação da cana-de-açúcar na forma de silagem em associação com a erva-sal, torna-se mais uma estratégia frente à escassez de forragem no semiárido nordestino, fator determinante no nível de produtividade em detrimento da estacionalidade, muito embora, haja avista a necessidade de avaliações de desempenho animal.

ANEXO

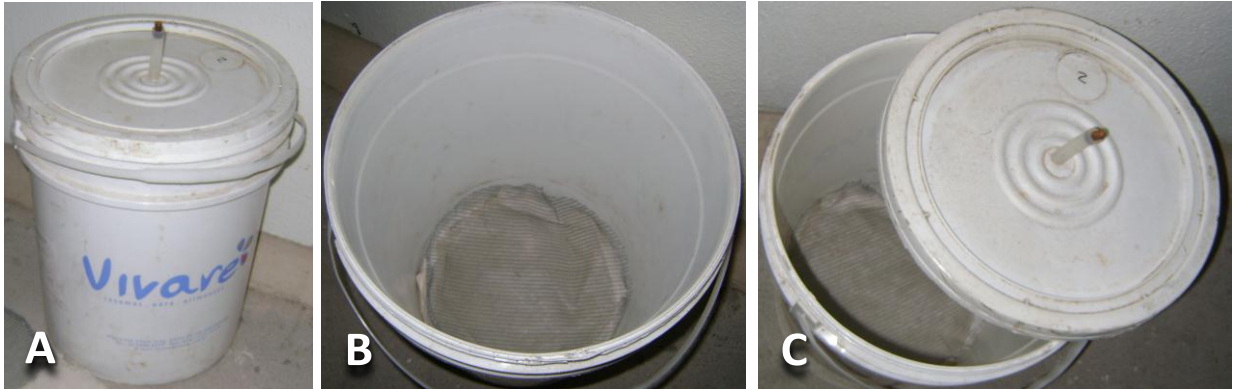


Figura 1 – (A) silo adaptado (balde de 25L); (B) Silo com fundo protegido por tela fina de plástico e uma camada de tecido de algodão; (C) Tampa do silo adaptado com válvula do tipo Bunsen (Arquivo pessoal, 2011).



Figura 2 – Cana-de-açúcar triturada em forrageira estacionaria com tamanho de partícula variando de 2 a 3 cm (Arquivo pessoal, 2011).



Figura 3 – Erva-sal triturada em forrageira estacionaria com tamanho de partícula variando de 2 a 3 cm (Arquivo pessoal, 2011).

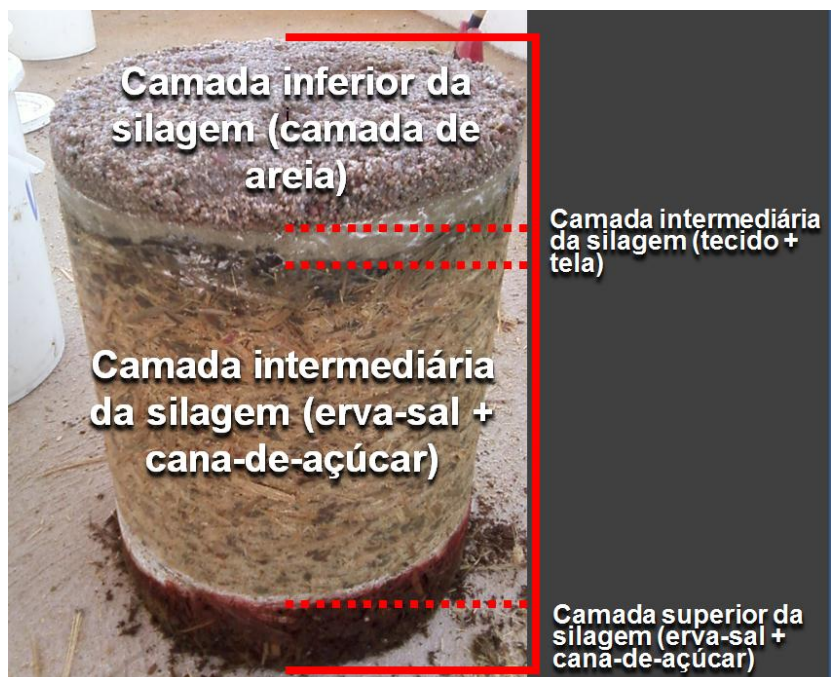


Figura 4 – Material ensilado após 90 dias (Arquivo pessoal, 2011).

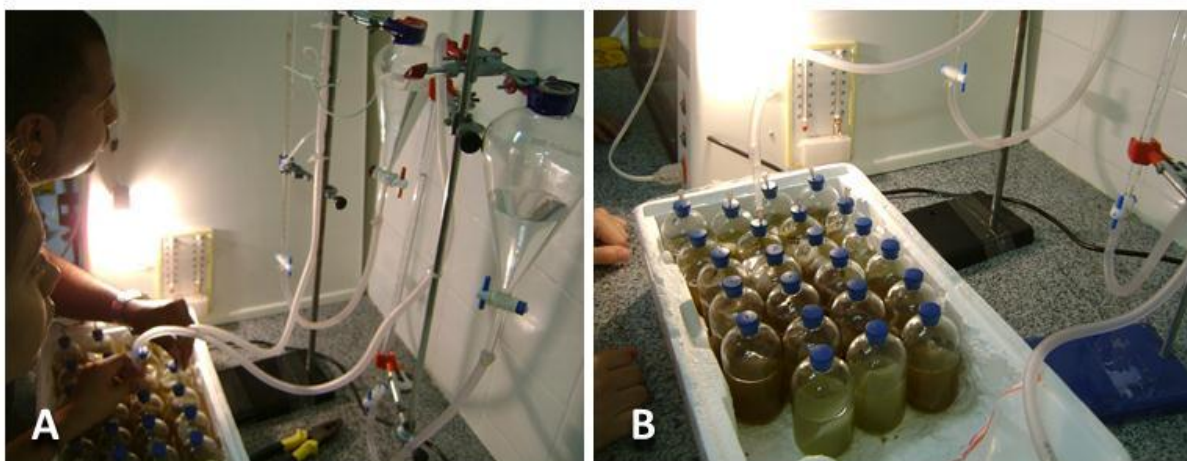


Figura 5 – (A) Aferição da produção de volume do gás 1. (B) Aferição da produção de volume do gás 2 (Arquivo pessoal, 2012).