



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA  
ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FARELO DE ALGAROBA COMO ADITIVO EM SILAGENS DE  
GRAMÍNEAS TROPICAIS**

**LUIS TUDE SABACK DE ALMEIDA**

**SALVADOR – BA  
JULHO – 2014**

**LUIS TUDE SABACK DE ALMEIDA**

**FARELO DE ALGAROBA COMO ADITIVO EM SILAGENS DE  
GRAMÍNEAS TROPICAIS**

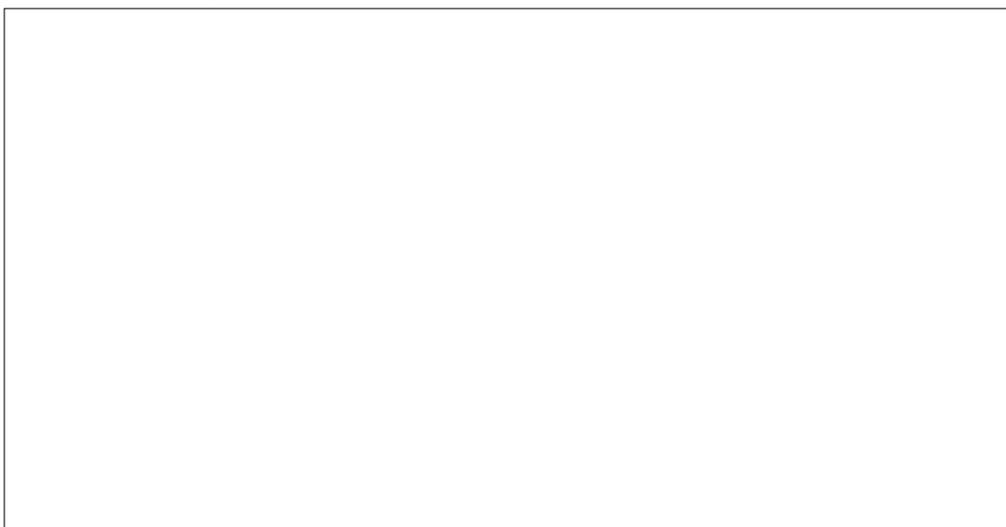
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Produção e Conservação de Plantas Forrageiras.

Orientador: Prof. D.Sc. Ossival Lolato Ribeiro  
Coorientador: Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

**SALVADOR - BA  
JULHO - 2014**

**Sistema de Bibliotecas da UFBA**



## EPÍGRAFE

*“Ama a Deus acima de tudo e ao próximo como a ti mesmo”.*

*Primeiro Mandamento das Leis Divinas.*

*Senhor,*

*Agradeço-te pelas Leis do Amor Maior que nos enviastes por meio do nosso Mestre Jesus, nas quais está incluído servir a todos indistintamente...*

*Servir com as nossas atitudes e com o nosso saber, mesmo que saibamos ainda tão pouco...*

*Servir com o saber obtido no esforço constante do estudo e da pesquisa incansável, por soluções que nos permitam levar a esperança de vida pelo labor digno e produtivo, gerando a sustentabilidade das vidas no campo ao mesmo tempo em que, despretensiosamente, geramos em nós a consciência de uma vida útil em nossa existência...*

*Nós não determinamos por modelos existentes um Sistema Produtivo para um ambiente rural, mas desenvolvemos aquele que o ambiente rural nos permite que seja escolhido. Isso porque a Natureza é uma mãe dadivosa com os que a respeitam, mas impiedosa quando desrespeitada.*

*“O homem pode tudo quanto sabe” (Francis Bacon).*

## DEDICATÓRIA

*Aos que se inquietam diante da ausência de soluções eficazes para a superação de situações que parecem crônicas devido à ignorância e ao conformismo dos que sofrem. Aos que dedicam incansavelmente suas vidas a encontrar e desenvolver meios de promover aos que vivem em condições adversas à sua existência uma vida digna, produtiva e feliz.*

*Ao sofrido povo da área rural do semiárido do Nordeste Brasileiro, incluindo pessoas que conheço desde os verdes anos de minha vida. A esse povo tão carente de tecnologias eficientes para a sustentabilidade digna e produtiva, em um ambiente onde é tão difícil a geração de riquezas. Aos meus irmãos de existência, a quem dedico a minha vida, a perscrutar incansavelmente soluções que lhes permitam alcançar uma vida melhor e feliz.*

*Ao Planeta Terra, por me acolher nesta existência de crescimento espiritual, no dedicado serviço ao próximo e à Natureza...*

**A VOCÊS DEDICO ESTE TRABALHO.**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, pela oportunidade desta vida, na qual, pelo aprendizado diário, nos propomos a vencer, inclusive vencer a cada vida.

Ao meu Anjo Guardião, amigo dedicado, a quem Deus confiou como meu conselheiro espiritual nesta existência.

A todos aqueles que, por amor e amizade, demonstrando que não se consegue algo valioso sem esforço e dedicação, me conduzem à elevação espiritual.

Aos meus queridos pais, Ismar Magalhães de Almeida e Amália Maria Tude Saback de Almeida, que, amorosamente, me ajudaram a entender este mundo em que vivemos.

Aos meus amados filhos, Daniel Pedreira de Freitas Ameida e Lucas Pedreira de Freitas Almeida, e à minha doce Carolina Pedreira de Freitas Almeida (*in memoriam*).

Aos meus bisavós, Plínio Tude de Souza (*in memoriam*) e Isabel Fernandes Tude de Souza (*in memoriam*), que não conheci, mas que, por seu imenso amor, anteviram as necessidades que se fizeram presentes em minha vida.

A Eliana Brito Correia Pedreira, pelo amor, companheirismo e pelos cuidados que carinhosamente tenho recebido.

Aos familiares e amigos que sempre me compreenderam e me apoiaram, sobretudo nos momentos mais difíceis. Aos queridos Carlos Alberto da Fonseca (*in memoriam*) e Aladia Coutinho da Fonseca, a Carlos Marinho de Souza e Ondina Nuno Marinho.

Ao grande mestre e amigo, Dr. Noel de Souza Sampaio (*in memoriam*), professor emérito da Faculdade de Zootecnia de Uberaba, Minas Gerais, um dos maiores zootecnistas brasileiros e uma das mais importantes autoridades mundiais em estudos com raças zebuínas, pela eterna amizade e pelos momentos de exclusiva dedicação pessoal no ensino particular da Zootecnia.

Ao meu orientador, Dr. Ossival Lolato Ribeiro, não somente um grande mestre, mas também um grande amigo, por sua valiosa amizade e por sua orientação compreensiva, e

ao mesmo tempo rigorosa, sempre me chamando a atenção para os melhores direcionamentos científicos.

Ao meu coorientador, Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, por sua preciosa amizade e dedicação no apoio aos meus estudos durante o curso de mestrado.

A Emellinne Ingrid de Sousa Costa e a Nivaldo Barreto de Santana Filho, por suas valiosas amizades, pelo grande apoio e pela ajuda em todas as etapas do curso de mestrado.

À FAPESB, pela Bolsa de estudos concedida, que me proporcionou a elaboração deste trabalho.

À Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, EMEVZ/UFBA, pela oportunidade de realizar o curso de mestrado.

Aos professores e funcionários da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia, por serem mais que mestres e amigos. Sempre serão parte importante dos tesouros de minha vida.

Aos colegas e amigos do Programa de Pós-graduação da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal da Bahia: Ana Alice, Camila, Dallisson, Fabio e Arinalva, que tanto me ajudaram nas análises no LANA; a Jonatan e Ângela, pela ajuda fundamental em Estatística; e a Thiago, Alexandre Perazzo, Marcos Bonina, Alexinaldo, Fleming, Iuran, Sansão, Silvaney, Beatriz, Lindomar, Ana Patrícia David, Alessandra, Cláudia, Isis, Camila e André (Pós-Doc).

Aos amigos do Grupo Silageiros, colegas da graduação da EMEVZ, Josué, Maurício, Murilo, Darlan, Romário, que tanto me ajudaram nos processos de ensilagem e nas análises no LANA; a Alan, Victor, Jandreí, Sara, Paula, Leonardo, João Batista, Alexandre, Willian, Roni e Messias (da fazenda).

## **BIOGRAFIA**

Luis Tude Saback de Almeida, filho de Ismar Magalhães de Almeida e Amália Maria Tude Saback de Almeida, nasceu em 14 de fevereiro de 1957, em Salvador, Bahia.

Em janeiro de 1977, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia – EAUFBFA, em Cruz das Almas, Bahia, finalizando o mesmo em julho de 1981.

Em janeiro de 2012, foi aprovado na seleção de mestrado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Federal da Bahia – UFBA.

Em março de 2012, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, Mestrado em Zootecnia, na Universidade Federal da Bahia – UFBA, concentrando-se no estudo de silagens de gramíneas tropicais (capins Tanzânia e Elefante) com o uso de farelo de Algaroba como aditivo, sob a orientação do Dr. Ossival Lolato Ribeiro e coorientação do Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

Em 25 de julho de 2014, submeteu-se à defesa de sua dissertação, com aprovação, para obtenção do título de mestre.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	x
<b>LISTA DE ABREVIATURAS</b> .....	xi
<b>RESUMO</b> .....	12
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	15
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b>	
2.1. O Nordeste brasileiro.....	17
2.2. Silagem de gramíneas tropicais.....	17
2.3. Uso de aditivos em silagens de gramíneas tropicais.....	19
2.4. Capim-Tanzânia.....	22
2.5. Capim-Elefante.....	23
2.6. Farelo de Algaroba.....	24
<b>3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	27
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Tanzânia</b>	
RESUMO.....	32
ABSTRACT.....	33
INTRODUÇÃO.....	34
MATERIAL E MÉTODOS.....	35
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	39
CONCLUSÕES.....	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Elefante</b>	
RESUMO.....	50
ABSTRACT.....	51
INTRODUÇÃO.....	52
MATERIAL E MÉTODOS.....	53
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
CONCLUSÕES.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	65
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	68

## LISTA DE TABELAS

### REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

<b>Tabela 1.</b>	Composição química do capim-Tanzânia.....	23
<b>Tabela 2.</b>	Composição química do capim-Elefante.....	24
<b>Tabela 3.</b>	Composição química do farelo de Algaroba.....	25

### CAPÍTULO I

#### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Tanzânia

<b>Tabela 1.</b>	Composição química do farelo de Algaroba.....	36
<b>Tabela 2.</b>	Perfil fermentativo de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	40
<b>Tabela 3.</b>	Composição química de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	42
<b>Tabela 4.</b>	Concentração de ácidos orgânicos em silagem de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	45

### CAPÍTULO II

#### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Elefante

<b>Tabela 1.</b>	Composição química do farelo de Algaroba.....	55
<b>Tabela 2.</b>	Perfil fermentativo de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	58
<b>Tabela 3.</b>	Composição química de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	60

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO I

#### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Tanzânia

<b>Figura 1.</b>	Perdas por efluentes em silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	41
<b>Figura 2.</b>	Teores de matéria seca de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	43
<b>Figura 3.</b>	Teores de proteína bruta de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	44
<b>Figura 4.</b>	Teores de carboidratos não-fibrosos de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.....	44

### CAPÍTULO II

#### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Elefante

<b>Figura 1.</b>	Perdas por efluentes em silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	59
<b>Figura 2.</b>	Teores de matéria seca de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	61
<b>Figura 3.</b>	Teores de proteína bruta de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	62
<b>Figura 4.</b>	Teores de carboidratos não-fibrosos de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.....	63

## LISTA DE ABREVIATURAS

Ca: cálcio  
CE: capim-Elefante  
CHO: carboidratos  
CT: capim-Tanzânia  
CF: carboidratos fibrosos  
CNF: carboidratos não-fibrosos  
CT: carboidratos totais  
CV: coeficiente de variação  
EE: extrato etéreo  
FA: farelo de Algaroba  
FB: fibra bruta  
FDA: fibra em detergente ácido  
FDN: fibra em detergente neutro  
FDNcp: fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína  
MM: matéria mineral  
MO: matéria orgânica  
MS: matéria seca  
N: nitrogênio  
NIDN: nitrogênio insolúvel em detergente neutro  
NIDA: nitrogênio insolúvel em detergente ácido  
N-NH<sub>3</sub>: nitrogênio amoniacal  
NNP: nitrogênio não-proteico  
P: fósforo  
PB: proteína bruta  
pH: potencial hidrogeniônico  
RMS: recuperação da matéria seca  
VA: vagem de Algaroba  
DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca  
DIVMO: digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica

## RESUMO

ALMEIDA, Luis Tude Saback de, Msc. Universidade Federal da Bahia, julho de 2014.  
**FARELO DE ALGAROBA COMO ADITIVO EM SILAGENS DE GRAMÍNEAS TROPICAIS.** Orientador: Ossival Lolato Ribeiro.

Objetivou-se com este estudo avaliar a utilização de farelo de Algaroba como aditivo na ensilagem dos capins Tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) e Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, que consistiram de quatro níveis de inclusão de farelo de Algaroba (0%, 10%, 20% e 30%), cada um com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais para o capim-Tanzânia e a mesma quantidade para o capim-Elefante. No experimento com silagem de capim-Tanzânia, os teores de lignina e as perdas por gases não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ) entre os níveis de farelo de Algaroba testados. As demais variáveis apresentaram diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ). Os valores de pH mantiveram-se abaixo dos padrões normais descritos na literatura. As perdas por efluentes, os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos fibrosos (CF), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), celulose e hemicelulose reduziram, enquanto a recuperação de matéria seca (MS) e os teores de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) e as digestibilidades in vitro da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DVMO) aumentaram com a inclusão de farelo de Algaroba nas silagens. A produção dos ácidos orgânicos láctico, acético, propiônico e butírico sofreu efeito quadrático ( $P < 0,05$ ), com valores médios adequados para o ácido láctico (3,81 na silagem com 10% de farelo de Algaroba; 3,32 na silagem com 20%; e 2,32 na silagem com 30%). As concentrações de ácido acético foram baixas, segundo os padrões adequados das silagens, e as dos ácidos butírico e propiônico indicaram a ocorrência de fermentações indesejáveis, ainda que em baixa intensidade, porém não comprometeram as silagens, que apresentaram adequada qualidade final. No experimento com silagem de capim-Elefante, os teores de lignina e celulose não diferiram ( $P > 0,05$ ) significativamente, mas as demais variáveis apresentaram diferença estatística ( $P < 0,05$ ). Os valores de pH foram inferiores aos padrões recomendáveis, enquanto as perdas por gases e efluentes e os teores de N-NH<sub>3</sub>, FDN, FDA, CF, MM, EE e hemicelulose reduziram com a inclusão de farelo de Algaroba à ensilagem. A recuperação de MS e os teores de MS, MO, PB, CNF e CT apresentaram aumento. O uso de farelo de Algaroba como aditivo nas silagens dos capins Tanzânia e Elefante melhorou o perfil fermentativo e o valor nutricional das silagens. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se o uso do farelo de Algaroba como aditivo em silagens dos capins Tanzânia e Elefante em níveis de até 30% de inclusão. O nível de 20% de inclusão do farelo de Algaroba é o mais adequado, uma vez que, nesse nível, o perfil fermentativo e o valor nutricional foram melhores que os obtidos com o nível de 10% de inclusão e pouco diferentes do observado no nível de 30% de inclusão. Além disso, o nível de 20% de

inclusão possibilita formular dietas mais variadas sem extrapolar o teor de MS recomendável para as rações.

**Palavras-chave:** conservação de forragem, ensilagem, gramíneas, *Prosopis juliflora*

## ABSTRACT

ALMEIDA, Luis Tude Saback de, Msc. Bahia Federal University, in July 2014.  
**MESQUITE BRAN AS ADDITIVE FOR TROPICAL GRASSES SILAGES.** Advisor:  
Ossival Lolato Ribeiro.

The objective of this study was to evaluate the use of bran Mesquite as an additive in ensiling of Tanzania-grass (*Panicum maximum* Jacq. Cv. Tanzania) and Elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum.). Was used a full random design with four treatments containing four inclusion levels of Mesquite bran (0%, 10%, 20% and 30%), and five repetitions per treatment, totaling 20 experimental units for the Tanzania grass and the same amount for the Elephant grass. In the experiment with Tanzania grass silage, lignin tenors and gas losses did not show statistically different ( $P > 0.05$ ) between bran Mesquite levels tested. The other variables showed statistical differences ( $P < 0.05$ ). The pH values remained below the normal range reported in the literature. The effluents losses, the ammonia nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), fiber carbohydrates (CF), mineral matter (MM), ether extract (EE), cellulose and hemicellulose tenors decreased, while the dry matter recovery (DMR) and dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-fiber carbohydrates (NFC) and total carbohydrates (TC) and in vitro dry matter digestibility (DMDIV) and organic matter (OMDIV) tenors increased with the inclusion of Mesquite bran in the silages. The production of lactic, acetic, propionic and butyric organic acids suffered a quadratic effect ( $P < 0.05$ ), with average values suitable for lactic acid (3.81 in silage with 10% Mesquite bran; 3.32 in silage with 20% and 2.32 in silage with 30%). The concentrations of acetic acid were low, according to the appropriate silage patterns, and those butyric and propionic acids indicated the occurrence of undesirable fermentations, although with low intensity, but did not affect silage, which showed adequate final quality. In the experiment with Elephant grass silage, the lignin and cellulose did not differ significantly ( $P > 0.05$ ), but the other variables differ significantly ( $P < 0.05$ ). The pH values were lower than the recommended patterns, while gas and effluents losses and the levels of NH<sub>3</sub>-N, NDF, ADF, CF, MM, EE and hemicellulose decreased with the inclusion of Mesquite bran in the silages. Recovery of MS and DM, OM, CP, NFC, and CT showed an increase. The use of Mesquite bran as an additive in the silages from Tanzania-grass and Elephant-grass, have improved fermentation characteristics and nutritional values of the silages. Based on the present results, we recommend the use of Mesquite bran as an additive in from Tanzania-grass and Elephant-grass silages at levels up to 30% inclusion. The 20% level of inclusion of bran Mesquite is the most appropriate, since at this level the fermentation characteristics and nutritional value were better than those obtained with the 10% level of inclusion and slightly different to the 30% inclusion level observed. Furthermore, the level of 20% inclusion allows to formulate various diets without extrapolating the DM content recommended in rations.

Keywords: forage conservation, grass, *Prosopis juliflora*

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

No Nordeste brasileiro, a conservação da forragem produzida na época das chuvas é condição necessária para alimentação adequada do rebanho nos períodos de estiagem (CÂNDIDO, 2012). Entre as alternativas para tornar os sistemas produtivos eficientes nessa região, a ensilagem é uma estratégia recomendada para prover alimento suplementar de boa qualidade nutricional, além de manter a umidade no produto final, a silagem, beneficiando os animais nos períodos críticos de escassez de água (ANDRADE, 2010). A obtenção de silagem passa por premissas definidas de forma zootécnica, ambiental, econômica e social, primando para que as culturas vegetais envolvidas e suas aplicações sejam eficientes na redução dos custos de produção e de impactos ambientais negativos. Além disso, a produção de silagem é uma atividade que possibilita a fixação, de forma sustentável, do homem no meio rural.

A produção de silagem tem como princípio a fermentação, objetivando reduzir as perdas de matéria seca (MS) e nutrientes, preservando os nutrientes presentes na forragem fresca (ANDRADE, 2008). Cuidados ainda devem ser tomados quanto à composição nutricional do material que compõe a massa forrageira a ser ensilada, que deve oferecer altos valores nutricionais e proporcionar fermentação adequada no processo de ensilagem. Como exemplo, devem ser observados os teores de carboidratos solúveis, que não podem ser baixos nem excessivos, evitando promover fermentações indesejáveis (SANTOS *et al.*, 2008).

Forrageiras tropicais apresentam alta produção de matéria seca, com marcantes diferenças entre as estações das águas e da seca, que repercutem em distribuição desigual da produção. É recomendável, portanto, a conservação de forragens, principalmente por meio da ensilagem, sobretudo nas regiões de fortes estiagens. Entretanto, para o processo adequado de ensilagem, essas forrageiras, por sua constituição biológica, apresentam baixo teor de matéria seca, alto poder-tampão e baixo teor de carboidratos solúveis nos estágios de crescimento vegetativo em que apresentam alto valor nutritivo, fatores que colocam em risco todo o processo de conservação por ensilagem, devido à possibilidade de surgirem fermentações indesejáveis (EVANGELISTA *et al.*, 2004).

As gramíneas forrageiras são uma excelente opção para produção de silagens e devem ser priorizadas, por serem plantas com maiores produções de matéria seca por área, por proporcionarem a integração lavoura e pastagem e por serem plantas de ciclo perene, possibilitando o uso do excedente da produção forrageira no período chuvoso e

dispensando o replantio de toda a área, o que reflete em menores custos por tonelada e por área.

Segundo Andrade (2008), gramíneas forrageiras, quando colhidas em desenvolvimento inicial, apesar de possuírem maiores teores de proteína, apresentam baixo teor de matéria seca, proporcionando fermentações indesejáveis. A quantificação de perdas e a busca por técnicas que reduzam os efeitos negativos de uma fermentação inadequada devem ser priorizadas em estudos com silagens de gramíneas tropicais.

O uso de aditivos secos permite que o processo de ensilagem destas forrageiras seja viável. A necessidade de elevação do teor da matéria seca na silagem também indica que o aditivo a ser utilizado apresente características redutoras do teor de umidade. Uma das características importantes do uso de aditivos absorventes de umidade é o controle da produção de efluente em silagens (ANDRADE, 2008).

O capim-Tanzânia e o capim-Elefante destacam-se entre as gramíneas forrageiras tropicais com potencial para ensilagem por suas características produtivas, por serem excelentes alternativas para substituição ao milho e ao sorgo, em razão de seu menor custo por tonelada de matéria seca (COAN, 2005), e por não concorrerem com essas culturas graníferas utilizadas alimentação humana.

Entre as opções de matérias-primas para ruminantes, com condições para serem utilizadas como aditivo às silagens de gramíneas forrageiras, consta o farelo da vagem da Algarobeira (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) ou farelo de Algaroba, que possui alto valor nutricional, boa capacidade de retenção de umidade, boa disponibilidade regional no Nordeste brasileiro e pode ser adquirido por baixo custo (ALMEIDA *et al.*, 2008). Esse alimento pode ser uma alternativa importante para melhorar o perfil fermentativo, reduzir as perdas por efluentes e enriquecer o valor nutricional de silagens de gramíneas tropicais.

Dessa forma, avaliou-se neste trabalho, por meio de análises laboratoriais, o potencial do farelo de Algaroba como aditivo para utilização em silagens de capim-Tanzânia e capim-Elefante sob a hipótese de que este alimento proporciona uma fermentação adequada e melhoria do valor nutritivo das silagens quando incluído nos níveis de 0%, 10%, 20% e 30% da matéria natural nas silagens das gramíneas tropicais presentes nesta pesquisa.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. O Nordeste brasileiro

De acordo com Oliveira *et al.* (2010), a Região Nordeste do Brasil caracteriza-se por uma irregularidade pluviométrica acentuada, que tem influência negativa significativa na pecuária. Segundo Almeida *et al.* (2008), a consequência disso é uma produção sazonal de forragem, com variação quali e quantitativa, promovendo o não-atendimento das exigências nutricionais dos animais nas épocas secas do ano.

### 2.2. Silagem de gramíneas tropicais

Segundo Ribeiro *et al.* (2008), a variação na oferta de forrageiras e a necessidade de se reduzir os custos na alimentação de ruminantes são os elementos que estimulam a pesquisa por novas opções de forrageiras para ensilagem.

A silagem de capim é uma alternativa às silagens de culturas tradicionais, tendo como principais vantagens a gramínea ser uma cultura perene, apresentar alta capacidade de suporte animal e contar com várias opções de manejo (IGARASI, 2002). A silagem caracteriza-se pela fermentação anaeróbia, com baixo pH, alta produção de ácido lático, entre outras características. Para que essas condições sejam alcançadas, a forrageira deve apresentar teor de matéria seca ideal e teor adequado de carboidratos solúveis, que favorecem a fermentação láctica (MCDONALD *et al.*, 1991).

É importante destacar que, na maioria das gramíneas forrageiras, o alto teor de umidade no momento ideal para o corte provoca fermentações butíricas, que prejudicam o adequado processo de ensilagem, dificultando a obtenção de silagens de boa qualidade (FERRARI JÚNIOR & LAVEZZO, 2001). Ávila *et al.* (2003) relataram que, para se obter silagem de gramíneas forrageiras perenes tropicais de boa qualidade nutricional, a colheita deve ser feita em estágio vegetativo mais precoce (dos 60 aos 70 dias de idade) para preservação do conteúdo nutricional da planta. Segundo Soares Filho (2005), uma silagem bem fermentada tem como características: pequenas perdas do valor nutritivo do material ensilado; textura firme; difícil desprendimento dos tecidos das folhas; coloração lembrando o material original; tons esverdeados, variando do amarelo esverdeado ao marrom esverdeado; odor agradável, semelhante ao do vinagre; e boa aceitação pelo animal.

No processo de ensilagem de gramíneas, é necessário considerar a importância da recomendação do aproveitamento dos colmos das plantas, devido ao seu elevado teor de matéria seca e à sua grande quantidade de carboidratos de reserva. Assim, espera-se a elevação do número de bactérias produtoras de ácido lático e quantidade reduzida de enterobactérias, fungos e leveduras, o que reflete em valor nutricional considerável (ZANINE *et al.*, 2007). Observa-se, portanto, a importância de se avaliar forrageiras com equilibrada relação folha/haste, pois as folhas apresentam maiores teores de proteína, porém elevados teores de umidade e baixos teores de carboidratos, enquanto os colmos fornecem condições de melhorar o perfil fermentativo da silagem, por suas concentrações mais altas de carboidratos e seu menor teor de umidade, apesar de possuírem teores mais baixos de proteínas.

As maiores transformações na composição química das gramíneas forrageiras são aquelas decorrentes de sua maturidade vegetativa. Com o processo de amadurecimento, a produção dos componentes celulares (carboidratos solúveis, proteína) diminui, enquanto a proporção de compostos estruturais, como a lignina, a celulose e a hemicelulose, tende a se elevar, diminuindo a digestibilidade da planta forrageira (REIS, 2011). De acordo com Evangelista *et al.* (2004), esses compostos também nos informam se a gramínea forrageira possui teor de MS acima de 20%, necessário para obtenção de uma silagem de boa qualidade. Dessa forma, na escolha da planta a ser ensilada, deve-se levar em conta todos esses fatores. Os teores de carboidratos solúveis das gramíneas são influenciados pela espécie, pelo cultivar, pelos níveis de fertilização e pelo estágio de crescimento, uma vez que plantas com maior idade fisiológica apresentam aumento na proporção de haste e, com isso, redução no teor de carboidratos solúveis.

A ensilagem se baseia na transformação de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, principalmente ácido lático, por bactérias ácido lácticas. Desse modo, ocorre diminuição do pH da massa ensilada, que ainda contém umidade, tornando o material livre da ação de microrganismos indesejáveis, promovendo uma fermentação adequada e pronto para ser utilizado como alimento aos rebanhos (MCDONALD *et al.*, 1991). A quantidade de açúcares fermentáveis disponíveis existentes na forrageira a ser ensilada é um importante fator para o processo de formação e conservação da silagem. Quando os teores de carboidratos solúveis na planta são adequados, são promovidas condições mais favoráveis para o desenvolvimento e crescimento de populações de bactérias do gênero *Lactobacillus*, que produzem ácido lático, aumentando a acidez do meio, e assim, de forma

eficiente, reduzindo e estabilizando os valores de pH rapidamente e proporcionando melhores condições de conservação do material ensilado (SANTOS *et al.*, 2008).

As forrageiras tropicais apresentam baixo teor de carboidratos solúveis, alto poder tampão e menores teores de MS (MCDONALD, 1981). Segundo McDonald *et al.* (1991), forrageiras destinadas a ensilagem devem apresentar teores relativamente altos de carboidratos fermentáveis (13-15%), entre 30 e 35% de matéria seca e baixo poder tamponante. Esses mesmos autores afirmam ainda que os teores mínimos de carboidratos solúveis devem estar na faixa de 8 a 10% para se ter boa fermentação.

Santos *et al.* (2008) observaram que níveis muito altos de carboidratos solúveis nas matérias-primas alimentares utilizadas como aditivos no processo de ensilagem, visando equilibrar a silagem de gramíneas, fornecem excesso de carboidratos que podem ser utilizados por microrganismos que se desenvolvem em meios com pH muito reduzido e elevada quantidade de açúcares residuais, como, por exemplo, as leveduras, reduzindo a qualidade da silagem.

Um critério simples e muito usado na avaliação da qualidade das silagens é o pH, que deve estar na faixa ideal, de 3,8 a 4,2, referenciada por McDonald (1981). Entretanto, Jobim *et al.* (2007) citaram que essa variável deve ser usada com critério, uma vez que, silagens com baixo teor de umidade (com forragem emurchecida) invariavelmente apresentam pH mais elevado (acima de 4,2) e que seriam consideradas silagens de baixa qualidade.

Os parâmetros mais utilizados na avaliação da qualidade do padrão de fermentação do material ensilado são o pH, o teor de nitrogênio amoniacal e as concentrações dos ácidos orgânicos láctico, acético e butírico (Souza *et al.*, 2012) e do ácido propiônico. Nussio & Solidete (2002) apresentaram uma importante recomendação de que a ensilagem de capins tropicais exige “profissionalismo”, primado por uma atuação agrônoma permanente em suas práticas tecnológicas visando à obtenção de silagem com bom valor nutritivo, desde o controle das perdas no processo fermentativo até o momento final de oferta ao animal.

### 2.3. Uso de aditivos em silagens de gramíneas tropicais

Aditivos são produtos comerciais ou disponíveis regionalmente, como os subprodutos agroindustriais ou produtos naturais encontrados em propriedades rurais, que, quando utilizados no processo de ensilagem, promovem melhoria do perfil fermentativo da massa a ser ensilada, elevam o teor de matéria seca e enriquecem o valor nutritivo do

volumoso que será ensilado (VILELA, 2006). De acordo com Igarasi (2002), as características recomendadas para os ingredientes a serem utilizados como aditivos nas silagens de gramíneas são: alta capacidade de retenção de água, alto teor de MS, boa disponibilidade de carboidratos para melhor fermentação e boa aceitabilidade animal.

Siqueira (2009) relatou que os aditivos podem ser divididos em: estimulantes da fermentação, como as enzimas e os inoculantes bacterianos; inibidores da fermentação, como ácidos orgânicos e inorgânicos; e aditivos absorventes, como fubá de milho, polpa cítrica, casca de soja, entre outros subprodutos da agroindústria.

Os materiais secos são os aditivos mais usados na ensilagem de gramíneas forrageiras, pois aumentam o teor de MS da silagem e propiciam boa preservação. As fontes de carboidratos, como farelo de trigo, polpa cítrica e resíduos regionais da agroindústria, estão entre os alimentos recomendados (SILVA *et al.*, 2007). Grande parte das pesquisas no Brasil com aditivos para produção de silagens de gramíneas forrageiras tropicais com elevado teor de umidade, especialmente o capim-Elefante e mais recentemente os cultivares de *Panicum maximum* e *Brachiaria*, baseia-se no uso de aditivos absorventes de umidade, como a casca de soja, o farelo de arroz, o farelo de trigo, entre outros (FERRARI JR. & LAVEZZO, 2001).

Os aditivos provenientes de resíduos e subprodutos agroindustriais podem variar em quantidade e qualidade, de acordo com processos de obtenção. Na Bahia, são diversas as opções, entre elas, farelo de mandioca, farelo de cacau e casca de café, que podem ser utilizadas como aditivos na ensilagem de gramíneas tropicais (ANDRADE, 2008). Estudos também estão sendo feitos na Bahia com torta de dendê proveniente da produção de biocombustível (OLIVEIRA *et al.*, 2011). Alguns autores chamam a atenção para a grande variedade de aditivos recomendados em trabalhos científicos e que podem proporcionar melhoria da qualidade das silagens (RIBEIRO *et al.*, 2012), mas ressaltam que devem ser observadas a eficácia e a viabilidade do aditivo a ser escolhido.

O aditivo, segundo McDonald (1991), deve ter as funções de reduzir o pH a valores adequados de fermentação da silagem, evitar a deterioração aeróbica, fornecer nutrientes para melhorar o valor nutritivo da silagem, reduzir as perdas de nutrientes por efluentes, devido ao seu poder absorvente, elevar o teor da matéria seca da massa forrageira ensilada, proporcionando a produção de uma silagem de boa qualidade e maior valor nutritivo, além de aumentar sua durabilidade de estabilidade físico-química no silo. Zanine *et al.* (2006), acrescentam que os aditivos proporcionam também maior redução nos valores de N-NH<sub>3</sub>.

Negrão *et al.* (2011) afirmaram que a utilização de aditivos absorventes de umidade contribuem com a melhora da composição química na massa ensilada. Um bom aditivo não deve ter somente as qualidades anteriormente citadas, mas apresentar boa disponibilidade no mercado, ser de fácil manipulação e ter preços competitivos nas regiões onde será elaborada a silagem. O uso de aditivos deve ser recomendado para silagens de gramíneas tropicais, desde que apresentem baixo custo de aquisição e que possuam boa capacidade absorção de umidade para alterar benéficamente a fermentação da silagem, reduzindo as perdas durante o processo fermentativo e favorecendo a recuperação da matéria seca armazenada. Além disso, devem possuir teores nutricionais significativos na sua composição bromatológica, proporcionando maior valor nutricional à silagem. Devem ainda melhorar a digestibilidade da silagem e promover boa aceitabilidade do material ensilado pelos animais. Evidentemente, encontrar todas essas características em um único aditivo é muito difícil, porém são essas características que devem nortear a escolha do material a ser utilizado, preconizando-se aquele que apresenta a maioria delas.

A adição de farelo de trigo melhora os padrões químicos da silagem, aumentando os teores de matéria seca e carboidratos não-fibrosos e reduz a fração fibrosa (RIBEIRO *et al.*, 2008). Assim, ocasiona aumento da digestibilidade, além de reduzir os níveis de pH e os teores de nitrogênio amoniacal. Com isso, a qualidade nutricional da forragem é aumentada com a inclusão do farelo de trigo, assim como os valores de nutrientes digestíveis totais e das frações energéticas, comprovando o elevado valor nutricional desse aditivo.

De acordo com Tosi *et al.* (1975), plantas forrageiras, por seus baixos teores de açúcares fermentescíveis, necessitam, para ser ensiladas e armazenadas convenientemente, de aditivos com alto teor de açúcares, independentemente do estágio de desenvolvimento. Com isto, cuidados quanto ao teor de carboidratos solúveis da massa a ser ensilada, devem ser tomados pelo uso de aditivos com altos teores de açúcares, acelerando a fermentação inicial e a redução do valor do pH, obtendo-se silagens como maior qualidade e reduzindo as perdas durante o processo fermentativo.

Em pesquisa com adição de níveis de jaca (*Artocarpus heterophyllus*) desidratada em silagens de capim-Elefante, Santos *et al.* (2008) demonstraram os cuidados quanto aos teores excessivos de carboidratos na massa a ser fermentada, pois, apesar dos efeitos benéficos no perfil fermentativo, como redução na perda por gases e maior recuperação de MS, podem também ocasionar maior redução no valor do pH, com elevada quantidade

de açúcares residuais, promovendo desenvolvimento de microrganismos e fermentação alcoólica. Logo, há grande necessidade de se avaliar os teores de carboidratos no material a ser ensilado (aditivo e forrageira), evitando níveis de escassez ou em excesso, para que seja obtido o processo fermentativo adequado da ensilagem.

#### 2.4. Capim-Tanzânia

De acordo com Castro (2008), a cultivar *Panicum maximum* cv. Tanzânia (acesso BRA-007218 ou ORSTOM T58) foi coletada em 1969 no Korogwe (Tanzânia/África) e lançada pela EMBRAPA somente em 1990. O capim-Tanzânia é uma gramínea de hábito vegetativo cespitoso com altura média de 1,3 m, produção de matéria verde de 133 t/ha/ano e de matéria seca de 26 t/ha/ano.

O capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) tem grande relevância entre as gramíneas forrageiras tropicais, por apresentar alta produtividade anual e elevado valor nutritivo. De acordo com Ávila *et al.* (2003), essa forrageira destaca-se entre as cultivares da espécie *Panicum maximum* por sua alta produção de massa verde por área. Além disso, segundo Jank *et al.* (2005), por possuir alta quantidade de folhas e colmos curtos, proporcionando sob pastejo, um manejo mais fácil que as outras cultivares do mercado, como o Colonião, Sempre-verde e Tobiata, o capim-Tanzânia conquistou a preferência dos pecuaristas.

Ávila *et al.* (2003) afirmaram que os sistemas de pastejo intensivos, como os sistemas de pastejo rotacionado, são os mais indicados para o capim-Tanzânia, tendo em vista sua alta produtividade forrageira e devido à sazonalidade no Brasil, que provocam perdas da forragem a campo. Visando reduzir essas perdas e o acúmulo de resíduo pós-pastejo, uma alternativa recomendável seria conservar parte e/ou o excesso da forragem produzida no período de maior crescimento da forrageira na forma de silagem.

De acordo com Lemos *et al.* (2013), em regiões limítrofes à porção central do semiárido nordestino, o capim-Tanzânia pode ser satisfatoriamente utilizado em regime de sequeiro, entretanto, na porção central, recomenda-se o cultivo condicionado ao uso de irrigação, em razão de sua baixa tolerância a períodos mais longos de estiagem.

A qualidade nutricional do capim-Tanzânia pode ser observada na Tabela 1. O capim-Tanzânia, por suas características como planta forrageira, tem motivado a realização de estudos científicos com vistas à sua aplicação no processo de ensilagem.

**Tabela 1.** Composição química do capim-Tanzânia

Itens	Em % da MS
Matéria seca	20,42
Proteína bruta <sup>1</sup>	10,03
Extrato etéreo <sup>1</sup>	1,26
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	60,20
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	37,12
Lignina <sup>1</sup>	4,88
Celulose <sup>1</sup>	32,25
Hemicelulose <sup>1</sup>	23,08
Carboidratos não-fibrosos <sup>1</sup>	19,82
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro <sup>2</sup>	29,00
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido <sup>2</sup>	4,00
Matéria mineral <sup>1</sup>	7,79

<sup>1</sup> % da matéria seca; <sup>2</sup> % do nitrogênio total; Fonte: Ribeiro *et al.* (2008).

## 2.5. Capim-Elefante

O capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é de origem africana (Zimbabwe) e foi descoberto em 1905. Introduzida no Brasil em 1920, no Rio Grande do Sul, por meio de mudas produzidas nos Estados Unidos, essa forrageira é perene, de grande porte, muito vigorosa, altamente produtiva e de grande rendimento forrageiro (POLYCARPO, 2008).

Sabe-se ainda que o capim-Elefante é uma forrageira tropical bem adaptada a diversas regiões do País, além de ser reconhecidamente uma gramínea de alta produção anual por área e apresentar elevado valor nutritivo entre as forrageiras tropicais (ANDRADE, 2008). Segundo Carvalho *et al.* (2007), o capim-Elefante tem se destacado por seu potencial para produção de silagem, sua alta produção de MS (maior que 80 toneladas MS/ha/ano) e sua composição nutricional, considerada satisfatória para nutrição animal.

Essa gramínea forrageira tropical é muito conhecida no Brasil e normalmente cultivada como capineira e, por suas características, apresenta-se como uma opção econômica mais recomendável para produção de silagem em comparação a plantas forrageiras de ciclo anual (REZENDE *et al.*, 2002).

A qualidade nutricional do capim-Elefante pode ser observada na Tabela 2.

**Tabela 2.** Composição química do capim-Elefante

Item	Em % da MS
Matéria seca	17,2
Proteína bruta <sup>1</sup>	8,7
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	71,3
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	48,2
Lignina <sup>1</sup>	5,6
Celulose <sup>1</sup>	42,0
Hemicelulose <sup>1</sup>	23,0
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido <sup>2</sup>	9,5
Carboidratos solúveis <sup>1</sup>	14,6
Digestibilidade <i>in vitro</i> da MS <sup>1</sup>	61,1

<sup>1</sup> % da MS; <sup>2</sup> % do nitrogênio total; Fonte: Carvalho *et al.* (2007).

Há mais de 20 anos, essa gramínea tem sido utilizada para ensilagem, como estratégia eficiente para aproveitamento do excedente de massa forrageira produzida no período chuvoso e utilização no período de estiagem (RODRIGUES *et al.*, 2005). Conforme descrito por Cysne (2004), essa gramínea apresenta boas características para ser utilizada em ensilagem por apresentar alta adaptabilidade, facilidade de cultivo, produtividade, bom valor nutritivo quando nova, boa aceitabilidade pelos animais e grande número de variedades botânicas.

## 2.6. Farelo de Algaroba

A Algarobeira (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) é uma espécie arbórea com altura de 6 a 15 m, xerófila, leguminosa não-oleaginosa originária da África tropical, tendo sua disseminação ocorrida por animais consumindo suas vagens desde quando os continentes africano e americano eram unidos (Silva 2001). A introdução dessa espécie no Brasil ocorreu a partir de 1942, no município de Serra Talhada, estado de Pernambuco, por meio de sementes originadas de Piura, Peru (RIBASKI *et al.*, 2009).

Essa espécie tem alta adaptação às regiões semiáridas, por ser xerófila e ter raízes superficiais sem pivotante, podendo vegetar em qualquer solo, até nos mais rasos, pedregosos e nos solos salinos (RIBASKI *et al.*, 2009). Além de vegetar em solos mais pobres, a Algarobeira apresenta grande desenvolvimento em solos profundos e ricos em nutrientes minerais, tendo maior porte e proporcionando maior produção de vagens. Tolerância regimes pluviométricos de 300 até 500 mm anuais, com melhor adaptação a climas com temperaturas superiores a 20 °C. Há relatos de que essa planta tem a capacidade de

restabelecer a fertilidade e produtividade de solos degradados, o que sugere capacidade de associação simbiótica com a bactéria do gênero *Rhizobium* (FRANCO, 1988).

A Algarobeira inicia a produção de vagens a partir do segundo ou terceiro ano pós-plantio, podendo vegetar economicamente até os 30 anos de idade. Na Região Nordeste, a produção média de frutos é de 6 t/ha/ano para árvores com 5 anos de idade, variando de 2 a 8 t/ha/ano. Dependendo da região e do manejo, os Algarobais podem apresentar aos 15 anos de idade produção média acima de 70 kg de vagens por árvore (RIBASKI *et al.*, 2009).

De acordo com Silva *et al.* (2001), quando maduras, as vagens (Algaroba) possuem elevado teor de sacarose e teores de matéria seca de aproximadamente 84,0%. Esses mesmos autores afirmam que essa produção comprova o potencial dessas vagens como aditivo em silagens de capins. Silva *et al.* (2001) reportaram ainda grande aceitabilidade da Algaroba, por possuir teores de 25 a 28% de glicose, 11 a 17% de amido, 7 a 11% de proteínas e 14 a 20% de ácidos orgânicos, pectinas e demais substâncias.

O farelo de Algaroba é classificado como concentrado energético, pois possui alto teor de sacarose, muito aceito pelos animais por seu aroma agradável (MAGALHÃES, 2007). Carvalho *et al.* (2006) pesquisaram opções de alimentos alternativos de maior valor nutritivo que possam substituir parcial ou totalmente os alimentos de alto custo financeiro, considerados padrões, como o milho e a soja.

Além de ser uma das mais ricas fontes de nutrientes para formulação de rações, o farelo de Algaroba pode ser produzido pelo produtor rural, a partir de vagens colhidas ou adquirido pronto de empresas que processam as vagens e que as comercializam.

A composição química do farelo de Algaroba pode ser visualizada na Tabela 3.

**Tabela 3.** Composição química do farelo de Algaroba

<b>Item</b>	<b>Em % da MS</b>
Matéria seca	96,16
Extrato etéreo	0,70
Fibra bruta	13,36
Cálcio	0,21
Fósforo	0,16
Matéria mineral	3,45
Proteína bruta	10,46
Fibra em detergente ácido	16,10
Fibra em detergente neutro	29,32

Fonte: RIOCON (2012).

O farelo de Algaroba é a melhor forma de se fornecer esse alimento, pois favorece o consumo mais eficiente das vagens e, principalmente, evita problema com as pontas destas vagens que podem causar perfurações na boca e no trato gastrointestinal dos animais, além de maximizar seu aproveitamento, devido à redução no tamanho de partículas e à maior exposição do alimento aos microrganismos no trato gastrointestinal.

O farelo apresenta alta disponibilidade de energia, alto teor de açúcares solúveis, excelente aceitabilidade animal, boa composição de proteínas e fibras de boa digestibilidade, além de ser excelente aglutinante de rações, podendo ser armazenado por até seis meses (RIOCON, 2012).

Considerando a grande produção de vagem da Algarobeira na Região Nordeste brasileira e o valor nutritivo da Algaroba, objetivou-se nesta pesquisa avaliar o uso desse alimento na forma de farelo na ensilagem dos capins Tanzânia e Elefante, com intuito de verificar a sua utilização como aditivo no melhoramento do processo fermentativo e na redução das perdas decorrentes da fermentação no silo, como também, no aumento do valor nutricional da silagem dessas gramíneas tropicais. Assim, objetivou-se neste trabalho pesquisar o uso do farelo de Algaroba (nos níveis de 0%;10%; 20% e 30% de inclusão, com base da matéria natural) como aditivo em silagens de capim-Tanzânia e capim-Elefante e os impactos da inclusão desse produto nos parâmetros químicos e fermentativos das silagens.

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, P.J.P.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, T.V.B.S.; PEREIRA, T.C.J.; SANTOS, A.B.; SANTOS, E.J.; OLIVEIRA, L.N.; AZEVEDO, S.T.; PEREIRA, C.A.R.; PEDREIRA, M.S. **Desempenho econômico de ovinos Santa Inês alimentados com farelo da vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora*)** João Pessoa/PB – UFPB/ABZ, 4 pg, 2008.

ANDRADE, I.V.O. **Aditivos vegetais na ensilagem de capim-Elefante**. Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia/UESB Itapetinga/BA, 57p, 2008.

ANDRADE, A.P.; COSTA, R.G.; SANTOS, E.M.; SILVA, D.S. Produção animal no semiárido: O desafio de disponibilizar forragem, em quantidade e com qualidade, na estação seca. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.4, n.4, p.01-14, 2010.

ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MORAIS, A.R.; FIGUEIREDO, H.C.P.; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos-teores de nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.

CÂNDIDO, M.J.D. **Importância da ensilagem nos sistemas de produção animal nos trópicos, Reserva de forragem para a seca** 72 pg Universidade Federal do Ceará-Fortaleza/CE p 5-7, 2012.

CARVALHO, G.G.P. **Capim-Elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG. 69 pg, 2006.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; FERNANDES, F.É.P.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-Elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007.

CASTRO, G.H.F.; **Silagens de capim-Tanzânia (*Panicum maximum* cv. Tanzânia) em diferentes idades** Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária 125 pg. 2008.

COAN, R.M.; **Avaliação da polpa cítrica peletizada como aditivo no processo de ensilagem dos capins Tanzânia e Marandu.** Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias Campus de Jaboticabal, Jaboticabal – São Paulo – Brasil, 220pg., 2005.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de Silagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu), **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, mar./abr., 2004.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1424-1431, 2001.

FRANCO, A. A.; FARIA, S. M.; MOREIRA, V. C. G.; MONTEIRO, E.M.S. **Nodulation and nitrogen fixation in Prosopis juliflora (SW) DC.** The current state of knowledge on prosopis juliflora. International conference on *prosopis* Anais Rome/FAO, p.299-306, 1988.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*panicum maximum* Jacq. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho da partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano** Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba/SP 132 pg, 2002.

JANK, L.; VALLE, C.B.; RESENDE, R.M.S.; **Novas alternativas forrageiras para pastagens tropicais** Anais do ZOOTEC-Campo Grande/MS 15 pg, 2005.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.

LEMO, N.L.S.; CAVALCANTE, A.C.R.; PEZZOPANE, J.R.M.; SANTOS, P.M.; CÂNDIDO, M.J.D. **Caracterização da região Nordeste para produção de capim-Tanzânia através do modelo PRECIS1**, VIII Congresso Brasileiro de Produção Animal. Fortaleza-CE, 3p., 2013.

MAGALHÃES, K.A. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos, determinação e estimativa do valor energético de alimentos para bovinos.** Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, 263 pg, 2007.

McDONALD, P. **The Biochemistry of Silage** Wiley-Interscience Publications Bath/England, 207 pg., 1981.

McDONALD, A.R.; HENDERSON & HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage** (2nd ed.). Kingston, Kent: Chalcombe Publications 340 pg, 1991.

NEGRÃO, F.M.; SILVA, E.A.; **Coprodutos na silagem de gramíneas tropicais,** ZOOTECNIA/ZOOTECHNY 163, FAZU em Revista, Uberaba/MG, n.8, p.163-171, 2011.

NUSSIO, L.G.; PAZIANI, S.F. **Controle de perdas na ensilagem de capins tropicais** Postado em 19/4/2002 disponível em <http://www.beefpoint.com.br> Acessado em 9/5/2014.

OLIVEIRA, J.P.F.; BARRETO, M.L.J.; LIMA JÚNIOR, D.M.; AGUIAR, E.M.; SILVA, T.O. Algarobeira (*Prosopis juliflora*): uma alternativa para alimentação de Ovinos no Nordeste Brasileiro, **Revista Verde Grupo Verde de Agricultura Alternativa (GVAA)**, Mossoró/RN, v.5, n.2, p.01-04, 2010.

OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.R.; COSTA, J.B.; LEÃO, A.G. Torta de dendê oriunda da produção do biodiesel na ensilagem de capim-Massai. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.12, n.4, p.881-892, 2011.

POLYCARPO, R. C. **Manejo do Capim Elefante no Departamento de Zootecnia da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - ESALQ-USP** Disponível em <http://www.beefpoint.com.br/radares-tecnicos/pastagens> Acessado em 25.06.2014, 2008.

REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; BARCELOS, A.F.; SIQUEIRA, G.R.; SANTOS, R.V.; MAZO, M.S. Efeito da mistura da planta de Girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1938-1943, 2002.

RIBASKI, J.; DRUMOND, M.A.; OLIVEIRA, V.R.; NASCIMENTO, C.E.S. **Algaroba (*Prosopis juliflora*): árvore de uso múltiplo para a região semiárida brasileira.** Comunicado Técnico 240 – EMBRAPA/MAPA. Colombo-PR, 8pg., 2009.

RIBEIRO, R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; FARIA, E.F.S.; GARCEZ NETO, A.F.; SILVA, T.M.; BORJA, M.S.; CARDOSO NETO, B.M. Capim-Tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p. 631-640, 2008.

RIBEIRO, O.L.; LEITE, V.M.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.M.; CAMPOS, F.S.; PERAZZO, A.F.; SANTANA FILHO, N.B.; ALMEIDA, L.T.S. **Perfil fermentativo de silagens de capim-Tanzânia contendo diferentes concentrações de farelo de Algaroba**. VII Congresso Nordestino de Produção Animal. Maceió/AL 3pg.,2012.

RIOCON-FAZENDAS REUNIDAS RIO DE CONTAS LTDA, **Farelo de Algaroba integral (Processado)** Disponível em <http://www.riocon.com.br>, acessado em 16.06.2012.

RIOCON- FAZENDAS REUNIDAS RIO DE CONTAS LTDA **Laudo de Análise do farelo de Algaroba** (AGROCERES/SP), enviado pela RIOCON. Fazendas Reunidas Rio de Contas/BA 1pg, 2012.

RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W.; PASSINI, R.; MEYER, P.M. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-Elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; DANTAS, P.A.S.; DÓREA, J.R.R.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G.; LANA, R.P.; COSTA, R.G. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-Elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 64-73, 2008

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PENTEADO, D.C.S.; PEREIRA, O.G. Inoculante ativado melhora a silagem de capim-Tanzânia (*Panicum maximum*). **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p.35-42, 2008.

SILVA, S.A.; SOUZA, A.G.; CONCEIÇÃO, M.M.; PRASAD, S.; CAVALHEIRO, J.M.O. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da Algaroba. **Revista Química Nova**, São Paulo, SP, v.24, p.460-464, 2001.

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, n.3, p.719-729, 2007.

SIQUEIRA, G.R. **Aditivos na silagem de cana-de-açúcar “in natura” ou queimada** Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal/SP 107 Pg, 2009.

SOUZA, A.S.O.; PIRES, A.J.V.; TRANCOSO, T.F.; MAGALHÃES, A.M.; MENDES, F.S.; PERAZZO, A.F.; SANTANA FILHO, N.B.; RIBEIRO, O.L. **Perfil fermentativo de capim-Tanzânia ensilado com níveis crescentes de farelo de soja**. VII Congresso Nordestino de Produção Animal. Maceió-AL, 3pg., 2012.

TOSI, H.; FARIA, V.P.; SILVEIRA, A.C.; PEREIRA, R.L. Avaliação de leguminosas forrageiras de origem tropical como plantas para ensilagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira, Série Zootecnia**, v.10, p.19-22, 1975.

VILELA, D. **Aditivos em Silagens** Publicação ISSN N° 1518-3254, EMBRAPA CNPGL-Coronel Pacheco-MG, 2 pg, 2006.

VOLPATO, G.L. **Estatística Sem Dor!!!** 1ª ed. Botucatu/SP, 64 pg., 2011.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; ALMEIDA, J.C.C.; PEREIRA, O.G. Avaliação da silagem de capim-Elefante com adição de farelo de farelo de Trigo. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.209, p.75-84, 2006.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G. Populações microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-Tanzânia antes e após a ensilagem. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, PR, v.28, n.1, p.143-150, 2007.

## CAPÍTULO I

### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Tanzânia

**RESUMO:** Objetivou-se neste trabalho avaliar a utilização de farelo de Algaroba como aditivo na ensilagem do capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia). O experimento foi avaliado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, que corresponderam aos quatro níveis de inclusão do farelo de Algaroba (0%, 10%, 20% e 30% na matéria natural), cada um com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os teores de lignina e os valores de perdas por gases não diferiram estatisticamente ( $P>0,05$ ) entre as silagens. As demais variáveis, no entanto, apresentaram diferenças estatísticas ( $P<0,05$ ). Os valores de pH mantiveram-se abaixo dos padrões normais descritos na literatura, as perdas por efluentes, os teores de nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos fibrosos (CF), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), celulose e hemicelulose reduziram com o aumento dos níveis de farelo de Algaroba adicionados na ensilagem. Houve efeitos dos níveis de farelo de Algaroba na ensilagem sobre a recuperação de matéria seca (MS) e os teores de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF), carboidratos totais (CT) e a digestibilidade *in vitro* da MS e MO, que aumentaram. Os teores dos ácidos orgânicos láctico, acético, propiônico e butírico sofreram efeito quadrático ( $P<0,05$ ), com presença de valores médios adequados para ácido láctico: 3,81 na silagem com 10% de farelo de Algaroba; 3,32 na silagem com 20%; e 2,32 na silagem com 30%. As concentrações de ácido acético foram baixas e indicam a ocorrência de fermentações indesejáveis, ainda que em baixa intensidade, o que, no entanto, não comprometeu a qualidade final silagens. O uso do farelo de Algaroba como aditivo na silagem de capim-Tanzânia promoveu melhorias no perfil fermentativo e no valor nutricional do produto final da silagem. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se a utilização do farelo de Algaroba como aditivo para ensilagem de capim-Tanzânia. A inclusão desse aditivo pode ser feita nos níveis de 10%, 20% e 30%, no entanto, a melhor indicação é para o nível de 20%, uma vez que nesse nível, os resultados de perfil fermentativo e valor nutricional foram melhores que os obtidos no nível de 10% e pouco diferentes dos obtidos com o nível de 30%. Além disso, esse percentual de inclusão possibilita formular dietas mais variadas sem extrapolar o teor da matéria seca recomendável para rações.

**Palavras-chave:** conservação de forragem, ensilagem, gramínea, *Prosopis juliflora*

## Use of Mesquite bran as additive in Tanzania-grass silages

**ABSTRACT:** The objective of this work is to evaluate the use of bran Mesquite as an additive in ensiling of Tanzania grass (*Panicum maximum* cv Tanzania). The experiment was used a full random design with four treatments corresponding to the four levels of inclusion of bran Mesquite (0%, 10%, 20% and 30% in the natural matter), each with five replicates, totaling 20 experimental units. The lignin tenors and gases losses values did not show statistically differences ( $P > 0.05$ ) among silages. The other variables, however, showed statistical differences ( $P < 0.05$ ). The pH values, for example, remained below the patterns reported in the literature, the effluent losses, the concentration of ammonia nitrogen (NH<sub>3</sub>-N), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), fibrous carbohydrates (CF), mineral matter (MM), ether extract (EE), cellulose and hemicellulose decreased with increasing levels of added bran Algaroba silage. Was no effect of meal levels Algaroba silage on the recovery of dry matter (DM) and DM, organic matter (OM), crude protein (CP), non-fiber carbohydrates (NFC), total carbohydrates (TC) and in vitro digestibility of DM and OM, which increased. The levels of lactic and butyric organic acids, acetic, propionic showed a quadratic effect ( $P < 0.05$ ), with the presence of adequate mean values for lactic acid: 3.81 in silage with 10% bran Mesquite; In that 3.32 to 20%; and 2.32 in silage with 30%. The concentrations of acetic acid were low, indicating the occurrence of undesirable fermentation, but at low intensity, which, however, did not affect the final quality silages The use of bran as mesquite silage additive made improvements in Tanzania fermentation profile and nutritional value of the final product of silage. Based in the obtained results in this work, the use of the Mesquite bran is recommended as additive for Tanzania-grass ensilage. The inclusion of that addictive one can be made in the 10%, 20% and 30% levels, however, the best indication is for the 20% level, once in that level, the results of fermentative profile and nutritional value they were better than obtained them in the 10% level and little different from the obtained with the 30% level. Besides, that percentile of inclusion makes possible to formulate more varied diets without extrapolating the tenor of the dry matter advisable for rations.

Keywords: forage conservation, grass, *Prosopis juliflora*

## INTRODUÇÃO

O volumoso é uma fração importante da dieta de ruminantes e que influencia no desempenho dos animais. Entretanto, a produção de ruminantes em regiões do Nordeste brasileiro, principalmente a região semiárida, sofre efeitos do clima, uma vez que essas regiões são caracterizadas pela irregularidade de chuvas, que reduz o aporte de forragem, tanto em quantidade como em qualidade, no período das secas. Entre as alternativas para viabilizar sistemas produtivos para o Nordeste brasileiro, a ensilagem é uma estratégia eficiente para prover alimento suplementar de boa qualidade nutricional.

O capim-Tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia) destaca-se entre as cultivares da espécie *Panicum maximum* por sua alta produção de massa verde por área (ÁVILA *et al.*, 2003). De acordo com Jank (1994), é possível obter produção de matéria seca de 33 t/ha e, segundo Zanine *et al.* (2007), a produção de MS dessa gramínea indica a sua grande capacidade produtiva.

Ribeiro *et al.* (2008) trabalhando com capim-Tanzânia, obtiveram os seguintes resultados na composição química desta gramínea: 20,42% de MS; 10,03% de PB; 1,26% de EE; 60,20% de FDN; 37,12% de FDA; 4,88% de lignina; 32,25% de celulose; 23,08% de hemicelulose; 19,82% de CNF; 7,79% de MM na matéria seca; 29,00% de NIDN; e 4,00% de NIDA do nitrogênio total.

Conforme reportado por Santos *et al.* (2008), gramíneas forrageiras tropicais apresentam baixos teores de carboidratos solúveis, ocasionando fermentações indesejáveis, que tendem a comprometer a qualidade da silagem e, assim, acarretar perdas de nutrientes no material ensilado. De acordo com esses autores, tem-se utilizado diversos produtos como aditivos, com diferentes propósitos, na ensilagem de capins tropicais. A utilização de aditivos para elevar a porcentagem de MS na massa ensilada propicia a fermentação adequada e, como resultado, tem-se um produto final de boa qualidade nutricional.

Zanine *et al.* (2006) também afirmaram que os aditivos têm o potencial de promover melhorias no processo fermentativo da ensilagem de gramíneas forrageiras tropicais, reduzindo as perdas por gases e efluentes, evitando fermentações indesejáveis, e proporcionando maior redução nos valores de pH e N-NH<sub>3</sub>.

De acordo com Ribeiro *et al.* (2012), existe atualmente grande variedade de aditivos recomendados em pesquisas com o propósito de melhorar a qualidade de silagens, todavia, é necessário comprovar sua eficácia e sua viabilidade econômica em cada região.

Segundo Stein *et al.* (2005), a Algarobeira concentra seu valor nutritivo nas vagens (frutos), que são uma rica fonte de carboidratos com valores de energia bruta comparáveis aos do milho. Considerando a grande produção de vagem de Algarobeira na Região Nordeste brasileira e o seu valor nutritivo significativo, objetivou-se neste trabalho pesquisar o uso da Algaroba em forma de farelo como aditivo na ensilagem de capim-Tanzânia e verificar os efeitos desse aditivo no valor nutritivo e na qualidade da silagem.

O farelo da vagem de Algarobeira é um potencial aditivo para ensilagem de gramíneas, pois apresenta boas características nutricionais, alto teor de matéria seca, alta capacidade absorvente de umidade, boa disponibilidade regional, devido à grande produção desse fruto no nordeste brasileiro, e pode ser adquirido a baixo custo. Assim, constatando-se a sua eficiência como aditivo, o farelo de Algaroba poderá representar uma alternativa importante para a produção de silagens de boa qualidade nutricional a baixo custo de produção.

Avaliou-se neste estudo o uso de farelo de Algaroba nos níveis de 0%, 10%, 20% e 30%, com base na matéria natural, como aditivo na ensilagem de capim-Tanzânia e seus efeitos nos parâmetros fermentativos e na composição química da silagem.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia – UFBA (12° 25" 58' Sul, 38° 58" 01' Oeste), situada no km 174 da rodovia BR 101, distante 108 km da cidade de Salvador, Bahia, na sub-região do Agreste baiano, município de São Gonçalo dos Campos, BA, Distrito de Mercês, sendo feitas as análises químicas, no Laboratório de Nutrição Animal - LANA, também pertencente à EMVZ/UFBA, em Salvador, Bahia. O clima da região é caracterizado por médias anuais de 26 °C de temperatura, 85% de umidade relativa e 1.200 mm de precipitação anual.

O farelo integral de Algaroba foi adquirido no comércio de Feira de Santana, BA, armazenado em sacos de 30 kg e comercializado pela Empresa RIOCON (Fazendas Reunidas Rio de Contas Ltda., Município de Manoel Vitorino, BA).

O experimento foi realizado no período de julho a dezembro de 2012. Para a produção da silagem, o capim-Tanzânia foi cortado a 20 cm do solo para uniformização, vedado por 45 dias e cortado após 60 dias de rebrote, quando atingiu altura média de 90 cm, deixando a forrageira restante com 10 cm de altura acima do solo. Antes do processo

de ensilagem, foram colhidas amostras de 500 g do capim para análises da composição química, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

Os resultados da análise do farelo de Algaroba utilizado no experimento podem ser visualizados na Tabela 1.

**Tabela 1.** Composição química do farelo de Algaroba

<b>Item</b>	<b>Teores, em % da MS</b>
Matéria seca	96,16
Extrato etéreo	0,70
Fibra bruta	13,36
Cálcio	0,21
Fósforo	0,16
Matéria mineral	3,45
Proteína bruta	10,46
Fibra em detergente ácido	16,10
Fibra em detergente neutro	29,32

Fonte: RIOCON (2012).

O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, cada um com cinco repetições. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de inclusão de farelo de Algaroba (0%, 10%, 20% e 30%, com base na matéria natural), totalizando 20 unidades experimentais (silos).

Foram confeccionados 20 silos experimentais utilizando-se tubos de PVC de 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento e contendo no fundo 1,5 kg de areia desidratada em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. A areia foi separada da forragem por uma tela plástica, de maneira que fosse possível quantificar a produção de efluentes retida.

Para o processo de ensilagem, o capim-Tanzânia foi picado em desintegrador estacionário de forrageiras regulado para cortar a forragem em partículas de 3 a 5 cm. Sobre a lona plástica, o aditivo (farelo de Algaroba) foi pesado e misturado ao capim-Tanzânia. Em seguida, o material foi homogeneizado e posteriormente compactado nos silos com a utilização de soquetes de concreto. Os silos foram fechados, vedados com fita plástica adesiva e mantidos em galpão coberto por 30 dias. O peso da massa ensilada utilizado foi de 2,2 kg/silo experimental (unidade experimental), equivalente a uma densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

Ao final do período de ensilagem, de 30 dias, os silos foram abertos, aerados por 30 minutos, para permitir a volatilização de gases, e pesados com e sem a tampa, para aferição da perda por gases. No momento de abertura dos silos, foi mensurado o pH das silagens

utilizando-se potenciômetro digital segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Procedeu-se, então, à avaliação das perdas em forma de gases e efluentes e à determinação da recuperação de matéria seca, por meio da diferença de peso. Para o cálculo da perda por gases, utilizou-se a equação:

$$PG (\%MN) = (PCf - PCa), \text{ em que:}$$

PG (%MN) = perdas por gases, em porcentagem da MN;

PCf = peso do cano cheio no fechamento (kg);

PCa = peso do cano cheio na abertura (kg).

No cálculo das perdas por efluentes, a seguinte equação foi utilizada:

$$PE (\%MN) = (PVa - PVf), \text{ em que:}$$

PE (%MN) = perda por efluentes em porcentagem da MN;

PVa = peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg);

PVf = peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg).

No cálculo da recuperação de matéria seca, utilizou-se a equação:

$$RMS(\%MN) = (MFf \times MSf) / (MFi \times MSi) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS (%MN) = taxa de recuperação de matéria seca, em % da matéria natural;

MFi = massa de forragem no fechamento (kg);

MSi = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFf = massa de forragem na abertura (kg);

MSf = teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

Depois dessa etapa, iniciou-se o processo de amostragem com a coleta de amostras referentes a cada unidade experimental, as quais foram colocadas em sacos plásticos e, em seguida, armazenadas em congelador para posteriores análises laboratoriais.

Parte da amostra coletada na abertura dos silos foi destinada à determinação do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e dos ácidos orgânicos. Para determinação de N-NH<sub>3</sub> das amostras, seguiu-se a metodologia de Bolsen (1992), ou seja, em 25 g de amostra, foram adicionados 200 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em

refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel-filtro, para posterior determinação do N total da amostra, por meio de sistema Microkjeldahl.

Para análise de ácidos orgânicos, 10 g de amostra de silagem foram diluídos em 90 mL de água destilada e homogeneizados em liquidificador. Logo após, 10 mL da solução foram acidificados com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50% e filtrados em papel-filtro tipo Whatman. Coletaram-se 2 mL do filtrado, aos quais foram adicionados 1 mL de ácido metafosfórico 20% e 0,2 mL de ácido fênico 0,1%. As amostras foram centrifugadas e posteriormente encaminhadas para análises dos ácidos graxos voláteis (ácido láctico, ácido acético, ácido butírico e ácido propiônico) por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC).

A outra parte da amostra coletada na abertura dos silos foi destinada à determinação do teor de matéria seca. Para isso, realizou-se a pré-secagem do material em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas e, em seguida, procedeu-se à moagem em moinho de facas tipo Willey utilizando-se peneira de 1,0 mm. Depois da moagem, as amostras foram novamente armazenadas em potes de tampa com rosca, identificadas e acondicionadas em local fresco até o momento das análises.

As análises foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da EMVZ/UFBA para determinação da composição química das silagens. Foram determinados os teores: de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), segundo Van Soest (1994); de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), celulose (CEL), lignina (LIG) e hemicelulose (HEM), de acordo com os procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002); e a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e da matéria orgânica (DIVMO), segundo Tilley & Terry (1963). Os carboidratos totais (CT) e os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pela equação de Sniffen *et al.* (1992) e do NRC (2001), respectivamente, conforme descrito abaixo:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM);$$

$$CNF = CT - CF$$

Os resultados do efeito da adição dos níveis de farelo de Algaroba como aditivo em silagem de capim-Tanzânia foram analisados e interpretados estatisticamente, por meio de análise de variância. As variáveis foram testadas para os efeitos lineares e quadráticos

utilizando-se o comando PROC REG do programa estatístico SAS<sup>®</sup>. A significância foi declarada quando  $P < 0,05$ .

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de farelo de Algaroba utilizados na ensilagem tiveram efeito quadrático negativo ( $P < 0,05$ ) sobre os valores de pH, como consta na Tabela 2. Apesar de essa variável não ser um indicador muito preciso para determinar a qualidade da silagem (JOBIM *et al.*, 2007), os valores encontrados neste trabalho estão abaixo dos índices recomendados por McDonald (1981) para uma fermentação adequada, que devem estar entre 3,8 e 4,2. Os valores de pH encontrados neste trabalho, apesar de apresentaram-se abaixo de 3,8, indicando a ocorrência de fermentação alcoólica, ainda que em pequena intensidade, não comprometeram a qualidade das silagens em nenhum dos níveis testados. Esse tipo de fermentação foi descrita por Santos *et al.* (2008), em pesquisa a adição de Jaca (*Artocarpus heterophyllus*) desidratada em silagem de capim-Elefante. Esses autores recomendaram cuidados quanto a teores excessivos de carboidratos não-fibrosos nos aditivos.

Houve efeito quadrático negativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba sobre os valores de nitrogênio amoniacal e isso indica que o uso desse aditivo promoveu fermentação dentro dos padrões adequados. A presença de amônia na silagem é fator constantemente medido para se avaliar sua qualidade, indicando valor de 8% do N-Total como nível criterioso para silagens bem fermentadas (EVANGELISTA *et al.*, 2004).

À medida que se elevou o nível de aditivo na ensilagem, verificou-se ainda efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) nas perdas por efluentes, cujo menor valor foi encontrado no nível de 30% do aditivo, evidenciando efeito benéfico do aditivo no processo fermentativo.

A produção de efluentes resultante da ensilagem de forrageiras com alto teor de umidade pode ser reduzida, ou até mesmo quase eliminada, na massa forrageira ensilada, com o uso de aditivo que contenha alto teor de matéria seca e que tenha função absorvente de umidade. O farelo de Algaroba promoveu diminuição de umidade do material ensilado e, conseqüentemente, reduziu as perdas por efluentes, como demonstrado na Tabela 2. Como observado na Figura 1, as perdas por efluentes das silagens comprovaram o poder absorvente do farelo de Algaroba na forrageira ensilada.

**Tabela 2.** Perfil fermentativo de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba

Variáveis	Níveis de farelo de Algaroba (%MN)				Equação	R <sup>2</sup>	CV
	0	10	20	30			
pH	4,9	3,1	3,1	3,2	$\hat{Y} = 6,192 - 2,209X + 0,372X^2$	0,91	1,04
*N-NH <sub>3</sub>	17,17	0,66	0,59	0,56	$\hat{Y} = 32,672 - 22,036X + 3,546X^2$	0,92	2,59
<b>Perdas</b>							
**Gases	4,38	4,38	4,77	5,00	$\hat{Y} = 4,631$	-	6,12
**Efluentes	9,91	11,98	4,00	0,98	$\hat{Y} = 15,862 - 3,562X$	0,86	17,48
**RMS	72,51	82,91	91,14	92,26	$\hat{Y} = 68,212 + 6,447X$	0,85	3,65

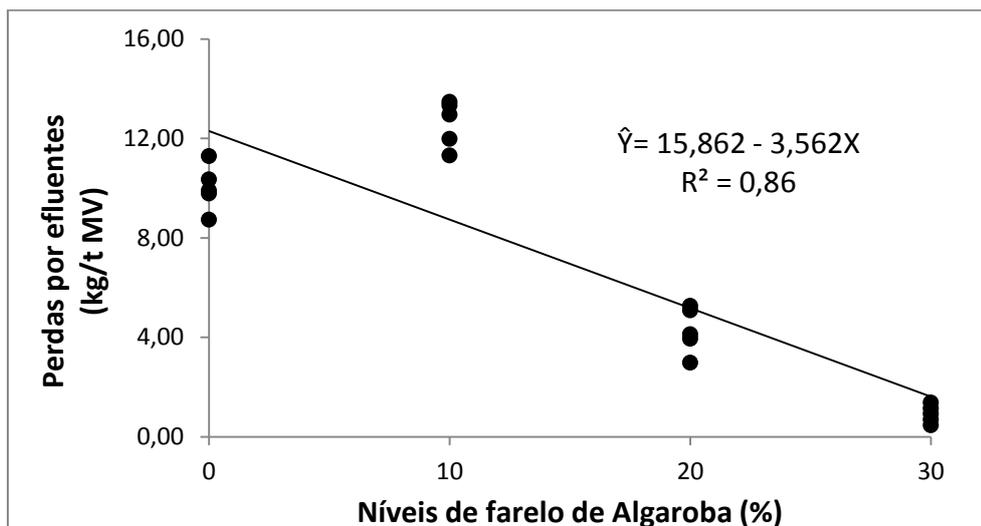
CV: coeficiente de variação. \* % do N total. \*\* kg/tonelada.

As perdas por gases não apresentaram diferenças estatísticas ( $p > 0,05$ ). Segundo (MCDONALD *et al.*, 1991), menores perdas de gases são ocasionadas por bactérias homofermentativas (*Lactobacillus sp*), enquanto maiores perdas ocorrem por ação das bactérias heterofermentativas (leveduras, enterobactérias), resultando em produção de álcool e consequente produção de gases, de modo que as maiores perdas de gases estão associadas à fermentação butírica (*Clostridium sp*).

A recuperação da MS apresentou efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), demonstrando que, ao serem aumentadas as frações do aditivo, a recuperação da matéria seca tende a aumentar. Neste estudo, os teores de matéria seca (Tabela 3) aumentaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ). Devido às suas características físicas, o aditivo, utilizado na forma de farelo, apresentou alto potencial de absorção de umidade, proporcionando a elevação dos teores de MS da silagem à medida que se aumentou o nível de inclusão na ensilagem. Segundo McDonald (1981) e Van Soest (1994), o teor de MS ideal para ensilagem seria entre 30 e 35%, como forma de se evitarem as perdas pela formação de efluentes e os processos biológicos que produzem gases, água e calor, visando adequada fermentação láctica para manutenção do valor nutritivo da silagem. Os resultados demonstrados na Figura 2 evidenciam o aumento da matéria seca na silagem à medida que os níveis de farelo de Algaroba aumentaram.

Os teores de matéria mineral apresentaram-se de forma linear decrescente ( $P < 0,05$ ), diminuindo com o aumento dos níveis do aditivo, o que pode ser explicado pelo fato de o farelo de Algaroba ter menor teor de minerais que a silagem controle, sem esse aditivo. Podemos observar na Tabela 1 a composição química do farelo de Algaroba, e na Tabela 3,

onde os teores de matéria mineral foram reduzidos no material ensilado à medida que se aumentou a inclusão dos níveis do aditivo farelo de Algaroba. Esse resultado corrobora o de Edvan *et al.* (2013), que, em pesquisa com vagem da Algarobeira em silagem de Gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.), afirmaram que os teores de matéria mineral dos tratamentos reduziram com a inclusão desta vagem, fato que está relacionado ao baixo teor de matéria mineral na vagem da Algarobeira.



**Figura 1.** Perdas por efluentes em silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.

Verificou-se efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba nos teores de matéria orgânica, que aumentaram conforme foram aumentados os níveis desse aditivo nas silagens, fato que está relacionado à diminuição dos teores de matéria mineral.

Os teores do extrato etéreo reduziram de forma linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão do farelo de Algaroba na ensilagem. O farelo de Algaroba possui altos teores de açúcares solúveis e baixos teores de EE (Tabela 1), o que promoveu decréscimo nos teores desse nutriente na massa ensilada. Palmquist & Jenkins (1980) recomendam que a concentração de extrato etéreo na matéria seca da dieta de ruminantes não seja superior a 7%.

O teor de proteína bruta do farelo de Algaroba promoveu aumento do teor de PB das silagens, cujos valores indicaram efeito quadrático positivo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de inclusão do farelo de Algaroba utilizados.

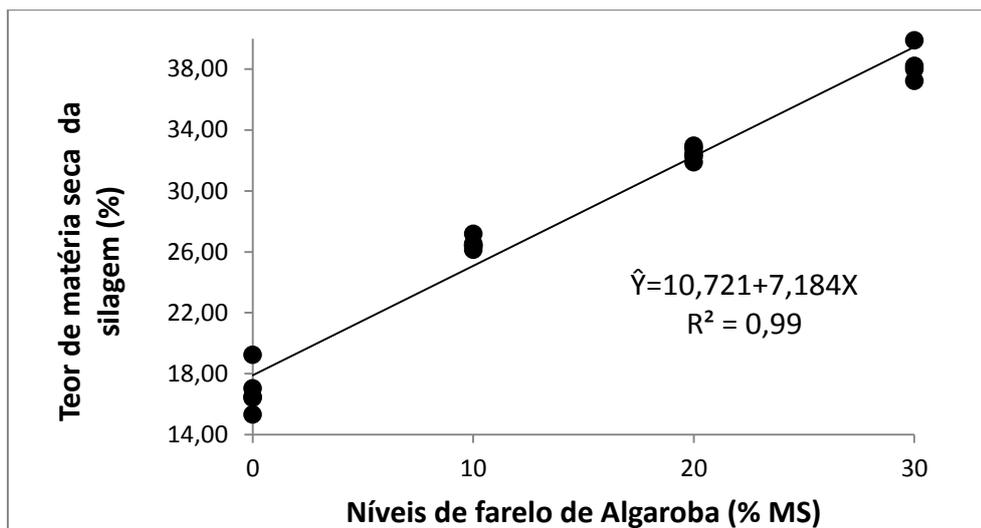
**Tabela 3.** Composição química de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba

Variáveis	Níveis de farelo de Algaroba (%MS)				Equação	R <sup>2</sup>	CV
	0	10	20	30			
Matéria seca	17,03	26,37	32,35	39,26	$\hat{Y} = 10,721 + 7,184X$	0,99	3,45
Matéria mineral	13,28	8,68	8,01	6,77	$\hat{Y} = 13,625 - 1,854X$	0,87	0,10
Matéria orgânica	86,72	91,32	91,99	93,23	$\hat{Y} = 86,375 + 1,854X$	0,87	6,70
Proteína bruta	5,07	13,73	12,07	11,39	$\hat{Y} = -3,204 + 11,217X - 1,893X^2$	0,79	6,70
Extrato etéreo	1,70	1,78	1,42	1,22	$\hat{Y} = 2,112 - 0,195X$	0,89	10,66
FDN	75,27	54,92	46,98	44,10	$\hat{Y} = 77,694 - 9,232X$	0,84	2,00
FDA	50,42	34,43	31,58	28,78	$\hat{Y} = 51,082 - 6,045X$	0,82	3,45
Lignina	7,40	6,10	7,10	8,24	$\hat{Y} = 7,215$	-	8,21
Celulose	40,92	28,11	23,96	21,33	$\hat{Y} = 44,112 - 6,286X$	0,83	1,06
Hemicelulose	25,87	19,37	16,33	14,94	$\hat{Y} = 26,027 - 3,011X$	0,88	5,30
CF	66,79	47,48	40,29	36,50	$\hat{Y} = 70,651 - 9,431X$	0,84	2,24
CNF	5,84	21,72	29,53	35,30	$\hat{Y} = 1,030 + 9,168X$	0,93	4,21
CT	72,63	69,20	69,82	71,80	$\hat{Y} = 75,682 - 5,108X + 1,055X^2$	0,95	1,26
DIVMS	50,02	54,94	64,39	70,22	$\hat{Y} = 42,898 + 6,964X$	0,98	2,95
DIVMO	48,44	56,45	66,94	72,62	$\hat{Y} = 40,920 + 8,292X$	0,99	2,74

CV – coeficiente de variação; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CF – carboidratos fibrosos; CNF – carboidratos não-fibrosos; CT – carboidratos totais; DIVMS – digestibilidade *in vitro* da matéria seca; DIVMO – digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

Efeito linear decrescente foi observado nos teores do FDN ( $P < 0,05$ ), que reduziram à medida que se elevaram os níveis de farelo de Algaroba nas silagens. Como apresentado na Tabela 1, o farelo de Algaroba possui baixo teor de FDN, o que promoveu a redução do teor de FDN no material ensilado, melhorando sua digestibilidade. O teor de FDN é indicativo da quantidade total de fibra do volumoso e está diretamente relacionado ao consumo pelos animais (ROSA *et al.*, 2004).

Da mesma forma que ocorreu com os teores de FDN, os teores do FDA também sofreram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ), com redução significativa à medida que se elevaram os níveis do aditivo. De acordo Rosa *et al.* (2004), os teores de FDA indicam alta ou baixa digestibilidade da silagem por apresentarem as concentrações de lignina, fração não-digestível, e celulose em menores ou maiores concentrações, respectivamente. Com base nessa afirmativa, pode-se concluir que o farelo de Algaroba utilizado como aditivo em silagens de gramíneas tropicais melhora a digestibilidade do volumoso, uma vez que reduz o teor de FDA das silagens neste trabalho.



**Figura 2.** Teores de matéria seca de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.

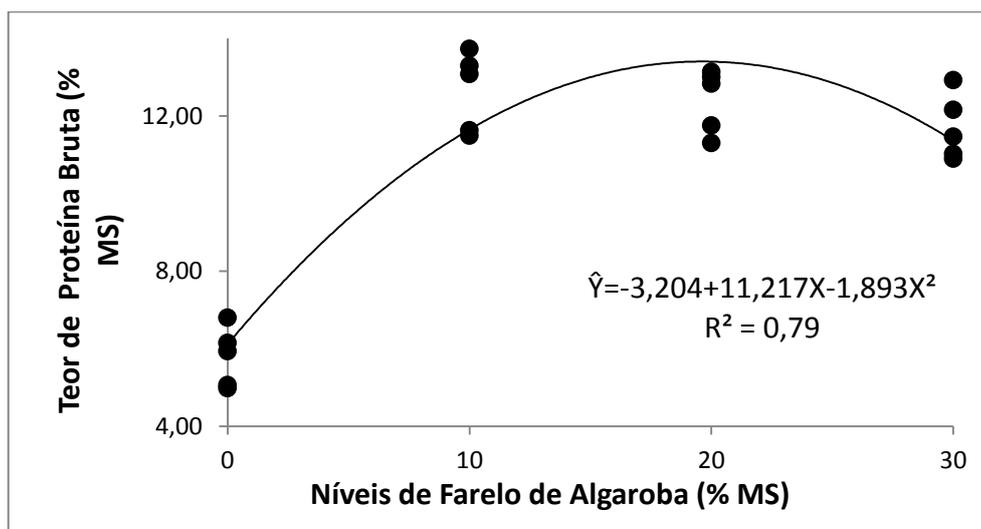
Os resultados obtidos para os teores de lignina não apresentaram diferenças estatísticas, mesmo nos maiores níveis de farelo de Algaroba, e, na análise de regressão, não indicaram significância estatística ( $P > 0,05$ ) dos efeitos dos níveis de adição de farelo de Algaroba sobre os teores de lignina das silagens. Esse resultado pode ser explicado pelos teores de lignina do capim e do farelo de Algaroba, que foram semelhantes.

Os teores de celulose e hemicelulose apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). O aditivo, por possuir menores concentrações desses elementos, promoveu redução dessas frações nas silagens (Tabela 3).

Os teores de carboidratos fibrosos tiveram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ), resultado que já era esperado, tendo em vista a influência nos teores de FDN e FDA, já que os carboidratos fibrosos estão diretamente relacionados ao conteúdo de FDN.

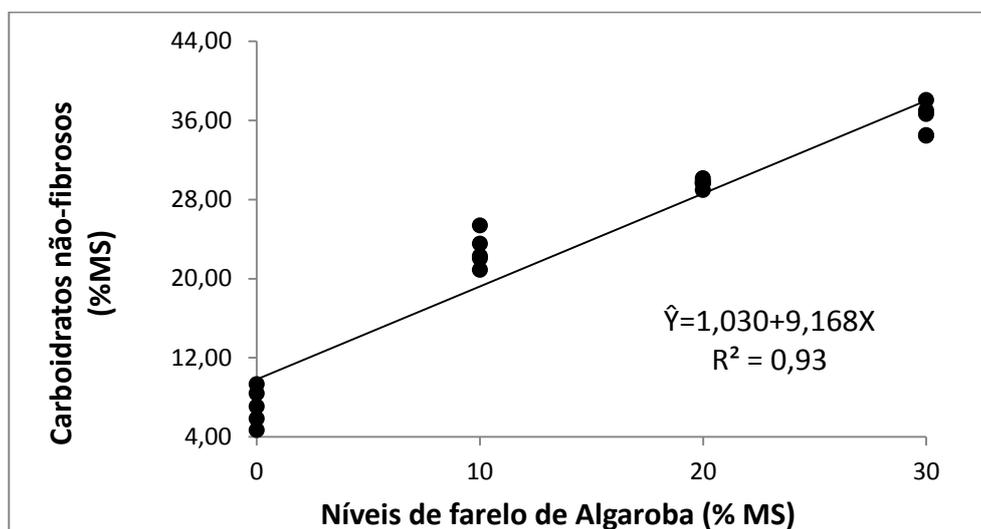
Foi observado efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), nos teores de carboidratos não fibrosos. Na Figura 4, os resultados evidenciam aumento dos carboidratos não-fibrosos à medida que os níveis de farelo de Algaroba aumentaram.

Sabe-se que as vagens da Algarobeira, quando maduras, apresentam teores de matéria seca próximos a 84,0% e elevado teor de sacarose (SILVA *et al.*, 2001), o que comprova grande potencial desse alimento para utilização como aditivo em silagens de capim (VAN CLEEF *et al.*, 2009). Confirmando essas afirmações, constatou-se que o alto teor de carboidratos não-fibrosos existente no farelo de Algaroba (Tabela 1) promoveu aumento progressivo do conteúdo de carboidratos não-fibrosos nas silagens, com o aumento dos níveis de inclusão do aditivo.



**Figura 3.** Teores de proteína bruta de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.

A inclusão dos níveis de farelo de Algaroba nas ensilagens, apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) nos teores de carboidratos totais da silagem, fato presumível, uma vez que os carboidratos totais incluem os carboidratos fibrosos, cujos valores sofreram redução, enquanto os carboidratos não-fibrosos aumentaram com a inclusão do farelo de Algaroba na ensilagem.



**Figura 4.** Teores de carboidratos não-fibrosos de silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba.

Os valores da digestibilidade de MS e MO (Tabela 3) aumentaram de forma linear crescente ( $P < 0,05$ ), evidenciando que, à medida que se elevaram os níveis de farelo de

Algaroba, os valores de digestibilidade da silagem também se elevaram, com aumento de 20,2 pontos percentuais da DIVMS (70,2%) e 24,2 pontos percentuais da DIVMO (72,2%) em relação à silagem controle, sem farelo de Algaroba, demonstrando expressiva digestibilidade da silagem de capim-Tanzânia contendo 30% de farelo de Algaroba em relação à silagem controle, sem aditivo.

As concentrações dos ácidos orgânicos láctico, acético, propiônico e butírico apresentaram efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de farelo de Algaroba nas silagens. Verificou-se a presença de valores adequados para ácido láctico. As Concentrações baixas de ácido acético demonstram uma fermentação pouco intensa de enterobactérias, que são produtoras deste ácido. Apesar da presença das concentrações de ácidos butírico e propiônico presentes nas silagens indicando que ocorreram fermentações indesejáveis, ainda que em baixa intensidade, as silagens contendo farelo de Algaroba apresentaram qualidade final satisfatória.

Segundo Soares Filho (2005), uma boa silagem não apresenta mofos, contém pouco ou nenhum ácido butírico, alto teor de ácido láctico (7%) e baixo teor de ácido acético (3%).

**Tabela 4.** Concentração de ácidos orgânicos em silagens de capim-Tanzânia contendo farelo de Algaroba

Variáveis	Níveis de aditivo (% MN)				Equação	R <sup>2</sup>	CV
	0	10	20	30			
Ácido acético	0,97	2,74	2,38	1,67	$\hat{Y} = -1,603 + 3,282X - 0,621X^2$	0,88	3,50
Ácido butírico	0,68	1,98	1,73	1,21	$\hat{Y} = -1,201 + 2,403X - 0,454X^2$	0,88	3,55
Ácido láctico	1,33	3,81	3,32	2,32	$\hat{Y} = -2,276 + 4,599X - 0,870X^2$	0,89	3,53
Ácido propiônico	0,91	2,63	2,29	1,60	$\hat{Y} = -1,576 + 3,177X - 0,601X^2$	0,89	3,53

CV - coeficiente de variação.

A inclusão de farelo de Algaroba nos níveis de 10%, 20% e 30% da matéria natural nas silagens de capim-Tanzânia, proporcionou diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) no perfil fermentativo, com menor perda de efluentes, menor produção de nitrogênio amoniacal e maior recuperação da MS. Na composição química das silagens, houve diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) com aumentos nos teores de MS, MO, PB e CNF e na digestibilidade *in vitro* da MS e MO e diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) com redução nos teores de MM, EE, FDN, FDA, CF, CT, celulose e hemicelulose que os observados na silagem controle, sem aditivo. As perdas por gases e os teores de lignina não apresentaram diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ).

## **CONCLUSÕES**

Com base nos resultados obtidos neste trabalho recomenda-se o uso do farelo de Algaroba como aditivo para a silagem do Capim-Tanzânia, nos níveis de 10%, 20%, 30%, com melhor indicação de inclusão para o nível de 20% do farelo de Algaroba, sendo este nível superior ao nível de 10% no perfil fermentativo e no valor nutricional e apresentando pouca diferença no perfil fermentativo e no valor nutricional, em relação ao nível de 30%, além disto, este percentual possibilita formular dietas mais variadas, não extrapolando assim o teor da MS em rações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÁVILA, C.L.S.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; MORAIS, A.R.; FIGUEIREDO, H. C.P.; TAVARES, V.B. Perfil de fermentação das silagens de capim-Tanzânia com aditivos - Teores de Nitrogênio amoniacal e pH. **Ciência Agrotécnica**, Lavras/MG. v.27, n.5, p.1144-1151, 2003.
- BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; GADEKEN, D. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.
- EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; COUTINHO, M.J.F. ; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, G.S.; SILVA, M.S.M.; ALBUQUERQUE, D.R. Perdas e composição bromatológica de silagem de gliricídia contendo diferentes níveis de vagem de Algaroba, **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa-PB, v.7, n.2, p.63-68,2013.
- EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M., SANTANA, R.A.V. Produção de Silagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, 2004.
- JANK, L.; SAVIDAN, Y.; SOUZA, M.T.; COSTA, J.C.G. Avaliação do germoplasma de *Panicum maximum* introduzido da África. 1. Produção forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.433-440, 1994.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p.101-119, 2007.
- McDONALD, P. **The Biochemistry Of Silage** Wiley-Interscience Publications Bath/England, 207 pg., 1981.
- McDONALD, A.R.; HENDERSON & HERON, S.J.E. **The Biochemistry of Silage** (2nd ed.). Kingston, Kent: Chalcombe Publications 340 pg, 1991.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL–NRC. **Nutrient of requirements of dairy cattle**.7.ed. Washington-D.C./USA National Academic Press, 362pg, 2001.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.

RIBEIRO; R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; FARIA, E.F.S.; GARCEZ NETO, A.F.; SILVA,T.M.; BORJA, M.S.; CARDOSO NETO, B.M. Capim-Tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.631-640, out/dez, 2008.

RIBEIRO, O.L.; LEITE, V. M.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.M.; CAMPOS, F.S.; PERAZZO, A.F.; SANTANA FILHO, N.B.; ALMEIDA, L.T.S. **Perfil fermentativo de silagens de capim-Tanzânia contendo diferentes concentrações de farelo de Algaroba**. VII Congresso Nordestino de Produção Animal. Maceió-AL, 3pg., 2012.

RIOCON-**Laudo de Análise do farelo de Algaroba** (AGROCERES/SP), enviado pela RIOCON. Fazendas Reunidas Rio de Contas/BA 1pg, 2012.

ROSA, J.R.P.; SILVA, J.H.S.; RESTLE, J.; PASCOAL, L.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.C.; FREITAS, A.K. Avaliação do comportamento agrônomico da planta e valor nutritivo da silagem de diferentes híbridos de Milho (*Zea mays*, L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.302-312, 2004.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; DANTAS, P.A.S.; DÓREA, J.R.R.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G.; LANA, R.P.; COSTA, R.G. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-Elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 64-73, 2008

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; FERREIRA, D.J.; OLIVEIRA, J.S.; PENTEADO, D.C.S.; PEREIRA, O.G. Inoculante ativado melhora a silagem de capim-Tanzânia (*panicum maximum*). **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.217, p.35-42, 2008.

SILVA, S.A.; SOUZA, A.G.; CONCEIÇÃO, M.M.; PRASAD, S.; CAVALHEIRO, J.M.O. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da Algaroba. **Revista Química Nova**, São Paulo/SP, v.24, p.460-464, 2001.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV– Universidade Federal de Viçosa/MG, 235pg., 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992

SOARES FILHO, C.V. **Produção de Silagem e Fenação**, Universidade Estadual Paulista-Curso de Medicina Veterinária, Campus de Araçatuba, 19 pg.,2005.

STEIN, R.B.S.; TOLEDO, L.R.A.; ALMEIDA, F.Q.; ARNAUT, A.C.; PATITUCCI, L.T.; SOARES NETO, J.; COSTA,V.T.M. Uso do farelo de vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) em dietas para equinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1240-1247, 2005.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal Britanic Grassland Society**, v.18, p.104-11, 1963.

VAN CLEEF, E.H.C. B.; RÊGO, A.C.; PAIVA, P.C.A.; MACHADO NETO, O.R.; ALVES, N. G.; OLIVEIRA, D.M. **Digestibilidade “in vitro” da matéria seca de silagens de capim-Elefante com inclusão do farelo da vagem de Algaroba**. FZEA/USP-ABZ - ZOOTEC 2009,4pg., 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476pg., 1994.

VOLPATO, G.L. **Estatística Sem Dor**.1ª ed. Botucatu/SP, 64 pg., 2011.

ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J.; PEREIRA, O.G. Populações microbianas e componentes nutricionais nos órgãos do capim-Tanzânia antes e após a ensilagem. **Semina Ciências Agrárias**, Londrina/PR, v.28, n.1, p.143-150, 2007.

## CAPÍTULO II

### Uso de farelo de Algaroba como aditivo em silagens de capim-Elefante

**RESUMO:** Objetivou-se neste trabalho avaliar a utilização de farelo de Algaroba como aditivo na ensilagem do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.). O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, que consistiram dos níveis de inclusão de farelo de Algaroba (0%, 10%, 20% e 30% na matéria natural), cada um com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Os teores de lignina e celulose não diferiram estatisticamente ( $P > 0,05$ ). As demais variáveis apresentaram diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) entre as silagens. Os valores de pH mantiveram-se abaixo dos padrões normais descritos na literatura, enquanto as perdas por gases e efluentes e os teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos fibrosos (CF), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e hemicelulose reduziram com a inclusão de farelo de Algaroba nas silagens. A recuperação de matéria seca (MS), os teores de MS, matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos não-fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CT) aumentaram com a inclusão de farelo de Algaroba nas silagens. O uso do farelo de Algaroba como aditivo nas silagens do capim-Elefante promoveu melhorias no perfil fermentativo e no valor nutricional do produto final da ensilagem. Com base nos resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se a utilização do farelo de Algaroba como aditivo para ensilagem de capim-Elefante. A inclusão desse aditivo pode ser feita nos níveis de 10%, 20% e 30%, no entanto, a melhor indicação é para o nível de 20%, uma vez que nesse nível, os resultados de perfil fermentativo e valor nutricional foram melhores que os obtidos no nível de 10% e pouco diferentes dos obtidos com o nível de 30%. Além disso, esse percentual de inclusão possibilita formular dietas mais variadas sem extrapolar o teor da matéria seca recomendável para rações.

**Palavras-chave:** conservação de forragem, ensilagem, gramínea, *Prosopis juliflora*

## Use of Mesquite bran as additive in Elephant-grass silages

**ABSTRACT:** The objective of this work is to evaluate the use of mesquite bran as additive in the Elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum.) ensilage. The experiment was used a full random design with four treatments, that consisted of the four inclusion levels of Mesquite bran (0%, 10%, 20% and 30% in the natural matter), each one with five repetitions, totaling 20 experimental units. The lignin and cellulose tenors didn't presented statistical differences ( $P > 005$ ). The other variables presented statistical differences ( $P < 005$ ) among the silages. The pH values stayed below the normal patterns reported in the literature, while the gasses and effluents losses and the ammonia nitrogen (N-NH<sub>3</sub>), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), fiber carbohydrates (CF), mineral matter (MM), ether extract (EE) and hemicellulose tenors reduced with the inclusion of Mesquite bran in the silages. Dry matter recovery (DMR) and dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), non-fiber carbohydrates (NFC) and total carbohydrates (TC) increased with the inclusion of Mesquite bran in the silages. The use of the Mesquite bran as additive in the Elephant-grass silages promoted improvements in the fermentative profile and in the nutritional value of the final product of the ensilage. Based in the results obtained in this work, the use of the Mesquite bran is recommended as additive for Elephant-grass ensilage. The inclusion of that additive one can be made in the 10%, 20% and 30% levels, however, the best indication is for the level of 20%, once in that level, the results of fermentative profile and nutritional value they were better than obtained them in the 10% level and little different from the obtained with the 30% level. Furthermore, the level of 20% inclusion allows to formulate various diets without extrapolating the DM content recommended in rations.

Keywords: ensilage, forage conservation, grass, *Prosopis juliflora*

## INTRODUÇÃO

O volumoso tem grande importância na dieta de ruminantes e influencia no desempenho animal. Em regiões do Nordeste brasileiro, sobretudo as semiáridas, a produção de ruminantes sofre efeitos do clima, devido à irregularidade de chuvas, como consequência da redução significativa da disponibilidade qualitativa e quantitativa de forragem no período de estiagem. Entre as alternativas para viabilização de sistemas produtivos utilizando a suplementação com volumosos, no período seco, nestas regiões, a técnica de conservação de forragem por meio da ensilagem tem sido vista como alternativa útil de estratégia alimentar de ruminantes. De acordo com Ribeiro *et al.* (2008), a variação na oferta de forrageiras e a necessidade de redução dos custos da alimentação de ruminantes são elementos que induzem a busca por novas opções de forrageiras para ensilagem.

O capim-Elefante é uma alternativa às culturas tradicionais, tendo como suas principais vantagens ser uma cultura perene, proporcionando alta capacidade de suporte animal nas propriedades, com várias opções de manejo, o que facilita as decisões administrativas na propriedade (IGARASI, 2002). Considerada uma das gramíneas tropicais de maior produção, o capim-Elefante tem alta produção de matéria seca (MS) por unidade de área, variando de 10 a 80 t de MS ha/ano, e bom equilíbrio nutritivo, sendo cultivado em todo o Brasil (QUEIROZ FILHO *et al.*, 2000).

Carvalho *et al.* (2007), em pesquisa com capim-Elefante, obtiveram os seguintes resultados na análise química dessa gramínea: 17,2% de MS; 8,7% de PB; 69,5% de FDN; 71,3% de FDA; 5,6% de lignina; 42,0% de celulose; 23,0% de hemicelulose; 14,6% de carboidratos solúveis, digestibilidade *in vitro* da MS de 61,1,5%; e NIDA de 9,5% do nitrogênio total.

O interesse pela utilização do capim-Elefante neste estudo esteve relacionado principalmente às suas características como planta forrageira bastante conhecida e utilizada como capineira, por suas altas produtividades e seu elevado potencial para ensilagem.

Gramíneas forrageiras tropicais apresentam alta produção de matéria seca, com acentuada variação produtiva entre os períodos das águas e o da seca. Essa variação climática caracteriza-se pela desigual distribuição da produção durante o ano, despertando grande interesse na conservação da forragem excedente, principalmente por meio de ensilagem. Entretanto, essas plantas forrageiras apresentam baixo teor de matéria seca, alto poder-tampão e baixo teor de carboidratos solúveis nos estágios de

crescimento em que possuem bom valor nutritivo, o que dificulta o processo da ensilagem, possibilitando o surgimento de fermentações indesejáveis (EVANGELISTA *et al.*, 2004).

Como destacado por Ribeiro *et al.* (2012), existe grande variedade de aditivos destinados à melhoria da qualidade de silagens, tornando-se apenas necessário comprovar sua eficácia e a viabilidade econômica para cada região.

Segundo Batista *et al.* (2006), o capim-Elefante, devido às suas características, inerentes às gramíneas forrageiras não-graníferas, possui baixo teor de açúcar, não podendo proporcionar fermentação mais adequada ao processo de ensilagem, o que resulta em uma silagem de baixa qualidade. Assim, esses autores recomendam o uso de aditivos na ensilagem dessa gramínea com intuito de melhorar o perfil fermentativo e aumentar seu valor nutricional.

Devido à grande produção de vagem de Algarobeira na Região Nordeste brasileira, e considerando seu valor nutritivo significativo, procurou-se pesquisar o uso desse alimento na forma de farelo como aditivo na silagem de capim-Elefante, com o intuito de verificar se sua utilização pode promover melhorias no perfil fermentativo e no valor nutritivo da silagem. O farelo da vagem da Algarobeira tem boas características nutricionais, alto teor de matéria seca, alto potencial retentor de umidade, além da boa disponibilidade regional devido à grande produção regional a baixo custo de aquisição. Assim, se constatada sua eficiência como aditivo para ensilagem, esse alimento poderá ser uma alternativa importante para produção de silagem de boa qualidade nutricional e a baixo custo de produção.

Neste trabalho pesquisou-se o uso de farelo de Algaroba como aditivo na produção de silagem do capim-Elefante. Foram avaliados quatro níveis de inclusão (0%, 10%, 20% e 30%, com base na matéria natural) e seus efeitos nos parâmetros fermentativos e na composição química das silagens.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia – UFBA (12° 25" 58' Sul, 38° 58" 01' Oeste), situada no km 174 da rodovia BR 101, distante 108 km da cidade de Salvador, Bahia, na sub-região do Agreste baiano, município de São Gonçalo dos Campos (BA), distrito de Mercês, caracterizado por médias anuais de 26 °C de temperatura, 85% de umidade relativa, e 1.200 mm de precipitação anual, sendo feitas as

análises, no Laboratório de Nutrição Animal - LANA, também pertencente à EMVZ/UFBA, em Salvador, Bahia.

As vagens de Algaroba utilizadas com aditivo foram adquiridas de um produtor rural no município de Rafael Jambeiro, Bahia, processadas em forma de farelo integral na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia - UFBA e armazenadas em sacos de 50 kg. As análises químicas do farelo de Algaroba foram feitas no Laboratório de Análises de Nutrição Animal-LANA, pertencente à Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia (EMEVZ) da Universidade Federal da Bahia – UFBA.

O experimento foi realizado no período de julho de 2013 a fevereiro de 2014. Para a ensilagem, o capim-Elefante foi cortado a 20 cm do solo para uniformização e o pasto foi vedado por 45 dias. Após 60 dias de rebrote, foi cortado na altura de 150 cm, deixando-se a forrageira com 10 cm de altura acima do solo. Antes do processo de ensilagem, foram colhidas amostras de 500 g de capim-Elefante e do farelo de Algaroba para análises da composição química, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002).

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos, cada um com cinco repetições, totalizando 20 unidades experimentais (silos). Os tratamentos consistiram em: 1) silagem de capim-Elefante sem farelo de Algaroba (testemunha=0%); 2) adição de 10% farelo de Algaroba; 3) adição de 20% farelo de Algaroba; e 4) adição de 30% farelo de Algaroba, com base na matéria natural.

Foram confeccionados 20 silos experimentais utilizando-se tubos de PVC de 10 cm de diâmetro e 50 cm de comprimento. No fundo de cada tubo, foi colocado 1,5 kg de areia, desidratada em estufa com circulação forçada de ar a 55 °C por 72 horas. A areia foi separada da forragem por uma tela plástica, de maneira que fosse possível quantificar a produção de efluentes retida.

No processo de ensilagem, o capim-Elefante foi picado em desintegrador estacionário de forrageiras regulado para cortar a forragem em partículas entre 3 e 5 cm. Sobre lona plástica, o aditivo (farelo de Algaroba) foi pesado e misturado ao capim-Elefante. O material foi homogeneizado e compactado nos silos utilizando-se soquetes cilíndricos de concreto com cabo de madeira. Ao finalizar o processo de ensilagem, os silos foram fechados, vedados com fita plástica adesiva e mantidos em galpão coberto por 30 dias. O peso da massa ensilada utilizado foi de 2,5 kg por silo experimental (unidade experimental), equivalente a uma densidade de 600 kg/m<sup>3</sup>.

**Tabela 1.** Composição química do farelo de Algaroba\*

Item	Teores, em % da MS
Matéria seca	88,05
Matéria orgânica <sup>1</sup>	94,84
Matéria mineral <sup>1</sup>	5,16
Proteína bruta <sup>1</sup>	12,35
Extrato etéreo <sup>1</sup>	0,63
FDN <sup>1, 2</sup>	35,32
FDA <sup>1, 3</sup>	22,83
Lignina <sup>1</sup>	4,80
Hemicelulose <sup>1</sup>	12,50
Celulose <sup>1</sup>	17,76
Carboidratos fibrosos <sup>1</sup>	30,37
Carboidratos não-fibrosos <sup>1</sup>	46,54
Carboidratos totais <sup>1</sup>	79,14

<sup>1</sup> com base na MS; <sup>2</sup> Fibra em detergente neutro; <sup>3</sup> Fibra em detergente ácido (farelo processado na fazenda da EMVZ-UFBA e proveniente de vagens adquiridas de um produtor rural). \*Análises efetuadas no LANA/EMEVZ-UFBA.

Ao final do período de ensilagem (30 dias), os silos foram abertos e aerados por 30 minutos para permitir a volatilização de gases. No momento de abertura dos silos, foi mensurado o pH das silagens utilizando-se potenciômetro digital, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Em seguida, foram pesados, com e sem a tampa, para determinação da perda por gases.

As perdas em forma de gases e efluentes e a recuperação de matéria seca foram quantificadas por diferença de peso. Para o cálculo da perda por gases, utilizou-se a equação:

$$PG (\%MN) = (PCf - PCa), \text{ em que:}$$

PG (%MN) = perdas por gases, em porcentagem da MN;

PCf = peso do cano cheio no fechamento (kg); e

PCa = peso do cano cheio na abertura (kg).

Para o cálculo das perdas por efluentes, a seguinte equação foi utilizada:

$$PE (\%MN) = (PVa - PVf), \text{ em que:}$$

PE (%MN) = perda por efluentes em porcentagem da MN;

PVa = peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg); e

PVf = peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg).

Para o cálculo da recuperação de matéria seca, utilizou-se a equação:

$$\text{RMS}(\% \text{MN}) = (\text{MFf} \times \text{MSf}) / (\text{MFi} \times \text{MSi}) \times 100, \text{ em que:}$$

RMS (%MN) = taxa de recuperação de matéria seca, em % da matéria natural;

MFi = massa de forragem no fechamento (kg);

MSi = teor de matéria seca da forragem no fechamento (%);

MFf = massa de forragem na abertura (kg); e

MSf = teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

Depois dessa etapa, foram colhidas amostras de cada unidade experimental, sendo colocadas em sacos plásticos e armazenadas em congelador para posteriores análises laboratoriais.

Parte da amostra coletada na abertura dos silos foi destinada à determinação do teor de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) e dos ácidos orgânicos. Para determinação de N-NH<sub>3</sub> das amostras, seguiu-se a metodologia de Bolsen (1992), ou seja, em 25 g de amostra, foram adicionados 200 mL de solução de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 0,2 N. Após repouso de 48 horas em refrigeração, a mistura foi filtrada com auxílio de papel-filtro, para posterior determinação do N total da amostra, por meio de sistema Microkjeldahl.

A outra parte da amostra coletada na abertura dos silos foi destinada à determinação do teor de matéria seca, pela pré-secagem do material em estufa com circulação forçada de ar, a 55 °C, por 72 horas. Em seguida, procedeu-se à moagem em moinho de facas tipo Willey utilizando-se peneira de 1,0 mm. Depois da moagem, as amostras foram novamente armazenadas em potes de tampa com rosca identificados e acondicionadas em local fresco até o momento das análises, sendo realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da EMVZ/UFBA.

Na análise da composição química do aditivo e das silagens, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), celulose (CEL), lignina (LIG) e hemicelulose (HEM), de acordo com procedimentos descritos por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram obtidos pelas equações de Sniffen *et al.* (1992) e do NRC (2001), respectivamente, conforme equações abaixo:

$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas);$$

$$CNF = CT - CF$$

Os resultados do efeito da adição dos níveis de farelo de Algaroba como aditivo nas silagens de capim-Elefante foram analisados e interpretados estatisticamente, por meio de análise de variância, de modo que variáveis foram testadas para os efeitos lineares e quadráticos utilizando-se o comando PROC REG do programa estatístico SAS<sup>®</sup>, considerando significância quando  $P < 0,05$ .

## RESULTADO E DISCUSSÃO

A adição de farelo de Algaroba na ensilagem teve efeito quadrático negativo ( $P < 0,05$ ) nos valores de pH das silagens. Apesar de o pH não ser um indicador muito preciso da qualidade da silagem (JOBIM *et al.*, 2007), esses resultados estão abaixo dos índices recomendados por McDonald (1981) para fermentação adequada, que devem estar entre 3,8 e 4,2. Os valores de pH encontrados neste trabalho, apesar de inferiores a 3,8, indicando fermentação alcoólica, ainda que em pequena intensidade, não comprometeram a qualidade das silagens contendo farelo de Algaroba. Esse tipo de fermentação (alcoólica), mesmo em baixa intensidade, como ocorreu, foi descrito por Santos *et al.* (2008) em pesquisa com a inclusão de Jaca (*Artocarpus heterophyllus*) desidratada em silagem de capim-Elefante. Esses autores recomendaram cuidados quanto a teores excessivos de carboidratos nos aditivos. Apesar dos resultados obtidos neste trabalho, não houve comprometimento do perfil fermentativo, uma vez que os demais valores do padrão fermentativo para uma boa silagem mostraram-se adequados.

Verificou-se efeito quadrático negativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba na ensilagem sobre os valores de nitrogênio amoniacal, fato que comprova fermentação adequada em todas os níveis testados. Os teores apresentaram baixo valor de  $N-NH_3/N$ -total e permaneceram abaixo do limite máximo de 8% recomendável para uma boa silagem, conforme preconizado por Evangelista *et al.* (2004).

Os níveis de farelo de Algaroba tiveram ainda efeito quadrático positivo ( $P < 0,05$ ) sobre as perdas por efluentes. Sabe-se que a produção de efluentes é maior em forragens ensiladas com maiores teores de umidade e que o uso de aditivo com característica higroscópica tem a função de sequestrar umidade no interior do silo e que essa característica promove menor perda por efluentes. Como observado na Figura 1, as perdas

por efluentes das silagens comprovam o poder absorvente de umidade do farelo de Algaroba na forrageira ensilada, sobretudo no nível de 30% de inclusão desse aditivo.

**Tabela 2.** Perfil fermentativo de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba

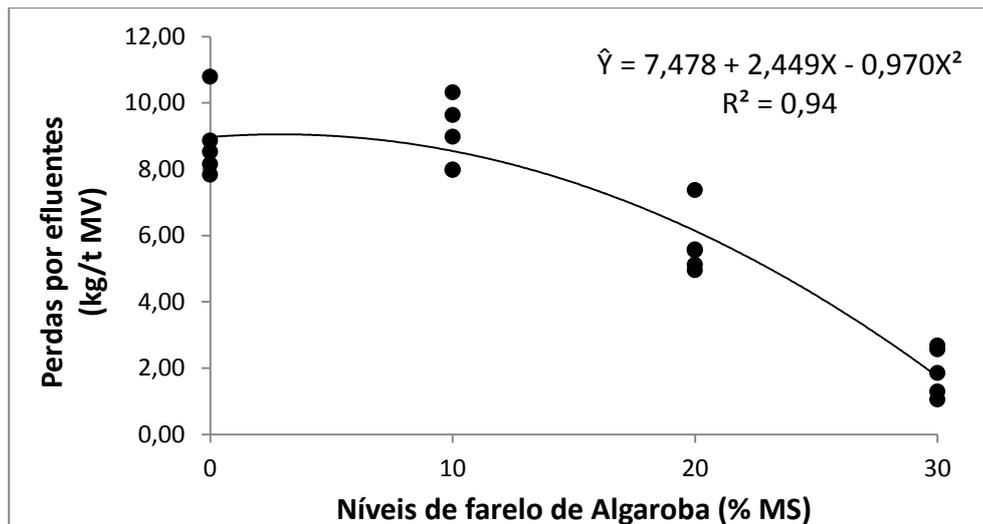
Variáveis	Níveis de farelo de Algaroba				Equações	R <sup>2</sup>	CV
	(%MN)						
	0%	10%	20%	30%			
pH	3,86	3,62	3,69	3,72	$\hat{Y} = 4,065 - 0,312X + 0,057X^2$	0,73	0,62
N-NH <sub>3</sub> , % do N total	2,96	1,49	0,87	0,65	$\hat{Y} = 3,761 - 1,558X + 0,197X^2$	1,00	16,02
<b>Perdas</b>							
Gases, k/t	15,73	8,06	6,02	4,72	$\hat{Y} = 22,496 - 10,302X + 1,484X^2$	0,98	16,66
Efluentes, k/t	8,86	10,32	5,41	2,09	$\hat{Y} = 7,478 + 2,449X - 0,970X^2$	0,94	10,86
RMS, k/t	68,01	79,43	83,63	87,45	$\hat{Y} = 68,773 + 4,968X$	0,93	3,84

CV - coeficiente de variação; RMS – recuperação de matéria seca; \*\* kg/tonelada.

Os valores de perdas por gases, que indicam efeito quadrático negativo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba, demonstraram que o aumento das frações do aditivo reduziu as perdas por gases, enquanto a perda por gases na silagem controle manteve-se elevada (Tabela 2). Os resultados de perda por gases demonstram que o farelo de Algaroba promoveu redução da perda por gases.

Segundo Santos & Zanine (2006), na fermentação da silagem, ocorre conversão de carboidratos solúveis em ácidos orgânicos (principalmente lactato), efetuada pelas bactérias ácido lácticas (BAL). Dessa conversão resulta a diminuição do pH e mesmo a massa ensilada ainda úmida torna-se indisponível ao acesso de microrganismos indesejáveis à boa fermentação. Apesar da produção do ácido láctico, ainda ocorre uma produção considerável de CO<sub>2</sub>, etanol e outros metabólitos por outros microrganismos, como as leveduras.

Os valores de recuperação da matéria seca apresentaram significância estatística ( $P < 0,05$ ), comportando-se de forma linear crescente. Com o aumento das frações do aditivo, a recuperação da matéria seca aumentou, fato que se deve ao elevado teor de matéria seca existente no farelo de Algaroba, que elevou o teor de matéria seca do material ensilado e promoveu fermentação adequada, com redução de perdas (Tabela 2).



**Figura 1.** Perdas por efluentes em silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.

Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba sobre o conteúdo de matéria seca das silagens. Por suas características físicas, na forma de farelo, o aditivo apresentou alto potencial de absorção de umidade, proporcionando elevação dos teores de MS da silagem. Essa característica física, aliada ao seu alto valor nutricional, ocasionou melhor compactação, menores perdas e aumento do teor nutricional da silagem. Quanto aos teores de matéria seca, ao aumentar as frações do aditivo, os teores de matéria seca também aumentaram. Segundo McDonald (1981) e Van Soest (1994), o teor de MS ideal para ensilagem seria de 30 a 35% com o objetivo de se evitar as perdas pela formação de efluentes e processos biológicos que produzem gases, água e calor, visando adequada fermentação láctica para redução de perdas do valor nutritivo da silagem. Os resultados demonstrados na Figura 2 comprovaram aumento da matéria seca na silagem conforme aumentaram os níveis de farelo de Algaroba.

Os valores de matéria mineral sofreram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ), comprovando que o aditivo, por ter menores teores de minerais em comparação ao capim-Elefante, reduz os teores de matéria mineral das silagens com aditivo. Esse resultado foi semelhante ao obtido por Edvan *et al.* (2013), que observaram redução no conteúdo de matéria mineral com a inclusão do farelo de Algaroba, fato que está relacionado ao baixo teor de matéria mineral presente no farelo de Algaroba (Tabela 1).

Efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) foi observado nos teores de matéria orgânica, que aumentaram conforme os níveis de farelo de Algaroba foram aumentados à ensilagem, fato que correlacionado à diminuição dos teores de matéria mineral. O aumento linear

observado nos teores de matéria orgânica demonstra que o alto teor de matéria orgânica presente no farelo de Algaroba condiciona o aumento dessa fração nas silagens.

**Tabela 3.** Composição química de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba

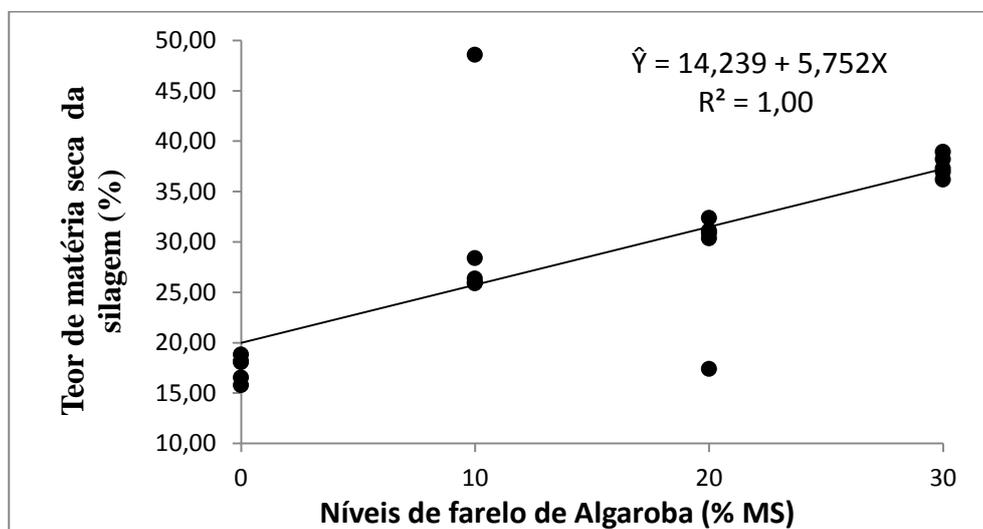
Variáveis	Níveis de farelo de Algaroba (%MS)				Equação	R <sup>2</sup>	CV
	0%	10%	20%	30%			
Matéria seca	18,06	25,98	31,21	37,67	$\hat{Y} = 14,239 + 5,752X$	1,00	3,55
MM	7,39	7,02	6,47	6,05	$\hat{Y} = 8,594 - 0,695X$	1,00	2,82
MO	92,61	92,98	93,53	93,95	$\hat{Y} = 91,406 + 0,695X$	1,00	0,19
Proteína bruta	7,35	9,21	10,19	10,40	$\hat{Y} = 6,956 + 0,959X$	0,84	4,77
Extrato etéreo	3,70	1,01	0,78	0,76	$\hat{Y} = 5,531 - 3,038X + 0,463X^2$	0,95	19,52
FDN	60,52	57,15	55,85	49,16	$\hat{Y} = 69,364 - 4,933X$	0,90	3,02
FDA	35,67	35,28	34,96	31,96	$\hat{Y} = 41,518 - 2,210X$	0,76	4,80
Lignina	5,52	7,183	6,380	4,84	$\hat{Y} = 5,981$	-	22,02
Celulose	28,46	28,836	30,345	25,18	$\hat{Y} = 28,205$	-	8,95
Hemicelulose	27,51	20,245	19,355	18,37	$\hat{Y} = 28,452 - 2,844X$	0,66	12,03
CF	55,96	49,082	49,700	43,55	$\hat{Y} = 60,674 - 4,023X$	0,82	2,22
CNF	16,26	26,44	26,276	34,03	$\hat{Y} = 10,990 + 5,641X$	0,85	6,10
CT	72,223	75,53	75,976	77,58	$\hat{Y} = 73,501 + 1,040X$	0,86	2,04

CV – coeficiente de variação; MM – matéria mineral; MO – matéria orgânica; FDN – fibra em detergente neutro; FDA – fibra em detergente ácido; CF – carboidratos fibrosos; CNF – carboidratos não-fibrosos; CT – carboidratos totais.

Os níveis de farelo de Algaroba tiveram efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) sobre os teores de proteína bruta, comprovando que, quando aumentados os níveis de inclusão desse aditivo, os teores de proteína bruta também aumentaram. O teor de proteína bruta do farelo de Algaroba promoveu aumento do teor de PB das silagens. Como demonstrado na Tabela 1, o alto teor de matéria seca e carboidratos não-fibrosos do farelo de Algaroba promoveu adequada fermentação láctica, evitando a perda de nitrogênio por meio da proteólise referente à fermentação secundária.

Os valores de extrato etéreo sofreram efeito quadrático decrescente ( $P < 0,05$ ), diminuindo com o aumento dos níveis de farelo de Algaroba na ensilagem. O farelo de Algaroba é rico em açúcares solúveis e possui baixos teores de EE (Tabela 1). Ao ser

incluído como aditivo na silagem, promoveu decréscimo nos teores de EE da massa ensilada.

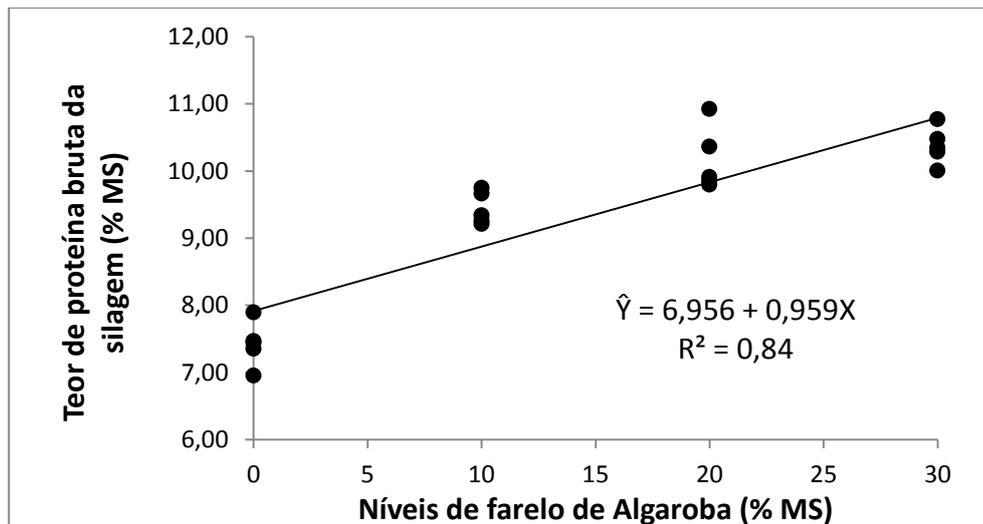


**Figura 2.** Teores de matéria seca de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.

Por se tratar de uma vagem não-oleaginosa e com altos teores de açúcares solúveis, os teores de EE das silagens tenderam a ser menores com o aumento dos níveis de inclusão desse aditivo, o que explica os resultados obtidos. Palmquist & Jenkins (1980) recomendam que as concentrações de extrato etéreo na matéria seca da dieta de ruminantes não ultrapassem 7%.

Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba sobre os teores de FDN das silagens, que reduziram à medida que se elevaram os níveis desse aditivo. Esse fato também foi observado nos teores de FDA, que também se comportaram de forma linear decrescente, comprovando redução nos teores de fibra da massa ensilada à medida que aumentaram os níveis de farelo de Algaroba, uma vez que estes apresentam teores mais baixos de FDN e FDA (Tabela 1).

Como observado na Tabela 3, não houve diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) dos efeitos dos níveis de adição de farelo de Algaroba sobre os teores de lignina das silagens. Esse resultado pode ser explicado, pelos teores de lignina do capim e do farelo de Algaroba (Tabela 1), que foram semelhantes. Na análise de regressão, não foram verificadas diferenças estatísticas ( $P > 0,05$ ) dos efeitos dos níveis de adição de farelo de Algaroba sobre os teores de celulose das silagens.



**Figura 3.** Teores de proteína bruta de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.

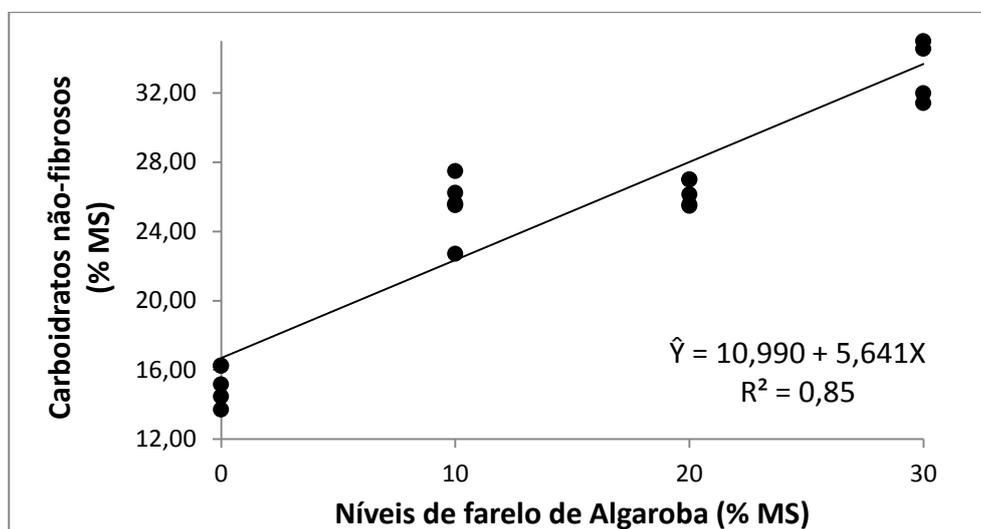
Os teores de hemicelulose indicaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) dos níveis de farelo de Algaroba na ensilagem, uma vez que reduziram à medida que se elevaram os níveis desse aditivo. Esses resultados eram esperados, uma vez que essa fração é obtida pela diferença dos teores de FDN e FDA, que também apresentaram efeito linear decrescente. O mesmo fato é observado nos teores de carboidratos fibrosos, que decresceram linearmente à medida que se elevaram os níveis de aditivo.

Efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) foi observado para carboidratos não-fibrosos, fato que pode ser esclarecido por relatos de Silva *et al.* (2001), de que as vagens da Algarobeira apresentam em sua composição química em torno de 25-28% de glicose e 11-17% de amido. Segundo Van Cleef *et al.* (2009), a Algaroba contém cerca de 43% de açúcares e amido.

Com base nessas informações, e como observado na Tabela 1, o alto teor de carboidratos não-fibrosos no farelo de Algaroba promoveu o aumento progressivo dessa fração na silagem à medida que o aditivo foi incluído à ensilagem. Na Figura 4, os resultados evidenciaram aumento do conteúdo de carboidratos não-fibrosos à medida que os níveis de farelo de Algaroba aumentaram, sobretudo no nível de 30% do aditivo.

Outro fato demonstrado foi redução nos teores de carboidratos fibrosos, que apresentaram resposta linear decrescente ( $P > 0,05$ ) à medida que se aumentaram os níveis de farelo de Algaroba, devido às menores concentrações no farelo de Algaroba (Tabela 1) e maiores concentrações na silagem testemunha (0%).

Os teores de carboidratos totais apresentaram efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), elevando-se à medida que se aumentou a concentração de aditivo nas silagens. Isso se explica pelo alto teor de carboidratos não fibrosos do farelo de Algaroba (Tabela 1) e pelo alto teor de carboidratos fibrosos da silagem sem aditivo.



**Figura 4.** Teores de carboidratos não-fibrosos de silagens de capim-Elefante contendo farelo de Algaroba.

Os níveis de farelo de Algaroba utilizados (10%, 20% e 30%) na ensilagem de capim-Elefante proporcionaram diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) no perfil fermentativo das silagens, que apresentaram menores perdas de efluentes, menor perdas de gases, menor produção de nitrogênio amoniacal e maior recuperação da MS em comparação à silagem controle, sem farelo de Algaroba. A inclusão desse aditivo proporcionou diferenças estatísticas ( $P < 0,05$ ) com aumentos nos teores de MS, MO, PB, CNF e CT, e promovendo redução nos teores de MM, EE, FDN, FDA, CF e hemicelulose que os obtidos na silagem controle. Os teores de celulose e lignina não apresentaram diferença estatística ( $P > 0,05$ ).

## CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos neste trabalho recomenda-se o uso do farelo de Algaroba como aditivo para a silagem do Capim-Elefante, nos níveis de 10%, 20%, 30%, com melhor indicação de inclusão para o nível de 20% do farelo de Algaroba, sendo este nível superior ao nível de 10% no perfil fermentativo e no valor nutricional e apresentando pouca diferença no perfil fermentativo e no valor nutricional, em relação ao nível de 30%, além disto, este percentual possibilita formular dietas mais variadas, não extrapolando assim o teor da MS em rações.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BATISTA, A.V.B.; GUIM, A.; SOUZA, I.S.; LIRA, K.G.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JUNIOR, J.C.B. Efeitos da adição de vagens de Algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-Elefante. Recife – PE: **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.1-6, 2006.

BOLSEN, K.K.; LIN, C.; BRENT, B.E.; GADEKEN, D. Effect of silage additives on the microbial succession and fermentation process of alfalfa and corn silages. **Journal Dairy Science**, v.75, p.3066-3083, 1992.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; AZEVÊDO, J.A.G.; FERNANDES, F.É.P.; PEREIRA, O.G. Valor nutritivo e características fermentativas de silagens de capim-Elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007.

EDVAN, R.L.; CARNEIRO, M.S.S.; COUTINHO, M.J. F.; SILVA, E.B.; OLIVEIRA, G. S.; SILVA, M.S.M.; ALBUQUERQUE, D.R. Perdas e composição bromatológica de silagem de gliricídia contendo diferentes níveis de vagem de Algaroba, **Tecnologia & Ciência Agropecuária** João Pessoa-PB, v.7, n.2, p.63-68, 2013.

EVANGELISTA, A.R.; ABREU, J.G.; AMARAL, P.N.C.; PEREIRA, R.C.; SALVADOR, F.M.; SANTANA, R.A.V. Produção de silagem de capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

IGARASI, M.S. **Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*panicum maximum* Jacq. Tanzânia) sob efeitos do teor de matéria seca, do tamanho da partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano**. Dissertação (Mestrado) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz Piracicaba/SP-132 Pg, 2002.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, Suplemento especial, p.101-119, 2007.

McDONALD, P. **The Biochemistry of Silage** Wiley-Interscience Publications Bath/England, 207 Pg, 1981.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient of requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academic Press 362p, 2001

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.

QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. Produção de matéria seca e qualidade do capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.69-74, 2000.

RIBEIRO, R.D.X.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; FARIA, E.F.S.; GARCEZ NETO, A.F.; SILVA, T.M.; BORJA, M.S.; CARDOSO NETO, B.M. Capim-Tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p.631-640, 2008.

RIBEIRO, O.L.; LEITE, V.M.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES A.M.; CAMPOS, F.S.; PERAZZO, A.F.; SANTANA FILHO, N.B.; ALMEIDA, L.T.S. **Perfil fermentativo de silagens de capim-Tanzânia contendo diferentes concentrações de farelo de Algaroba**. VII Congresso Nordestino de Produção Animal. Maceió-AL, 3pg.,2012.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M. Silagem de gramíneas tropicais. *Colloquium Agrariae*, v. 2, n.1, p. 32-45, 2006.

SANTOS, E.M.; ZANINE, A.M.; DANTAS, P.A.S.; DÓREA, J.R.R.; SILVA, T.C.; PEREIRA, O.G.; LANA, R.P.; COSTA, R.G. Composição bromatológica, perdas e perfil fermentativo de silagens de capim-Elefante com níveis de inclusão de jaca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p. 64-73, 2008.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. 3ª ed. Viçosa: UFV– Universidade Federal de Viçosa, 235p, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

VAN CLEEF, E.H.C.B.; RÊGO, A.C.; PAIVA, P.C.A.; MACHADO NETO, O.R.; ALVES, N.G.; OLIVEIRA, D.M. **Digestibilidade “in vitro” da matéria seca de silagens de**

**capim-Elefante com inclusão do farelo da vagem de Algaroba.** FZEA/USP-ABZ – ZOOTEC, 4p., 2009.

VAN SOEST, P.J. **Nutrition ecology of the ruminant** 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p., 1994.

VOLPATO, G.L. **Estatística Sem Dor.** 1ª ed. Botucatu/SP, 64 p., 2011.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O uso de aditivos em ensilagens de gramíneas forrageiras tropicais tornou possível a confecção de silagens dessas forrageiras proporcionando parâmetros de fermentação adequados e possibilitando o enriquecimento nutricional do produto obtido, além de promover maiores condições de preservação da silagem no silo.

É importante ressaltar a necessidade de pesquisas que possibilitem encontrar aditivos eficientes para a ensilagem de gramíneas e também quantificar eficientemente as frações desses aditivos (produtos ou coprodutos) visando definir níveis ótimos de aplicação nas silagens e, assim, evitar que teores inadequados (baixos ou excessivos), principalmente de matéria seca, carboidratos solúveis e proteína bruta, venham a promover fermentações indesejáveis e que também reduzam valor nutritivo no processo de ensilagem de gramíneas tropicais.

Ao se escolher as gramíneas tropicais como alimento volumoso para ensilagem, devem ser observadas as vantagens econômicas, portanto, na escolha do aditivo para a ensilagem, deve-se ter o cuidado na escolha de um material de baixo custo de aquisição e boa disponibilidade regional, condições que foram atendidas pelo farelo de Algaroba neste trabalho.

O farelo de Algaroba demonstrou ser viável para uso como aditivo nos processos de ensilagem do capim-Tanzânia e do capim-Elefante. Em ambas as silagens, houve melhoria do perfil fermentativo e aumento no valor nutricional nos níveis de 10%, 20% e 30% de inclusão do farelo de Algaroba. O melhor nível de inclusão, no entanto, é o de 20% de FA, por ser este nível superior ao nível de 10% no perfil fermentativo e no valor nutricional e apresentando pouca diferença no perfil fermentativo e no valor nutricional, em comparação ao nível de 30%, além disto, este percentual possibilita formular dietas mais variadas, não extrapolando assim o teor da MS em rações.