



UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DE BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CAMPUS DE ITAPETINGA

AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE COM FRAÇÕES DE
ALGAROBA

SUELY DOS SANTOS

2011

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DE BAHIA – UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
CAMPUS DE ITAPETINGA

SUELY DOS SANTOS

AVALIAÇÃO DA SILAGEM DE CAPIM ELEFANTE COM FRAÇÕES DE
ALGAROBA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB / Campus de Itapetinga – BA, para obtenção do título de Mestre em Zootecnia – Área de Concentração em Produção de Ruminantes.

Professora Orientadora: D. Sc. Cristiane Leal dos Santos-Cruz

Professor Co-orientador: D. Sc. Aureliano José Vieira Pires

Itapetinga – BA

2011

636.085	Santos, Suely dos.
S238a	Avaliação da silagem de capim elefante com frações de algaroba. / Suely dos Santos. – Itapetinga-BA: UESB, 2011. 78 fl. Dissertação de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - <i>Campus</i> de Itapetinga. Sob a orientação da Prof ^a . D.Sc. Cristiane Leal dos Santos-Cruz e co-orientador Prof. D.Sc. Aureliano José Vieira Pires. 1. Silagem – Capim elefante – Algaroba 2. Algaroba – Alimentação – Ruminantes. 3. Capim elefante – Avaliação nutricional. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, <i>Campus</i> de Itapetinga. II. Santos-Cruz, Cristiane Leal dos. III. Pires, Aureliano José Vieira. IV. Título
CDD(21): 636.085	

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza– CRB 1014-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Silagem – Capim elefante – Algaroba
2. Algaroba – Alimentação – Ruminantes.
3. Capim elefante – Avaliação nutricional
4. Nutrição animal – Ruminantes.

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

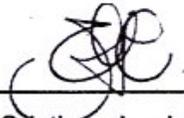
Título: "Avaliação da Silagem de Capim Elefante com Frações de Algaroba".

Autor (a): Suely dos Santos

Orientador (a): Prof^a. Dr^a. Cristiane Leal dos Santos-Cruz

Co-orientador (a): Prof. Dr. Aureliano José Vieira Pires

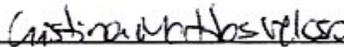
Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



Prof^a. Dr^a. Cristiane Leal dos Santos-Cruz - UESB



Prof. Dr. Sérgio Augusto de Albuquerque Fernandes - UESB



Prof^a. Dr^a. Cristina Mattos Veloso - UFV

Data de realização: 21 de fevereiro de 2011.

DEDICO

A Deus, digno de toda honra e glória!

Aos meus queridos e amados pais, Antônio e Angelina, pela educação, amor, afeto e por tudo que fizeram para que eu chegasse até aqui. Razões de minha vida!

Aos meus amados irmãos, Raimundo, Manuel, Graça e Lúcia, pela confiança, pelo amor e carinho;

Aos meus sobrinhos, que amo tanto;

Aos meus cunhados, pelo carinho;

Ao meu amor, Jefferson, por fazer parte da minha vida, pelo amor, força, companhia e incentivo em todos os momentos. Presente de Deus!

A todos os meus amigos, pelo apoio, carinho e força.

OFEREÇO como forma de agradecimento,

À minha orientadora, Prof^a D.Sc. Cristiane Leal dos Santos-Cruz, , exemplo de luta, determinação, conquista e exemplo de mulher;

Ao meu co-orientador Prof^o. D. Sc. Aureliano José Vieira Pires, pela ajuda e apoio nos momentos que precisei.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por está comigo em todos os momentos de minha vida e por ter mim proporcionado esta grande conquista. Obrigada, Senhor!

A toda minha família, que sempre me deu forças e me proporcionou exemplos de luta, persistência e dedicação;

À minha orientadora, Prof^a Cristiane Leal, pela paciência, ensinamentos, amizade e confiança;

Ao professor Aureliano Pires, pelo apoio, ensinamentos e atenção;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, Campus de Itapetinga, pela oportunidade da realização do curso de Mestrado;

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB, pela concessão da bolsa de estudo;

A todos os professores, pelos ensinamentos e amizade, em especial, à professora Carmen Rech e ao professor José Luiz Rech;

A todos os funcionários da Universidade, pela força e dedicação;

À Equipe de Pesquisa em Caprinos e Ovinos - EPOC, Thiago, Christian, Braulio, Rodrigo e Janmile, por todo trabalho realizado, pela amizade e ajuda durante todo esse período de convívio;

Ao Jefferson, pela ajuda na condução do experimento, pelo amor e companhia;

A todos os colegas da graduação e Pós-graduação da UESB, especialmente aos amigos, Leo e Alana, pela amizade, convivência e apoio em todos os momentos;

Aos meus sogros (Vilma e Arlindo) e cunhadas (Fernanda e Janmile), pelo apoio, carinho e confiança;

Às amigas, Poly, Julli, Leo, tia Nalva e família, pelo carinho, apoio, amizade e consideração em todo tempo de convívio.

*A todos aqueles que contribuíram de alguma forma
para realização deste trabalho.*

Muito Obrigada!

BIOGRAFIA DO AUTOR

SUELY DOS SANTOS, filha de Antônio José dos Santos e Angelina Rosa dos Santos, nasceu em Maracás, Bahia, no dia 16 de março de 1981.

Em março de 2004, ingressou no Curso de Graduação em Zootecnia, na UESB - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Campus de Itapetinga, concluindo o curso em janeiro de 2009. Durante a graduação, desenvolveu pesquisas nas áreas de produção animal e nutrição de ruminantes.

Em março de 2009, ingressou no Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, Área de Concentração em Produção de Ruminantes, na Universidade estadual do Sudoeste da Bahia – UESB.

LISTA DE TABELAS

CAPITULO I

Tabela 1.	Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e digestibilidade <i>in situ</i> da matéria seca (DISMS) do capim elefante e das frações da algaroba antes da ensilagem	35
Tabela 2.	Valores médios da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral da silagem de capim elefante com frações de algaroba	38
Tabela 3.	Valores médio de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH ₃), carboidratos totais e carboidratos não fibrosos da silagem de capim elefante com frações de algaroba	41
Tabela 4.	Valores médios de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem de capim elefante com frações de algaroba	43
Tabela 5.	Valores médios de carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2), fração indigestível da parede celular (C) expressos em (%) dos carboidratos totais, e coeficiente de variação (CV) da silagem de capim elefante com frações de algaroba	48
Tabela 6.	Valores médios proteína bruta (PB), bem como as frações proteicas correspondentes ao nitrogênio não proteico (A), fração de rápida e de intermediária degradação (B1+B2), fração de lenta degradação (B3), fração não digestível (C) expressas em (%) do nitrogênio total (NT) e coeficiente de variação (CV) da silagem de capim elefante com frações de algaroba	51

CAPITULO II

Tabela 1.	Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), carboidratos totais e carboidratos não fibrosos do capim elefante e das frações da algaroba antes da ensilagem	64
Tabela 2.	Valores médios da matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina das silagens de capim elefante com frações de algaroba utilizadas na incubação ruminal	65
Tabela 3.	Estimativa dos parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim elefante com frações de algaroba incubadas no rúmen	68
Tabela 4.	Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim elefante com frações de algaroba, calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h	70

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

Figura 1-	Valores médios de digestibilidade <i>in situ</i> da matéria seca (DISMS) da silagem de capim elefante com frações de algaroba	47
Figura 2-	Frações de carboidratos da silagem de capim elefante com frações de algaroba	50
Figura 3.	Frações nitrogenadas da silagem de capim elefante com frações de algaroba	53

CAPITULO II

Figura 1.	Degradabilidade da matéria seca (DMS) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$	72
Figura 2.	Degradabilidade da proteína bruta (DPB) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$	73
Figura 3.	Degradabilidade da fibra em detergente neutro (DFDN) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimado pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$	74

LISTA DE ABREVIATURAS

AA	Amido de algaroba
CE	Capim elefante
CF	Carboidratos fibrosos
cm	Centímetro
CNF	Carboidratos não fibrosos
CT	Carboidratos totais
CV	Coefficiente de variação
DE	Degradação efetiva
DP	Degradação potencial
EE	Extrato etéreo
FA	Farelo de algaroba
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDN _{cp}	Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas
FDNi	Fibra em detergente neutro indigerível
g	Gramma
h	Hora
k	Taxa de passagem
kg	Kilograma
m	Metro
m ³	Metro cúbico
µm	Micrometro ou micron
mL	Mililitro
MM	Matéria mineral
MO	Matéria orgânica
MS	Matéria seca
N	Nitrogênio
NIDA	Nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDIN	Nitrogênio insolúvel em detergente neutro
N-NH ₃	Nitrogênio amoniacal
NNP	Nitrogênio não protéico
%	Porcentagem

PB	Proteína bruta
pH	Potencial hidrogeniônico
rpm	Rotações por minuto
VA	Vagem de algaroba

SUMÁRIO

1. RESUMO	15
2. ABSTRACT	16
3. INTRODUÇÃO GERAL	17
4. REVISÃO DE LITERATURA	19
4.1. O capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> , Schum.)	19
4.2. A algaroba (<i>Prosopis juliflora</i> (SW) D.C.)	22
5. Referências	26
6. CAPÍTULO I - Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteína da silagem de capim elefante com frações de algaroba.	
6.1. Resumo	30
6.2. Abstract	31
6.3. Introdução	32
6.4. Material e métodos	34
6.5. Resultados e discussão	38
6.6. Conclusão	54
6.7. Referências.....	55
7. CAPÍTULO II - Degradação ruminal do capim elefante com frações de algaroba.	
7.1. Resumo	59
7.2. Abstract	60
7.3. Introdução	61
7.4. Material e métodos	63
7.5. Resultados e discussão	67
7.6. Conclusão	75
7.7. Referências.....	76

Resumo

SANTOS, S. **Avaliação da silagem de capim elefante com frações de algaroba.** Itapetinga: UESB, 2011. 81p. (Dissertação – Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração e Produção de Ruminantes).*

Objetivou-se determinar o valor nutritivo e a degradabilidade ruminal da silagem de capim elefante com frações de algaroba. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e doze repetições, sendo as silagens constituídas de: 100% de capim elefante; 70% de capim elefante + 30% de farelo de algaroba integral; 70% de capim elefante + 30% de vagem de algaroba; 70% de capim elefante + 30% de amido de algaroba. O capim elefante foi cortado com 100 dias de idade, triturado e ensilado com as frações de algaroba. Após 60 dias, os silos foram abertos e as amostras coletadas para pré-secagem, moagem e posteriores análises. As frações de algaroba proporcionaram aumento dos teores de matéria seca e melhoria nos valores de pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃), favorecendo um bom processo fermentativo. As silagens contendo frações de algaroba tiveram menor teor de carboidratos totais e maior teor de carboidratos não fibrosos e digestibilidade *in situ* da matéria seca. Houve aumento dos teores de proteína bruta, enquanto os níveis de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina diminuíram com as frações de algaroba. Na silagem com amido de algaroba, seguida daquelas que continham farelo de algaroba e vagem de algaroba, houve aumento de carboidratos não fibrosos. Nas silagens contendo frações de algaroba, foi observada diminuição da fração B2 com valores semelhantes entre si. Na silagem com amido de algaroba, verificou-se menor valor da fração C, e na silagem com 100% de capim elefante, observou-se o maior valor desta fração. Para frações proteicas, verificou-se aumento dos teores de A, sendo que o maior valor foi observado na silagem com amido de algaroba. Já os teores das frações B1+B2 e C foram menores em todas as silagens com as frações de algaroba. Nos parâmetros de degradação, observou-se que as frações de algaroba na silagem de capim elefante aumentaram a degradabilidade potencial e efetiva e a degradabilidade ruminal da matéria seca e da proteína bruta, sendo a maior degradabilidade na silagem com amido de algaroba. As frações de algaroba, na proporção de 30%, constituem uma alternativa viável a serem adicionadas na silagem de capim elefante, pois melhoram o valor nutritivo, favorecem a utilização das frações de carboidratos e proteínas e aumentam a degradabilidade. Dentre as frações de algaroba avaliadas na silagem de capim elefante, o amido é a que proporciona melhores resultados quanto aos parâmetros estudados.

Palavras-chave: avaliação nutricional, conservação de forragem, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*

*Orientadora: Cristiane Leal dos Santos-Cruz, D.Sc., UESB e Co-Orientador: Aureliano José Vieira Pires, D.Sc., UESB.

Abstract

SANTOS, S. **Assessment of elephant grass silage with mesquite fractions.** Itapetinga: UESB, 2011. 81p. (Thesis – Mastership in Zootechny – Production of Ruminants).*

The objective was to determine the nutritive value and ruminal degradability of elephant grass silage with fractions of mesquite. We used a randomized design with four treatments and twelve replicates, and silages made of 100% elephant grass, elephant grass 70% + 30% of full mesquite meal, 70% elephant grass + 30% pod mesquite, 70% elephant grass + 30% starch mesquite. The elephant grass was cut to 100 days of age, with chopped and ensiled fractions of mesquite. After 60 days, the silos were opened and samples collected for pre-drying, grinding and subsequent analysis. The fractions of mesquite provided increased levels of dry matter and improvement in pH and ammonia nitrogen (NH₃-N), favoring a good fermentation process. Silage containing fractions of mesquite had lower amounts of carbohydrates and higher in carbohydrates and no fiber in situ digestibility of dry matter. There was an increase of crude protein, while the levels of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicellulose and lignin fractions decreased with mesquite. Silage with starch mesquite, then those that had bran mesquite and mesquite pods, an increase of non-fibrous carbohydrates. Silages fractions of mesquite was no decrease of fraction B2 with similar values. Silage with mesquite starch showed lower value of the fraction C, and silage with 100% elephant grass, we observed the greatest value of this fraction. For protein fractions, there was increased levels of A, while the highest value was observed in silage starch with mesquite. Since the contents of the fractions B1 + B2 and C were lower in all silages with the fractions of mesquite. In the degradation parameters, we observed that the fractions of mesquite in the elephant grass silage and increased the potential degradability and effective degradability of dry matter and crude protein, with the higher degradability of starch in silage with mesquite. The fractions of mesquite in the proportion of 30% constitutes a viable alternative to be added in the elephant grass silage, because they improve the nutritional value, encourage the use of fractions of carbohydrates and proteins and increase the degradability. Among the fractions of mesquite evaluated in elephant grass silage, starch is the one that provides better results for the parameters.

Key words: forage conservation, nutritional assessment, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*.

* Adviser: Cristiane Leal dos Santos-Cruz, DSc., UESB e Co-adviser: Aureliano José Vieira Pires, DSc., UESB.

3. Introdução Geral

O Nordeste brasileiro é uma região que apresenta uma irregularidade bastante acentuada na distribuição de chuvas, o que reflete negativamente na produção dos rebanhos. Segundo Almeida et al. (2008), esse fato é causado tanto pela produção sazonal de forragem quanto pela variação da composição química das plantas forrageiras, fazendo com que não ocorra o atendimento adequado das exigências nutricionais dos animais na época seca.

A má distribuição das chuvas na região Nordeste faz com que muitos produtores rurais adotem a ensilagem como prática de conservação de alimentos, para manter os rebanhos durante o período seco do ano. O uso de gramíneas tropicais perenes para produção de silagens tem aumentado, tornando-se, atualmente, uma realidade em muitas propriedades rurais (PIRES et al., 2009).

Dentre as forrageiras tropicais com potencial para produção de silagem, o capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum) destaca-se por sua elevada produção de MS, sendo mais de 80 toneladas MS/ha/ano. Entretanto, a presença de alto teor de umidade no momento ideal para o corte e o baixo teor de carboidratos solúveis, na maioria das gramíneas forrageiras, são fatores que inibem o adequado processo fermentativo e dificultam a produção de silagens de boa qualidade (FERRARI JÚNIOR & LAVEZZO, 2001).

O baixo teor de matéria seca das forrageiras é um dos principais fatores responsáveis pela produção de silagem de baixo valor nutritivo. De acordo com Evangelista et al. (2004), para produção de silagem de boa qualidade, a forrageira a ser ensilada deve apresentar teor de matéria seca acima de 20%. Como o capim elefante, no momento ideal de corte, apresenta teor de MS de 15 a 20%, têm sido conduzidos estudos envolvendo a adição de materiais com elevado teor de matéria seca na ensilagem (FERRARI JR. & LAVEZZO, 2001; CARVALHO, 2006).

A ensilagem de gramíneas com elevado teor de umidade favorece perdas de nutrientes durante as diferentes fases do processo (BERNARDINO et al., 2005) e propicia o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, favorecido pela alta atividade da água, em virtude do excesso de umidade da forragem. Além disso, o capim elefante apresenta baixo teor de carboidratos solúveis, o que pode comprometer a redução do pH após o fechamento do silo e, conseqüentemente, a produção de ácido láctico para preservação da massa ensilada. Neste sentido, trabalhos têm sido realizados

em busca de alternativas para aumentar o aporte de carboidratos solúveis no momento da ensilagem do capim elefante (RODRIGUES et al., 2005; CARVALHO et al., 2007a,b,c). Uma estratégia é a adição de ingredientes alternativos regionais, como a algaroba, que podem ser utilizados no processo de ensilagem com o intuito de reduzir os riscos do processo, diminuindo as perdas de matéria seca e melhorando a qualidade das silagens de baixo valor nutritivo.

A algarobeira (*Prosopis juliflora*) é um dos maiores sucessos entre as espécies introduzidas nas regiões semi-áridas (BRAGA et al., 2009) por ser uma leguminosa bastante adaptada ao clima do Nordeste, pois, até mesmo na época seca do ano, ela se mantém bastante vigorosa, frutificando na entressafra da maioria das forrageiras que servem de base na alimentação dos rebanhos. Outro fator é que, de acordo com Stein et al. (2005), a algarobeira concentra seu valor nutritivo nas vagens (frutos), constituindo uma rica fonte de carboidratos com valores de energia bruta comparáveis aos do milho.

Silva et al. (2001), além de mencionarem a excelente palatabilidade da algaroba, apresentaram dados interessantes sobre sua composição, ou seja, a vagem de algaroba apresenta de 25 a 28% de glicose, 11 a 17% de amido, 7 a 11% de proteína, 14 a 20% de ácidos orgânicos, pectinas e demais substâncias.

Devido à grande produção de vagem de algaroba no Nordeste e seu valor nutritivo, considerou-se importante estudar as frações da algaroba, bem como a utilização das mesmas na silagem de capim elefante, no intuito de proporcionar melhoria do valor nutritivo e qualidade da silagem, possibilitando, assim, atender às exigências nutricionais necessárias para produção animal.

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, o fracionamento dos carboidratos e proteína e a degradabilidade ruminal da silagem de capim elefante com frações de algaroba (farelo de algaroba integral, vagem de algaroba e amido de algaroba).

4. Revisão Bibliográfica

4.1. O capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.)

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

Dentre essas formas, o aproveitamento do capim elefante para a ensilagem é estratégico, devido à produção sazonal de forragem nas regiões tropicais. Faria et al. (1995/96) relataram que cerca de 80% do total de forragem produzida ocorre no período chuvoso, ficando os rebanhos sujeitos à escassez de alimentos no período seco.

A ensilagem do capim elefante, como forma de aproveitamento do excedente de forragem produzido no período das águas, é recomendada há pelo menos vinte anos, por permitir sua conservação para suplementação dos animais na estação seca. Com base nas informações em que se associam rendimento forrageiro e valor nutritivo, alturas de 160 a 185 cm e/ou idades de 56 a 80 dias têm sido sugeridas como ideais para o corte do capim elefante para ensilagem (VILELA, 1990).

O maior entrave ao se utilizar o capim elefante na produção de silagem é o alto teor de umidade e a baixa concentração de carboidratos solúveis, no ponto ideal de corte. Assim, silagens produzidas com forrageiras, contendo baixo teor de matéria seca, podem apresentar um produto final (silagem) de baixa qualidade (FERRARI JÚNIOR & LAVEZZO, 2001), devido a maiores perdas por efluente que, por meio de uma solução, nutrientes (carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, proteínas e minerais) de alta digestibilidade são carreados para o solo, além de propiciar o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, devido ao excesso de umidade da forragem. Esse gênero de bactéria é responsável pela diminuição do teor de ácido láctico da ensilagem, evitando o abaixamento do pH, concomitantemente, pela formação de ácido butírico e degradação da proteína (MCDONALD et al., 1991). Quanto mais ácido láctico for produzido em relação aos ácidos acético e butírico, menor é a energia dispendida para a

produção de calor, menores são as perdas por descarboxilação, menor é a formação de gases e mais agradável para os animais, quanto ao sabor e aroma, se torna a silagem (ANDRADE et al., 2003).

De acordo com Ferrari Jr. & Lavezzo (2001), o capim elefante deve ser colhido e picado para ensilagem em um estágio de desenvolvimento, cujo equilíbrio nutritivo esteja adequado, ou seja, quando o rendimento de MS por área e o teor proteico estiverem altos, porém, apresentando baixos conteúdos das frações fibrosas. A umidade elevada propicia, normalmente, condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade em que é grande a decomposição proteica, com evidente queda no valor nutritivo.

Vilela et al. (1995) recomendaram que o corte seja feito quando o capim elefante apresentar de 1,60 a 1,80 m de altura, o que corresponde a uma idade de 8 a 11 semanas, aproximadamente, uma vez que a ensilagem utilizando capim de 2,0 m de altura resulta em volumoso de baixo valor nutritivo, com perdas de matéria seca durante o armazenamento, podendo estas perdas exceder a 30%. Porém, quando o capim é ensilado com menos de 1,50 m de altura, tem-se o inconveniente de se obter baixa produtividade e baixo conteúdo de matéria seca, contribuindo para que haja perda do valor nutritivo durante o armazenamento.

Segundo o NRC (2007), o capim “Napier” aos 30 dias de crescimento apresenta 20,0% de MS; 70,0% de FDN; 14,3% de Lignina; 55,0 % de NDT; 8,7% de PB; 2,2% de proteína indisponível em detergente ácido (PIDA, como % da PB); 8,0% de amido (% dos carboidratos não fibrosos); 3,0% de EE e 9,0% de MM. Já aos 60 dias de crescimento apresenta 23,0% de MS; 75,0% de FDN; 18,7% de Lignina; 53,0% de NDT; 7,8% de PB; 2,2% de PIFDA (% da PB); 8,0% de amido (% dos CNF); 1,0% de EE e 6,0% de MM.

Vasconcelos et al. (2001), trabalhando com capim elefante, encontraram teor de 18,6% de MS para a forragem cortada entre 75 e 84 dias de idade. Rezende et al. (2002) obtiveram 17,5% de MS para o capim elefante cortado aos 70 dias de crescimento. Nussio et al. (1999) descreveram os valores de silagem de capim elefante, cortado aos 60 dias de crescimento, de produção igual a 40 toneladas de MS/ha, 23% de MS; 7,8% de PB; 75% de FDN; 42% de FDA e 57% de NDT.

Segundo McDonald et al. (1991), forrageiras para ensilagem devem conter quantidades relativamente elevadas de carboidratos fermentáveis (13-15%), teor de MS entre 30 e 35% e baixo poder tamponante.

O aumento do teor de umidade facilita a compactação, embora seja indesejável do ponto de vista fermentativo, pois excesso de umidade pode resultar em alta produção de calor, desinteressante pela ocorrência de fermentações indesejáveis e redução da digestibilidade dos nutrientes (ÍTAVO & ÍTAVO, 2008). As perdas por efluentes estão relacionadas à atividade de água, associada ao teor de MS da forragem a ser ensilada e também ao tratamento físico aplicado ao material, no momento do corte ou uso de aditivos.

Na literatura, tem-se que as gramíneas tropicais apresentam elevado teor de umidade e baixo teor de carboidratos solúveis, e esses fatores associados prejudicam, significativamente, o processo fermentativo, proporcionando reduções no consumo voluntário pelos animais (MCDONAL, 1981 & VILELA, 1998). Balsalobre et al. (2001) sugerem que, para se obter silagens de capim elefante de qualidade satisfatória, e perdas reduzidas, partindo de uma forragem com baixos teores de carboidratos solúveis e altos teores de umidade, devem-se corrigir essas restrições com a adição de açúcares e promover aumento nos teores de matéria seca, acelerando, assim, a fermentação inicial para que o pH apresente declínio acelerado.

O teor de MS do material ensilado é um fator importante na determinação do tipo de fermentação predominante na ensilagem (BRITO et al., 2000). Outro agravante do baixo teor de MS é a produção de efluentes que acarretarão em perdas de compostos nutritivos (WEINBERG & ASHBELL, 2002). Para Henderson (1993), teores de MS de silagens entre 25 a 30% são benéficos, uma vez que irão reduzir a produção de efluentes e acarretará em pouco efeito negativo sobre o valor nutritivo da silagem.

Na silagem de capim elefante, por ocorrência de perdas de MS durante as fases do processo (colheita, fermentação, abertura do silo), resulta o fato de que nem todo potencial produtivo da cultura é convertido em silagem de qualidade satisfatória e disponível aos animais. A quantificação dessas perdas e a busca por técnicas que as minimizem, devem ser priorizadas em gramíneas tropicais (NUSSIO et al., 2000).

O problema de excesso de umidade das plantas forrageiras para produção de silagem tem atraído atenção e esforços de muitos pesquisadores, tendo sido realizados diversos trabalhos objetivando a avaliação de alternativas viáveis que possam beneficiar o processo fermentativo de silagens de capim elefante, como a adição de materiais ricos em carboidratos e elevado teor de MS, que funcionam como aditivos absorventes (FERRARI JR. & LAVEZZO, 2001; BERNARDINO et al., 2005; RODRIGUES et al., 2005; CARVALHO et al., 2007b).

4.2. A algaroba

A algarobeira é uma leguminosa arbórea, não oleaginosa, da família *Mimosaceae* (*Leguminosae*, subfamília *Mimosoideae*), pertencente ao gênero *Prosopis*. O desenvolvimento evolucionário das espécies de algaroba do gênero *Prosopis* originou-se no continente africano (África Tropical), onde persiste a *P. africana* e sua migração para o continente americano ocorreu quando estes continentes eram ligados, envolvendo diferentes espécies adaptadas à dispersão, a curta distância, mas de difusão efetiva endozoica, através de pássaros e mamíferos (LIMA & MARCONDES, 2002).

Segundo Silva et al. (2002) a espécie *juliflora* ocorre naturalmente no México, América Central e norte da América do Sul (Peru, Equador, Colômbia e Venezuela). Sua utilização é bastante variada, vai desde a produção de madeira e reflorestamento, bem como, de carvão vegetal, álcool, melaço, apicultura, alimentação animal, podendo assim, ser considerada uma cultura de valor social e econômico.

A algaroba (*Prosopis juliflora* SW D.C) foi introduzida no Brasil há mais de 50 anos, sendo bem difundida no Nordeste, principalmente, por se constituir em uma das raras espécies capazes de possibilitar aos animais e ao homem subsídios necessários para driblar o fenômeno adverso e periódico da seca (SILVA et al., 2002). Portanto, a determinação de parâmetros nutricionais do farelo da vagem da algaroba, que é utilizado para comercialização, é de vital importância para os produtores rurais (SILVA et al. 2001). Entretanto, além de alimentação animal, a algarobeira é utilizada em reflorestamento, produção de madeira, carvão vegetal, estacas e apicultura (ALMEIDA et al., 2003).

A produção anual de vagem de algaroba *in natura* no Nordeste brasileiro pode variar de 0,6 a 1,1 milhão de toneladas, sendo que sua produção se concentra inteiramente nessa região (SILVA et al, 2002a). A produção de vagens por árvore varia consideravelmente. Riveros (1992) cita que a produtividade pode variar de alguns quilos até 400 kg e depende da disponibilidade hídrica para cada planta, fato comprovado posteriormente por Elfadl & Luukkanen (2003), quando avaliaram, no continente africano (Sudão), aumentos de até seis vezes na produtividade de algarobeiras sob irrigação. Lima (1986) encontrou na região semi-árida do Estado de Pernambuco, para algarobeiras plantadas em espaçamento 3 x 2 metros, no quinto ano após o plantio, 6 toneladas de vagens por hectare. Segundo Nobre (1982), a estimativa de produção no Nordeste é de 2 a 8 t de vagens/há/ano, dependendo das condições

edafoclimáticas da região em que estão plantadas e do manejo adotado. Lima (1987) observou produção média de 78 kg de vagem por árvore na região do São Francisco, aos 15 anos de idade.

De acordo com Oliveira (2006), o manejo incorreto e a falta de conhecimento da ecologia da espécie fizeram com que a algaroba se disseminasse por todo o semi-árido. Hoje, estima-se que as áreas ocupadas por algaroba no Nordeste já se aproximam de um milhão de hectares, embora não existam levantamentos que tenham mensurado a real dimensão dessas áreas.

Alguns estudos sobre a utilização da algaroba para várias espécies como bovinos, caprinos, equinos, ovinos e aves têm sido conduzidos com o objetivo de tornar viável sua utilização na alimentação, bem como minimizar os custos da produção animal. As vagens podem ser fornecidas aos animais, inteiras ou moídas, na forma de farelo. Quando moídas, há maior aproveitamento das sementes por parte dos animais, pois é nelas que estão contidos os maiores teores de proteínas. Embora as folhas da algarobeira apresentem alto teor de proteína, elas são de baixa palatabilidade. Provavelmente, isso se deve à presença de tanino. Os taninos são complexos fenólicos polímeros, que variam na estrutura química e nos seus efeitos sobre a atividade biológica (LIMA, 2005).

Quanto ao período de floração e frutificação, a algarobeira, em geral, apresenta dois pontos máximos de produção, com pico nos meses mais secos do ano. O período de frutificação é quase simultâneo ao de floração. Geralmente, os frutos iniciam a maturação 60 a 70 dias após a floração. Na mesma árvore, podem ocorrer, simultaneamente, mais de uma fenofase. O início da floração e da frutificação ocorre na estação seca, finalizando em meados do período chuvoso (LIMA, 2005).

A algarobeira é uma leguminosa que, no Nordeste do Brasil, frutifica no período seco. Os frutos, ao cair das árvores, são consumidos pelos animais diretamente no pasto e/ou colhidos e armazenados. Porém, a ingestão de algaroba em quantidades excessivas pode ocasionar o desenvolvimento da doença “cara torta” em bovinos e caprinos. Embora ainda não esteja esclarecida completamente a etiologia dessa doença, é possível que alcaloides, presentes na algaroba, sejam a causa dos distúrbios neurológicos observados nos animais acometidos de cara torta. Vale ressaltar, no entanto, que estas substâncias podem ser produzidas por fungos presentes na algaroba (HABERMEHL, 1996).

Além das sementes, as vagens são compostas pelo exocarpo, mesocarpo e endocarpo. As sementes situam-se dentro do endocarpo, tornando dificultosa a extração manual. O exocarpo e o mesocarpo perfazem 56% do peso da vagem, enquanto as sementes e o endocarpo 9 e 35%, respectivamente (PASIECZNIK et al., 2001). Os teores de matéria seca (MS) são relativamente constantes (90%), por sua vez, os de proteína bruta (PB) apresentam uma amplitude maior, variando de 7 a 17% (PASIECZNIK et al., 2001).

A vagem da algaroba é comumente utilizada na forma de farelo. A utilização do farelo é recomendada, pois, neste processo, além da incorporação de todos os componentes da vagem, tornando-os mais susceptíveis ao ataque de enzimas e microorganismos do trato gastrintestinal – favorece-se o controle de possíveis fatores antinutricionais termolábeis; reduz-se o ataque de insetos no armazenamento; agrega-se valor ao produto e eliminam-se os casos de perfuração do trato gastrintestinal em ruminantes (SILVA et al., 2002a).

O farelo de vagem de algaroba (FVA) é obtido pela secagem das vagens, a temperaturas que variam entre 60 e 80°C, e posterior moagem (SILVA et al., 2002a). A análise dos componentes da vagem de algaroba, como também do farelo das vagens de algaroba, obtido antes e após a secagem (80°C/10 – 12 h), por meio do fracionamento dos carboidratos e componentes nitrogenados (LICITRA et al., 1996; FOX et al., 2003), possibilita um conhecimento mais amplo sobre o aproveitamento das partes desse alimento e do efeito do processamento para a obtenção do farelo, permitindo a predição do desempenho dos animais ruminantes em diferentes sistemas de produção.

São diversos os autores que recomendam a algaroba na alimentação de ruminantes em substituição ao milho e/ou como componente adicional à dieta (TALPADA & SHUKLA, 1988; NOBRE, 1982; SILVA, 1982; RAVIKALA et al., 1995). Silva et al. (2001), além de mencionarem a excelente palatabilidade da algaroba, apresentam dados interessantes sobre sua composição. Segundo os mesmos, a vagem de algaroba apresenta de 25 a 28% de glicose, 11 a 17% de amido, 7 a 11% de proteínas, 14 a 20% de ácidos orgânicos, pectinas e demais substâncias.

Para o farelo da vagem da algaroba, foram apresentados dados da matéria seca, proteína bruta, digestibilidade da matéria seca, fibra em detergente neutro, lignina, cálcio e fósforo (MS, PB, DMS, FDN, Lig, Ca e P) com valores de 88,54%; 9,34%; 71,13%; 28,79%; 4,96%; 0,31% e 0,17%, respectivamente. Para o milho (grão), apresentou valores de 87,64%; 9,11%; 90,78%; 13,98%; 1,16%; 0,03% e 0,25% e para

o sorgo (grão) 87,90%; 9,54%; 70,32%; 14,21%; 1,21%; 0,04% e 0,28%. Esses dados mostram que, no período de entressafra dos grãos, o farelo da vagem da algaroba pode, servir como alimento alternativo por apresentar valores de MS e PB semelhantes ao do milho e sorgo, que são os principais alimentos utilizados na composição dos concentrados (VALADARES FILHO et al., 2001).

Almeida et al. (2006), avaliando a composição bromatológica de espécies arbóreas e arbustivas no estado de Pernambuco, obteve valores de 52,96 % MS e 17,9% PB para a vagem de algaroba no período seco. Já Stein (2005), avaliando o FVA, encontrou os seguintes resultados: 8,34% de PB, 25,26% de fibra em detergente neutro (FDN), 18,89% de fibra em detergente ácido (FDA), 3,464 Mcal de energia bruta (EB), 0,33% de cálcio e 0,34% de fósforo.

Braga et al. (2009), utilizando diferentes tratamentos térmicos (30°C; 60°C; 80°C; 100°C, 120°C) sob a vagem de algaroba, verificaram valores médios do coeficiente de digestibilidade in vitro da matéria seca (CDIVMS) e da matéria orgânica (CDIVMO) da vagem de algaroba de 74,3% e 73,8%, respectivamente. Estes coeficientes não foram influenciados pelos tratamentos. Entretanto, o fornecimento de calor influenciou a digestibilidade in vitro da fração proteica da vagem de algaroba, revelando um efeito quadrático dos tratamentos, determinando o coeficiente de digestibilidade in vitro da proteína bruta (CDIVPB), máximo (85,6%) à temperatura de 53,6°C, decrescendo a partir desta temperatura.

5. Referências

- ABREU, J. G. **Glyphosate e nitrogênio no controle de *Brachiaria Decumbens* STAPF em capineiras**. 2005. 132f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- ALMEIDA, A.C.S.; FERREIRA R.L.C.; SANTOS, M.V.R. et al.. Avaliação Bromatológica de Espécies Arbóreas e Arbustivas de Pastagens em Três Municípios do Estado de Pernambuco. **Acta Sci. Anim. Sci.**, Maringá, v. 28, n. 1, p. 1-9, Jan./March, 2006.
- ALMEIDA, F.A.C.; SILVA, J.E; ARAUJO, M.E.R. et al..Componentes Químicos e Estudo da Umidade de Equilíbrio em Vagens de Algaroba. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.1, p.43-50, 2003.
- ALMEIDA, P.J.P.; PEREIRA, M.L.A.; SILVA, T.V.B.S. et al. Desempenho Econômico de Ovinos Santa Inês Alimentados com Farelo da Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora*). In: Zootec 2008, João Pessoa, PB. **Anais...** CD ROOM.
- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Inoculantes bacterianos na ensilagem do capim elefante (*Pennisetum purpurem*, Schum) **Brazilian Journ al of Veterinary Research and Animal Science**. v. 40, p. 219-223, 2003.
- BALSALOBRE, M.A.A.; NUSSIO, L.G.; MARTHA Jr., G.B. Controle de perdas na produção de silagens de gramíneas tropicais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2001. p.890-911.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R., ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.
- BRAGA, A. P.; EZEQUIEL, J. M. B.; BRAGA, Z. C. A. C.; MENDONÇA JÚNIOR. A. F. Composição química e digestibilidade da vagem de algarobeira (*Prosopis juliflora*, (sw) dc) submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Caatinga**, v.22, n.1, p 257-263, 2009.
- BRITO, A.F., GONÇALVES, L. C., RODRIGUES, J. A. S., ROCHA JÚNIOR, V. R., RODRIGUEZ, N. M., BORGES, I. Avaliação da silagem de sete genótipos de sorgo [(*Sorghum bicolor* (L) Moench)]. II. Padrão de fermentação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte - MG, v. 52, n. 5 p. 491-497, 2000.
- CARVALHO, G.G.P. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007a.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007b.

- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Valor nutritivo e características fermentativas de silagem de capim elefante com adição de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007c.
- ELFADL, M. A.; LUUKKANEN, O. Effect of pruning on *Prosopis juliflora*: considerations for tropical dryland agroforestry. **Journal of Arid Environments**, v. 53, p. 441 - 455 2003.
- EVANGELISTA, A.R.; PERON, A.J.; AMARAL, P.N.C. Forrageiras não convencionais para silagem – Mitos e realidades. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.463-507.
- FARIA, E.F.S.; GONÇALVES, L.C.; ANDRADE, V.J. de. Comparação de seis tratamentos empregados para melhorar a qualidade da silagem da capim elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) em três idades de rebrota I – 60 dias. **Arquivo da Escola de Medicina Veterinária da UFBA**, v.18, n.1, p.103-125, 1995/96.
- 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.
- FOX, D. G.; TYLUTKI, T. P.; TEDESCHI, L. O; TYLUTKI, T.P; Van AMBURGH, M.E.;CHASE, L.E; A.N; OVERTON, T.R.; TEDESCHI, L.O.; RASMUSSEN C.N; DURBAL, V.M. **The net carbohydrate and protein system for evaluating herd nutrition and nutrient excretion**. New York, Ithaca: Cornell Universit, 2003. 237p.
- HABERMEHL, G. G. Plant toxins. **Toxicon**, v. 34, n. 2, p. 298, 1996.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.35-56, 1993.
- ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F. Estratégias para o uso de subprodutos da agroindústria associados às silagens. In: **Produção e utilização de forragens conservadas**. JOBIM, C.C, CECATO, U, CANTO, MW. (orgs). Maringá:Masson, p.153-195. 2008.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 57, p. 347 – 358, 1996.
- LIMA, L.R.; MARCONDES, A.A. **Álcool carburante: Uma estratégia brasileira**. Curitiba: Editora UFPR, 248p. 2002.
- LIMA, P. C. F. **Espécies vegetais exóticas com potencialidade para o semi-árido brasileiro**. Brasília, DF: Embrapa Semi-Árido, 2005. 340 p.
- LIMA, P. C. F. Produção de vagens de algaroba. **Revista da Associação Brasileira de Algaroba**, Mossoró, v. 1, n. 2, p. 151-170, 1987.
- LIMA, P. C. F. Tree productivity in the semiarid zone of Brazil. **Forest Ecology and Management**, v. 16, n. 1- 4, p. 5 - 13, 1986.
- McDONALD, P. The biochemistry of silage. New York: **John Wiley & Sons**. 226p.1981.
- McDONALD, P.; HENDERSON; A.R. HENDERSON; S.J.E. In: **The biochemistry of silage**. 2 ed. Malow: Chalcombe Publications, p. 167-249, 1991.

- NOBRE, F. V. **Algaroba na alimentação de vacas em lactação**. 1982. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- NRC. 2007. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washington, D.C. 362p.
- NUSSIO, L. G.; LIMA, L. G.; MATTOS, W. R. S. Alimento volumoso para o período da seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE LEITE. **Anais...** Goiânia: CBNA, 2000. p. 85-100.
- NUSSIO, L. G.; LIMA, L. G.; MATTOS, W. S. Produção de volumosos para o inverno. In: SIMPÓSIO DE NUTRIÇÃO ANIMAL. Bovinos Leiteiros. 1., 1999, **Anais**. Espírito Santo do Pinhal: Fundação Pinhalense de Ensino – CREUPI, 1999. p. 75-90.
- OLIVEIRA, F. X. **Impactos da invasão da Algaroba – *Prosopis juliflora* (sw.) DC. – sobre o componente arbustivo-arbóreo da caatinga nas microrregiões do Curimataú e do Seridó nos estados da Paraíba e do Rio Grande do Norte**. 2006. 138 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- PASIECZNIK, N. M.; FELKER, P.; HARRIS, P. J. C.; HARSH, L.N.; CRUZ, G.; TEWARI, J. C.; CADORET, K.; MALDONADO, L.J. **The prosopis juliflora – Prosopis pallida Complex: a monograph**. Coventry UK, HDRA, 2001. 172 p.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagens de capim-elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.422-427, 2009.
- QUEIROZ FILHO, J.L.; SILVA, D.S.; NASCIMENTO, I.S. et al. Produção de matéria seca e qualidade do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar roxo em diferentes idades de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.69-74, 2000.
- RAVIKALA, K.; PATEL, A. M.; MURTHY, K. S.; WADHWANI, K. N. Growth efficiency in feedlot lambs on *Prosopis juliflora* based diets. **Small Ruminant Research**, v. 16, p.227-231, 1995.
- 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.
- RIVEROS, F. The genus *Prosopis* and its potential to improve livestock production in arid and semi arid regions. In: SPEEDY, A.; PUGLIESI, P. (ed), **Legume trees and other fodder trees as protein sources for Livestock**. FAO Animal Production and Health Paper 102, p. 257 – 276 1992.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.
- SILVA, C.G. **Desenvolvimento de um sistema micro-industrial para obtenção de aguardente bidestilada de algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw) DC)**. 108 f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2002.

- SILVA, D. S.; LEITÃO, S. C.; OLIVEIRA FILHO, J.J. Substituição do farelo de trigo (*Triticum vulgare Komarnitzky*) pelo fruto triturado da algarobeira (*Prosopis juliflora* (S. w.) D. C.) In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1982, Natal. **Anais...** Natal: EMPARN, 1982. p.361-379.
- SILVA, E. L.; SILVA, J. H. V.; JORDÃO FILHO, J. Valores energéticos e efeitos da inclusão da Farinha Integral de Vagem de Algaroba (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC.) em rações de poedeiras comerciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2255-2264, 2002a.
- SILVA, S. A; SOUZA, A. G.; CONCEIÇÃO, M. M. et al. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba. **Revista Química Nova**, v.24, n.4, p.460-464, 2001.
- STEIN, R. B. S.; TOLEDO, L. R. A.; ALMEIDA, F. Q. et al. Uso do farelo de vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) D.C.) em dietas para eqüinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1240-1247, 2005.
- TALPADA, P. M.; SHUKLA, P.C. Influence of feeding *Prosopis juliflora* pods on digestibility and balances in lactantes cows. **Indian Journal of Animal Science**, v.58 n.6, p.727-730, 1988.
- VALADARES FILHO, S.C.; ROCHA JR., V.R.; CAPPELLE, E.R. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2001. 297p.
- VASCONCELOS, S. H. L.; BRAGA, A. P.; RIBEIRO, H. U.; OTANI, A. E.; BARRA, B. P.; SILVA, A. C. Efeito da adição de rama de meloeiro (*Cucumis melo* L.) sobre a composição químico-bromatológica da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), cv. Cameron. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. Trabalho 0427. CD ROM.
- VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. Aditivos na produção de ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...**, Botucatu: SBZ, 1998. p.73.
- VILELA, D. Utilização do capim elefante na forma de forragem conservada. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM ELEFANTE. **Anais...** Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 1990. p.89-131.
- VILELA, D.; SILVA, J. F. C.; GOMIDE, J. A.; CASTRO, A.C.G. Suplementação energética da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), com alto nível de uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 4, p. 256-76, 1995.
- WEINBERG, Z.G., ASHBELL, Engineering aspects of ensiling. **Biochemical Engineering Journal**, v.13, p. 181-188, 2002.

CAPITULO I

Composição bromatológica e fracionamento de carboidratos e proteína da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Resumo

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) e fracionamento de carboidratos e proteína da silagem de capim elefante com frações de algaroba. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e doze repetições, sendo as silagens com: 100% de capim elefante (controle); 70% de capim elefante + 30% de farelo de algaroba integral; 70% de capim elefante + 30% de vagem de algaroba; 70% de capim elefante + 30% de amido de algaroba. O capim elefante foi cortado com 100 dias de idade, triturado e ensilado com as frações de algaroba. Após 60 dias, os silos foram abertos e as amostras foram coletadas para a pré-secagem, moagem e posteriores análises. Houve aumento dos teores de MS nas silagens com as frações de algaroba e melhoria nos valores de pH e N-NH₃, favorecendo um bom processo fermentativo. As silagens contendo frações de algaroba tiveram menores teores de carboidratos totais e maiores teores de carboidratos não fibrosos e digestibilidade *in situ* da matéria seca. Também houve aumento nos teores de PB. Já os níveis de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina diminuíram com as frações de algaroba. Na silagem com amido de algaroba, seguida das que continham farelo e vagem de algaroba, houve aumento de carboidratos não fibrosos (A+B1). Nas silagens com as frações de algaroba, foi observada diminuição da fração B2 e apresentaram valores semelhantes entre si. Na silagem com amido de algaroba, foi verificado menor valor da fração C e, na silagem com apenas capim elefante, foi verificado o maior valor desta fração. Para as frações proteicas, foi verificado aumento dos teores da fração A, com maior valor encontrado na silagem com amido de algaroba. Já os teores das frações B1+B2 e C diminuíram nas silagens com as frações de algaroba. As frações de algaroba favorecem a obtenção de silagem com bom valor nutritivo, melhora os componentes de carboidratos e proteína das silagens de capim elefante, sendo que o amido de algaroba proporciona melhores resultados.

Palavras-chave: valor nutritivo, ensilagem, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*.

CHAPTER I

Chemical composition and fractionation of carbohydrates and protein of elephant grass silage with fractions of mesquite

Abstract

The aim of this study was to evaluate the chemical composition, in situ digestibility of dry matter (ISDMD) and fractionation of carbohydrates and protein of elephant grass silage with fractions of mesquite. We used a randomized design with four treatments and twelve replicates, and silage with 100% elephant grass (control), 70% elephant grass + 30% of full mesquite meal, 70% elephant grass + 30 % mesquite pods and 70% elephant grass + 30% starch mesquite. The elephant grass was cut to 100 days of age, with chopped and ensiled fractions of mesquite. After 60 days, the silos were opened and samples were collected for pre-drying, grinding and subsequent analysis. There was an increase of DM in the silage with the fractions of mesquite and improvement in pH and NH₃-N, favoring a good fermentation process. Silage containing fractions of mesquite had lower levels of carbohydrates and higher levels of carbohydrates and no fiber in situ digestibility of dry matter. Was also higher in CP content. The levels of neutral detergent fiber, acid detergent fiber, cellulose, hemicellulose and lignin fractions decreased with mesquite. Silage with mesquite starch, followed by containing bran and mesquite pods, an increase of non-fibrous carbohydrates (A + B1). Silage treated with the fractions of mesquite reduction was observed and the fraction B2 showed similar values. Silage with mesquite starch was observed lower value of C fraction and, with only elephant grass silage, there was the highest value of this fraction. For the protein fractions was observed increased levels of fraction A with the highest value found in silage starch with mesquite. Since the contents of the fractions B1 + B2 and C decreased in the silages with the fractions of mesquite. The fractions of mesquite favor to obtain silage with good nutritional value, improves carbohydrate and protein components of elephant grass silages, and the mesquite starch gives better results.

Key Words: nutritive value, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*, silage.

6.3.Introdução

O uso de silagens de gramíneas tropicais é uma prática comum na produção de ruminantes no Brasil, como forma de utilização do excedente da produção forrageira do período chuvoso, para reduzir o problema de escassez de alimento no período seco. Entre as forrageiras utilizadas com esta finalidade, o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) tem se destacado em pesquisas realizadas no País (BERNARDINO et al., 2005; CARVALHO et al., 2007a), principalmente, por apresentar elevada produção de MS (ANDRADE & LAVEZZO, 1998). Apesar do potencial para produção de silagem, o baixo teor de carboidratos solúveis dessa forrageira é fator limitante e, portanto, se contrapõe aos parâmetros recomendados e referenciados para produção de silagem de boa qualidade.

A ensilagem de gramíneas com baixo teor de carboidratos solúveis favorece as perdas de matéria seca durante o processo de ensilagem (BERNARDINO et al., 2005) e, aliada ao elevado teor de umidade da forrageira, propicia o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*. Alternativas para aumentar o teor de MS e o aporte de carboidratos solúveis no material a ser ensilado têm sido amplamente estudadas em todo o país, como a técnica de emurchecimento do capim (CARVALHO et al., 2007a) e/ou uso de aditivos, como polpa cítrica (RODRIGUES et al., 2005), co-produtos da indústria do suco de caju (FERREIRA et al., 2004), farelo de mandioca (FERRARI Jr. & LAVEZZO, 2001) e farelo de trigo (ZANINE et al., 2006).

A algarobeira (*Prosopis juliflora* (SW) D.C.) é uma leguminosa arbórea, introduzida no Brasil no Estado do Pernambuco, na década de 40, a partir de sementes oriundas do Peru. Desde então, principalmente as vagens, vêm sendo usadas como suplemento ou parte integrante de rações na alimentação animal, objetivando-se a substituição do milho ou de outra fonte de energia nas dietas de ruminantes (BARROS & QUEIROZ FILHO, 1982; RAVIKALA et al., 1995; MAHGOUB et al., 2005). As vagens foram também utilizadas na ensilagem com gramíneas próprias das regiões desérticas, o que resultou, mesmo sem o uso de aditivos (ureia ou melaço), em silagens de boa qualidade (PANCHOLY e MALY, 1999).

As quantidades de carboidratos solúveis, de acordo com Valadares Filho et al. (2006), são de 54,16 e 19,90% para o farelo da vagem de algaroba e o fubá de milho, respectivamente, sendo a inclusão das frações de algaroba uma alternativa a ser utilizada para minimizar as limitações apresentadas pelo capim elefante na ensilagem.

Nos sistemas usuais de produção animal, os ruminantes obtêm a maioria dos nutrientes a partir de volumosos, salientando a necessidade de utilização de modelos mecanicistas para descrever a relação entre a composição bromatológica dos alimentos consumidos e a predição do desempenho animal (FOX et al., 1992) a partir da ação dos microrganismos ruminais e, portanto, para sua adequada caracterização, os nutrientes devem ser fracionados (SNIFFEN et al., 1992).

O Sistema Cornell (CNCPS - Cornell Net Carbohydrate and Protein System) fraciona os carboidratos e as proteínas da dieta de acordo com a natureza química e, como tal, influencia na utilização dos mesmos pelos microrganismos ruminais, primeiramente, e, em seguida, pelo organismo animal. Assim, a caracterização das frações que constituem os carboidratos dos alimentos, obtidos em condições tropicais, constitui instrumento valioso para formulação de dietas visando à maximização do crescimento microbiano ruminal e, conseqüentemente, a melhor predição do desempenho dos animais (CARVALHO et al., 2007a).

Como a algaroba e suas frações apresentam potencial para utilização na ensilagem de capim elefante, é de suma importância a obtenção dos dados de composição e fracionamento dos carboidratos e proteínas das silagens produzidas.

Objetivou-se determinar a composição químico-bromatológica, digestibilidade *in situ da* matéria seca (DISMS) e o fracionamento de carboidratos e proteína da silagem de capim elefante com frações de algaroba (farelo de algaroba integral, vagem de algaroba e amido de algaroba).

6.4. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido nos laboratórios da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos - UECO, Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* Juvino Oliveira, no município de Itapetinga, BA. Foi utilizado o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) proveniente de capineira já estabelecida no próprio campus da Universidade.

No momento do corte, o capim elefante apresentou 1,80 m de altura, sendo cortado, manualmente, após 100 dias de desenvolvimento e, em seguida, picado em partículas de 2 cm, em máquina ensiladeira acoplada ao trator. As frações da algaroba (farelo integral, vagem picada e amido) foram adquiridas na Empresa RIOCON Fazendas Reunidas Rio de Contas Ltda, na cidade de Manoel Vitorino, BA.

Antes da ensilagem, foram colhidas amostras do 500g de capim elefante e das frações de algaroba para análises de composição bromatológica, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002) (Tabela 1). A silagem foi preparada com 30% de cada fração de algaroba, com base na matéria natural do capim elefante, adicionadas à forragem recém-picada.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e doze repetições, totalizando quarenta e oito unidades experimentais, sendo os tratamentos de quatro silagens: a) 100% de capim elefante (CE); b) 70% de capim elefante + 30% de farelo de algaroba integral (FA); c) 70% de capim elefante + 30% de vagem de algaroba (VA); d) 70% de capim elefante + 30% de amido de algaroba (AA). O material foi pesado e homogeneizado de acordo com as silagens, sendo, posteriormente, compactado nos silos com a utilização de “soquetes” de concreto e pisoteio humano. Em seguida, ensilado em tambores de alumínio, com capacidade de 200 litros, compactado a uma densidade de 500 kg/m³, vedados com lona plástica e armazenados por 60 dias.

Tabela 1. Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), carboidratos totais, carboidratos não fibrosos e digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) do capim elefante e das frações da algaroba antes da ensilagem

Variáveis (%)	Capim elefante	Frações de Algaroba		
		Farelo de algaroba	Vagem de algaroba	Amido de algaroba
Matéria seca	23,6	84,2	76,8	83,4
Proteína bruta ¹	4,6	10,8	10,8	10,0
Extrato etéreo ¹	2,9	3,4	1,6	1,9
Matéria mineral ¹	11,6	4,0	4,1	4,3
Matéria orgânica ¹	88,4	96,0	95,9	95,7
Fibra em detergente neutro ¹	76,2	37,8	32,0	10,6
Fibra em detergente ácido ¹	56,6	28,2	22,3	7,2
Celulose ¹	44,0	22,9	17,6	5,6
Hemicelulose ¹	19,7	9,6	9,7	4,4
Lignina ¹	8,3	5,00	4,3	1,2
FDNcp ¹	70,6	33,9	28,6	9,2
NIDA ²	13,2	3,8	4,0	0,6
NIDN ²	20,6	10,7	11,1	0,8
Carboidratos totais ¹	80,9	81,8	83,5	83,8
Carboidratos não fibrosos ¹	4,7	44,0	51,5	73,2
DISMS ¹	43,3	72,7	84,4	96,9

1 = % da matéria seca; 2 = % do nitrogênio total.

Após o período de armazenamento, os silos foram abertos e, aproximadamente, 500g de amostras foram colhidas, sendo acondicionadas em freezer até pré-secagem. As amostras das silagens foram descongeladas à temperatura ambiente, por um período de, aproximadamente, 12 horas, e pré-secas por 72 horas em estufa de ar forçado, regulada para 55°C. Para moagem, utilizou-se moinho (tipo *Willey*) com peneira de malha de 1 mm de diâmetro, e as amostras foram armazenadas em recipientes de plástico branco de até 250 gramas. Na amostra pré-seca, foram determinados os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), nitrogênio total (NT), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente

ácido (FDA), celulose, hemicelulose e lignina, conforme metodologia recomendada por Silva & Queiroz (2002). O nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) foram determinados segundo a metodologia descrita por Licitra et al. (1996), sendo expressos como porcentagem do nitrogênio total.

Os teores de carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados conforme metodologia de Sniffen et al. (1992), de acordo com as seguintes equações:

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

$$CNF = CT - FDN$$

Na silagem *in natura*, foi utilizada 50g de amostra para determinar o nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e potencial hidrogeniônico (pH). O teor de N-NH₃, em porcentagem do N-total, foi estimado segundo Cunniff (1995).

A digestibilidade da matéria seca foi avaliada pelo método de incubação *in situ* (DISMS), incubando todos os tratamentos e respectivas repetições por um período de 48 horas, utilizando-se um novilho mestiço Holandês × Gir, com 450 kg de peso corporal, castrado, canulado no rúmen.

As amostras utilizadas na incubação ruminal foram moídas em peneira com crivos de 1 mm e acondicionadas em sacos de tecido-não-tecido (TNT) com dimensão de 5 × 5 cm, em quantidade de, aproximadamente, 0,5 g de MS/saco, buscando-se manter relação próxima de 20 mg de MS/cm² de área superficial do saco (NOCEK, 1998). Após 48 horas de incubação ruminal, todos os sacos foram lavados manualmente, em água corrente, até o momento em que a água ficasse transparente. Em seguida, os sacos foram secos em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas, e pesados imediatamente para determinação da digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS).

A porcentagem de carboidratos fibrosos (CF) foi obtida a partir da FDN corrigida para seu conteúdo de cinzas e proteínas (FDN_{CP}); os carboidratos não-fibrosos (CNF), que correspondem às frações A+B1, pela diferença entre os carboidratos totais e a FDN_{CP} (Hall, 2003); e a fração C, pela FDN indigestível (FDNi) após 240 horas de incubação *in situ* (CASALI et al., 2008). A fração B2, que corresponde à fração disponível da fibra, foi obtida pela diferença entre a FDN_{CP} e a fração C.

As frações proteicas foram obtidas conforme método descrito pela AOAC (2000). A fração A, que corresponde ao nitrogênio não proteico (NNP), foi determinada

a partir da adição de água destilada (5 mL), em aproximadamente, 0,5 g de amostra, deixando a solução em repouso por 30 minutos. Após decorrer o tempo, o material foi centrifugado a 10.000 rpm, por 20 minutos. Em seguida, adicionaram-se 5 mL de solução de ácido tricloroacético a 20% e deixou-se descansar por três horas. Decorrido o período, o material foi novamente centrifugado a 10.000 rpm, por 20 minutos, coletando-se 2 mL do sobrenadante, o qual foi transferido para um tubo de determinação de nitrogênio. Procedeu-se, então, a estimativa normal do teor de nitrogênio no líquido pelo método Micro Kjeldahl, para quantificação dos compostos nitrogenados não proteicos. A fração B3 da proteína foi obtida pela diferença entre NIDN e NIDA, e para fração C foi considerado o NIDA, ao passo que a proteína verdadeira solúvel em detergente neutro (frações B1+B2) foi obtida pela diferença entre as frações A, B3 e C, como se segue: $B1+B2 = 100-[NNP+(NIDN-NIDA)+NIDA]$.

De maneira resumida, as frações proteicas foram estimadas como se segue:

Fração A = NNP;

Frações (B1+B2) = $100-[NNP+(NIDN-NIDA)+NIDA]$;

Fração B3 = NIDN – NIDA;

C = NIDA.

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e a comparação de médias foi feita pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o PROC GLM do SAS (2001).

6.5. Resultados e Discussão

Verificou-se efeito ($P < 0,0001$) na silagem de capim elefante com frações de algaroba sobre o teor de matéria seca (MS). O valor de MS aumentou de 23,1%, na silagem com 100% de capim elefante, para 37,3, 36,2 e 36,6% nas silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Valores médios da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo e matéria mineral da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Nutrientes ¹	Silagens				CV(%) ³
	100% CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA	
Matéria seca	23,1 b	37,3 a	36,2 a	36,6 a	5,0
Matéria orgânica	88,3 b	91,4 a	91,0 a	91,3 a	0,6
Proteína bruta	3,1 b	9,1 a	8,7 a	9,1 a	10,5
Extrato etéreo	2,2 a	2,1 a	2,1 a	2,5 a	39,0
Matéria mineral	11,7 a	8,6 b	9,0 b	8,7 b	5,2

1 = % da matéria seca; 2 = % do nitrogênio total; 3 = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. CE= capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

O aumento do teor de MS na silagem de capim elefante pode ser explicado pelo elevado teor de MS nas frações de algaroba, 84,2, 76,8 e 83,4% para farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente, quando comparadas ao capim elefante, 23,6% (Tabela 1). Estes resultados demonstram que a algaroba e suas frações possuem potencial de uso como sequestrante de umidade em forrageiras ensiladas com baixo teor de MS, já que o capim elefante, em seu estágio vegetativo em que apresenta bom valor nutritivo, não coincide com o teor ideal de MS, necessitando, portanto, de um pré-tratamento antes da ensilagem.

Estes valores de MS são superiores ao nível mínimo de 30%, o que, provavelmente, segundo McDonald (1981), favorecerá um bom processo fermentativo. Batista et al. (2006), avaliando os efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim elefante, observaram que o aumento da porcentagem de vagem de algaroba na silagem proporcionou aumento linear ($P < 0,05$) nos teores de MS das silagens. Estudos feitos por Rêgo (2008)

verificaram valor de 20,9% de MS na silagem sem aditivo a 29,2% de MS nas silagens contendo 15% do farelo. Estes valores foram inferiores aos encontrados nesta pesquisa.

Para Henderson (1993), teores de MS de silagens entre 25 a 30% são benéficos, uma vez que irão reduzir a produção de efluentes e acarretará em pouco efeito negativo sobre o valor nutritivo da silagem. No entanto, deve-se ressaltar que não apenas o teor de MS determina boa qualidade da silagem, ou uma fermentação desejada, como também os teores de carboidratos solúveis da forrageira podem favorecer adequada fermentação (CÂNDIDO, 2000).

Os teores de matéria orgânica foram significativos ($P < 0,0001$) nas silagens com frações de algaroba, sendo que, para a silagem com 100% de capim elefante, o valor foi de 88,3%, enquanto que, para as silagens com farelo de algaroba, vagem de algaroba e amido de algaroba, foram superiores e semelhantes, com valores médios de 91,4; 91,0; 91,3%, respectivamente (Tabela 2). Este resultado pode ser explicado pelo menor teor de matéria mineral das frações em relação ao capim elefante, possibilitando, assim, aumento no teor de matéria orgânica das silagens, já que as frações possuem valores significativos de matéria orgânica desta variável.

Os teores de proteína bruta (PB) foram influenciados ($P < 0,0001$) nas silagens contendo frações de algaroba. Houve aumento deste nutriente nas silagens que continham as frações de algaroba. Os resultados médios encontrados foram 3,1% na silagem com 100% de capim elefante, enquanto que, nas silagens contendo farelo, vagem e amido de algaroba, os valores encontrados foram de 9,1; 8,7 e 9,1%, respectivamente, com semelhança entre estas silagens (Tabela 2). Estes valores estão acima dos 6 a 8% citados por Mertens (1994) como os teores mínimos para que esse nutriente não seja limitante à fermentação dos carboidratos estruturais pela flora microbiana do rúmen.

O aumento do teor de PB pode ser explicado devido ao considerável valor deste nutriente nestas frações em relação ao capim elefante, o que proporcionou incremento na qualidade da silagem (Tabela 1). Houve diminuição do teor de PB no capim elefante, antes da ensilagem, de 4,6%, para 3,1%, após abertura dos silos, provavelmente, devido ao alto teor de umidade do capim elefante, que pode ter prejudicado a fermentação, propiciando maior degradação das proteínas durante o período de fermentação da silagem, que, conseqüentemente, reduziu o teor de PB da silagem do capim. É comum a perda de compostos nitrogenados solúveis no efluente, quando a umidade no interior da massa ensilada é elevada (SOUZA et al., 2003).

Os resultados observados nesta pesquisa indicam que a utilização de algaroba, bem como suas frações, é eficiente para elevar o teor de PB da silagem de capim elefante, apresentando melhor valor nutricional, quando comparada às silagens com apenas o capim elefante. Rêgo (2008) observou aumento do teor de PB quando incluiu 15% do farelo da vagem de algaroba à ensilagem de capim elefante. As silagens atingiram 9,5% de proteína bruta, acima do tratamento testemunha (sem aditivo). Os teores de extrato etéreo não foram influenciados ($P=0,6348$) nas silagens de capim elefante contendo frações de algaroba (Tabela 2).

Comparando os teores de matéria mineral das silagens estudadas, observou-se decréscimo deste nutriente, quando adicionadas as frações de algaroba, obtendo variação de 11,7 a 8,6% entre as silagens, devido ao baixo teor deste componente presente nas frações em relação ao capim elefante que possui maior valor de matéria mineral, 11,6%, (Tabela 1), proporcionando diminuição ($P<0,0001$) nas silagens. Rêgo (2008) também verificou diminuição nos teores de matéria mineral das silagens de capim elefante, contendo diferentes níveis de farelo de vagem de algaroba.

Observou-se diferença ($P<0,0001$) entre as silagens para o valor de pH. Os valores de pH das silagens com frações de algaroba foram inferiores àquela sem as frações. Os menores valores foram observados nas silagens com farelo de algaroba e amido de algaroba, com 4,1 e 4,2%, respectivamente (Tabela 3), sendo semelhantes entre si, e a silagem com 100% de capim elefante apresentou valor superior aos demais, 4,7%.

Os menores valores de pH, nas silagens contendo as frações de algaroba, podem ser explicados pela maior disponibilidade de carboidratos solúveis presentes nestas frações, conduzindo, possivelmente, a produção de ácido láctico, provocando queda mais rápida do pH. McDonald et al. (1991) relataram que, se os níveis de carboidratos solúveis do material ensilado são altos, as bactérias ácido-láticas serão extremamente ativas, resultando em silagens de baixo pH e com alto conteúdo de ácido láctico.

Tabela 3. Valores médios de pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃), carboidratos totais e carboidratos não fibrosos da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Variáveis	Silagens				CV(%)
	100% CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA	
pH	4,7 a	4,1 c	4,3 b	4,2 bc	3,2
N-NH ₃ ²	1,3 a	0,5 b	0,3 c	0,3 bc	29,3
Carboidratos totais ¹	83,1 a	80,2 b	80,1 b	79,7 b	1,6
Carboidratos não fibrosos ¹	2,6 c	16,4 b	14,4 b	25,1 a	23,3

1 = % da matéria seca; 2 = % do nitrogênio total; 3 = Coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. CE= capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

Segundo Van Soest (1994), em silagens convencionalmente conservadas, alto pH é indicativo de maior produção dos ácidos butírico e acético. Estas são características dos processos de fermentações indesejáveis. Embora o valor de pH da silagem não seja considerado, isoladamente, um bom indicador para avaliação das fermentações (BERNARDINO et al., 2005), pode-se sugerir que as silagens com as frações de algaroba apresentaram bom padrão de conservação, sendo que as silagens as quais foram associadas ao farelo de algaroba e amido de algaroba, resultaram em valor de pH dentro da faixa considerada ideal por McDonald et al. (1991), que é de, aproximadamente, 3,5 a 4,2.

O valor de pH é um parâmetro de pouca importância, quando avaliado isoladamente, pois, para uma silagem ser considerada de boa qualidade, necessita que ocorra um abaixamento rápido do pH, de modo a não elevar os teores de N-NH₃ (% do N total). Batista et al. (2006) encontraram efeito tanto para as silagens compostas apenas de capim, como para aquelas com até 66% de vagens de algaroba, que apresentaram pH dentro da faixa aceitável para boa fermentação, indicando possível inibição de microrganismos responsáveis pela fermentação secundária. Os adequados valores de pH, associados aos baixos valores de N-NH₃ das silagens contendo algaroba, confirmam a ocorrência de fermentações satisfatórias, com mínimas perdas em valor nutritivo.

Verificou-se efeito ($P < 0,0001$) das frações de algaroba na silagem de capim elefante para os teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃, %NT) (Tabela 3). A silagem com 100% de capim elefante apresentou maior teor de nitrogênio amoniacal, 1,3%, e as demais silagens apresentaram menores valores, 0,5;

0,3 e 0,3% para as silagens com farelo de algaroba, vagem de algaroba e amido de algaroba, respectivamente.

Os resultados foram inferiores aos encontrados por Batista et al. (2006), quando avaliaram adição de vagens de algaroba ao capim elefante e encontraram valores de 3,4; 1,2 e 1,1% para a silagem com 100% de capim elefante e para as silagens com 33 e 66% de vagens de algaroba na silagem de capim elefante, respectivamente. Conforme observado na tabela 3, os teores de N-NH₃ são baixos, além de se apresentarem dentro de uma faixa considerada desejável, indicam que, durante o processo fermentativo, houve reduzida degradação da PB, com preservação das proteínas e compostos nitrogenados. A silagem contendo farelo de algaroba foi similar à silagem com amido de algaroba, sendo esta semelhante àquela com vagem de algaroba.

Foi verificado efeito ($P < 0,0001$) para os teores de carboidratos totais (CT) nas silagens com as frações de algaroba. Os valores médios obtidos nas silagens foram: 83,1% para silagem com 100% de capim elefante e 80,2; 80,1 e 79,7%, para as silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente (Tabela 3). Observando os resultados, pode-se verificar que os teores de CT diminuíram, quando adicionadas as frações. O maior valor foi observado na silagem sem as frações, 83,1%, e as demais silagens foram semelhantes entre si para esta variável.

Os resultados dos CT podem ser atribuídos à utilização dos carboidratos solúveis pelas bactérias, durante a fase anaeróbica e/ou pelas perdas por efluentes, ressaltando que a maior parte de carboidratos totais presentes é composta por carboidratos fibrosos que constituem a parede celular. Rêgo (2008) observou diminuição do teor de carboidratos totais das silagens à medida que foi incluindo o farelo da vagem de algaroba.

Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram influenciados ($P < 0,0001$) com os das frações de algaroba na silagem de capim elefante. Os valores médios encontrados variaram entre 2,6% na silagem com 100% de capim elefante e 25,1% na silagem com amido de algaroba (Tabela 3).

Observando os dados na tabela 3, verifica-se que, dentre as frações de algaroba, o amido favoreceu melhor resultado nos teores de CNF na silagem de capim elefante, com maior valor (25,1%), proporcionando uma melhor qualidade nutricional, aumentando, assim, a digestibilidade da silagem. Já nas silagens com as outras frações, os valores foram menores em relação às que tiveram o amido de algaroba, mas também demonstraram teores superiores àquela que não tinha as frações. Em trabalhos

semelhantes realizados por Rêgo (2008), foi verificado aumento dos teores de carboidratos não fibrosos das silagens de capim elefante, com diferentes níveis de inclusão do farelo de algaroba.

Dessa forma, pode-se inferir que a melhoria nas características fermentativas e que os maiores valores de CNF, encontrados nas silagens contendo frações de algaroba, no presente estudo, deve-se, principalmente, aos maiores teores de carboidratos não fibrosos presentes nestas frações, como pode ser verificado na tabela 1. O menor valor encontrado na silagem com 100% de capim elefante (2,6%) pode ser em função do baixo teor de carboidratos solúveis no capim elefante e também pela utilização destes nutrientes no processo de fermentação.

Para as silagens com as frações de algaroba, observou-se diminuição ($P < 0,0001$) do teor FDN em relação à silagem de capim elefante sem as frações, com valores médios que reduziram de 80,5% para 54,7% para as silagens com 100% de capim elefante e com amido de algaroba, respectivamente (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Nutrientes	Silagens				CV(%) ³
	100% CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA	
Fibra em detergente neutro ¹	80,5 a	63,8 b	65,7 b	54,7 c	4,2
Fibra em detergente ácido ¹	62,7 a	46,5 b	48,7 b	39,6 c	5,8
Celulose ¹	49,2 a	35,5 b	36,9 b	30,7 c	6,8
Hemicelulose ¹	17,8 a	17,3 a	17,1 ab	15,1 b	11,0
Lignina ¹	9,7 a	8,2 b	8,1 b	6,6 c	10,1
NIDN ²	23,3 a	14,1 c	19,8 b	13,9 c	16,6
NIDA ²	19,6 a	11,2 b	12,9 b	11,6 b	17,0

1 = % da matéria seca; 2 = % do nitrogênio total; 3 = coeficiente de variação.

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. CE= Capim elefante; FA = Farelo de algaroba; VA = Vagem de algaroba; AA = Amido de algaroba.

O amido de algaroba proporcionou melhor teor de FDN, 54,7%, na silagem de capim elefante, e nas demais silagens contendo as outras frações, os valores desta variável foram semelhantes. Já a silagem com 100% de capim elefante apresentou maior valor, 80,5%. Esta maior porcentagem de FDN, possivelmente, pode ser explicada pelo

menor teor de MS observado nesta silagem, conseqüentemente, ocasionando maior perda de componentes solúveis e aumentando, desta forma, os componentes da fração fibrosa.

O efeito das frações de algaroba de reduzir o teor de FDN das silagens pode ser atribuído ao seu menor teor presente nessas frações: farelo de algaroba, 37,8%; vagem de algaroba, 32,0%; e amido de algaroba, 10,6%, quando comparado ao capim elefante, 76,2% (Tabela 1), ocorrendo efeito de diluição da fração fibrosa da silagem como um todo. Batista et al. (2006) observaram redução do conteúdo de FDN ao adicionarem vagens de algaroba na ensilagem do capim elefante. Estudos feitos por Rêgo (2008), também foi observado redução linear dessa característica para a adição do farelo da vagem de algaroba.

Apesar da redução no teor de FDN, as silagens, com exceção daquela que foi adicionada com amido de algaroba, ainda apresentaram valores de FDN limitados, pois o elevado teor deste componente pode acarretar menor ingestão de MS, em razão do efeito físico de enchimento do rúmen pelo material excessivamente fibroso, reduzindo a taxa de passagem do alimento pelo trato digestório (RESENDE et al. 1994).

Nutricionalmente, teores elevados de FDN não são desejados em dietas para ruminantes. Apesar dos microrganismos ruminais converterem fibra em energia (ácidos graxos voláteis), existem trabalhos (CARVALHO et al., 2006; HUBNER et al., 2008) relatando seu efeito deletério sobre o consumo, quando presente no alimento em altas concentrações, podendo causar repleção ruminal. Em consonância com essa afirmativa, destaca-se a melhoria ocorrida na fração fibrosa das silagens com a utilização das frações de algaroba neste estudo, as quais possuem baixos teores de FDN em detrimento do capim elefante.

Na silagem com 100% de capim elefante, foi observado aumento na porcentagem de FDN, 80,5% (Tabela 4), em comparação ao capim antes da ensilagem, 76,2% (Tabela 1). Isso pode ser explicado pela perda de efluentes desta silagem em decorrência do menor teor de MS.

O mesmo efeito da variável FDN foi verificado para FDA e celulose. Houve redução ($P < 0,0001$) destes componentes quando adicionados às frações de algaroba na silagem de capim elefante. Os valores médios encontrados de FDA foram 62,7% para silagem com 100% de capim elefante, 46,5% para silagem contendo farelo de algaroba, 48,7% para silagem com vagem de algaroba e 39,6% para silagem com amido de algaroba. Já os valores médios encontrados para a variável celulose foram de 49,2; 35,5;

36,9 e 30,7% para as silagens com 100% de capim elefante e com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente (Tabela 4), sendo que a melhor foi a silagem contendo amido de algaroba, que apresentou os menores teores destes nutrientes.

As outras silagens com as frações foram semelhantes entre si e a silagem com 100% de capim elefante apresentou maior valor destes componentes.

Assim como para a FDN, este efeito foi devido aos menores valores de FDA, 28,2; 22,3 e 7,2%, e celulose, 22,9; 17,6 e 5,6%, presentes na parede celular das frações de algaroba (farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente), em relação à do capim elefante, com 56,6% de FDA e 44,0% de celulose (Tabela 1), ocorrendo, assim, efeito de diluição destes componentes nas silagens.

Batista et al. (2006) observaram que, com o aumento da inclusão de vagem de algaroba à silagem de capim elefante, ocasionou redução linear nos teores de FDN e FDA, o que pode ser explicado pelo menor teor dessas frações na algaroba, como ocorreu neste estudo. Esses resultados estão de acordo com os registrados por Braga et al. (1999), ao adicionarem vagem de algarobeira triturada (0, 6, 12, 18, 24 e 30%) à silagem de capim elefante. De acordo com Van Soest (1994), altos teores de FDA podem comprometer a digestibilidade da MS.

Houve redução ($P=0.0063$) do teor de hemicelulose ao serem adicionadas as frações de algaroba na silagem de capim elefante. Os valores médios encontrados obtiveram variação de 17,8% a 15,1% para a silagem com apenas capim elefante e silagem com amido de algaroba, respectivamente (Tabela 4).

A porcentagem de hemicelulose diminuiu nas silagens contendo as frações de algaroba (Tabela 4), sendo que a silagem com 100% de capim elefante e as silagens com farelo de algaroba e a vagem de algaroba foram superiores e semelhantes entre si, e diferentes do tratamento com amido de algaroba, que obteve menor valor (15,1%) e foi semelhante à silagem com vagem de algaroba (17,1%). Estes resultados podem estar relacionados com o menor teor de hemicelulose presente nas frações farelo de algaroba, com 9,6%, vagem de algaroba, 9,7% e 4,4%, no amido de algaroba, quando comparado com o capim elefante, 19,7% (Tabela 1). Rêgo (2008) observou que não houve diferença no teor de hemicelulose pela adição do farelo de vagem de algaroba à ensilagem de capim elefante, apesar de se ter menor percentual de hemicelulose no farelo da vagem de algaroba (9,1%) em comparação ao capim elefante.

Os dados estatísticos observados para a variável lignina revelaram que, com a utilização das frações de algaroba na silagem de capim elefante, houve redução ($P < 0,0001$) deste componente nas silagens em relação à silagem sem as frações.

O menor teor de lignina foi observado na silagem com amido de algaroba, 6,6%, e o maior valor na silagem com 100% de capim elefante, 9,7% (Tabela 4). Como esta fração continha teor de lignina inferior ao do capim elefante, 1,2% (Tabela 1), esperava-se que, com a inclusão, ocorresse essa redução dos teores de lignina pelo efeito de diluição desta fração. Para os tratamentos com farelo de algaroba e vagem de algaroba, houve semelhança nos resultados encontrados, que foram de 8,2 e 8,1%, respectivamente (Tabela 4).

Foi verificado efeito ($P < 0,0001$) nos teores de NIDN nas silagens testadas. O maior valor observado foi na silagem com 100% de capim elefante, 23,3%, e o menor valor na silagem com amido de algaroba, 13,9% (Tabela 4). As silagens acrescidas das frações de algaroba apresentaram menores teores desta fração do que a silagem com 100% de capim elefante. Essa diminuição nos teores de NIDN pode ser atribuída aos baixos teores deste componente nas frações, 10,7% no farelo, 11,1% na vagem e 0,8% no amido de algaroba em relação ao capim elefante *in natura* (20,6%), conforme observado na tabela 1. As silagens com farelo e o amido de algaroba mostraram-se semelhantes com valores médios iguais a 14,1 e 13,9%, respectivamente.

Os teores de NIDA também reduziram nas silagens contendo frações de algaroba. Os resultados encontrados variaram entre 19,6% na silagem com 100% de capim elefante e 11,2% na silagem com farelo de algaroba (Tabela 4), podendo também ser explicado pelos menores valores existentes deste componente nas frações farelo (3,8%), vagem (4,0%) e amido de algaroba (0,6%) em relação ao capim elefante 13,2% (Tabela 1). O maior valor foi observado na silagem com 100% de capim elefante e os demais tratamentos foram semelhantes entre si, com menores valores. O NIDA e o NIDN estão relacionados à disponibilidade da proteína, sendo que, quanto maior o valor, menos disponível será o nitrogênio para o animal (LOUSADA JÚNIOR et al., 2006).

A melhor silagem foi a de capim elefante contendo amido de algaroba, pois se encontram os menores teores de NIDA e NIDN, com 11,6 e 13,9%, respectivamente, em relação às outras silagens. Os valores de NIDA e NIDN aumentaram na silagem de capim elefante em relação ao capim antes da ensilagem. Segundo McDonald et al.

(1991), o aquecimento da massa ensilada, com a fermentação no interior do silo, contribui para a elevação dos teores dessas frações.

Os valores encontrados para a digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) foram significativos ($P < 0,0001$), quando utilizadas as frações de algaroba na silagem de capim elefante. As silagens contendo as frações de algaroba proporcionaram aumento da DISMS, quando comparadas com aquela sem as frações, obtendo valores médios de 55,8; 54,5 e 67,9% para as silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente, e 42,9% para a silagem com 100% de capim elefante (Figura 1).

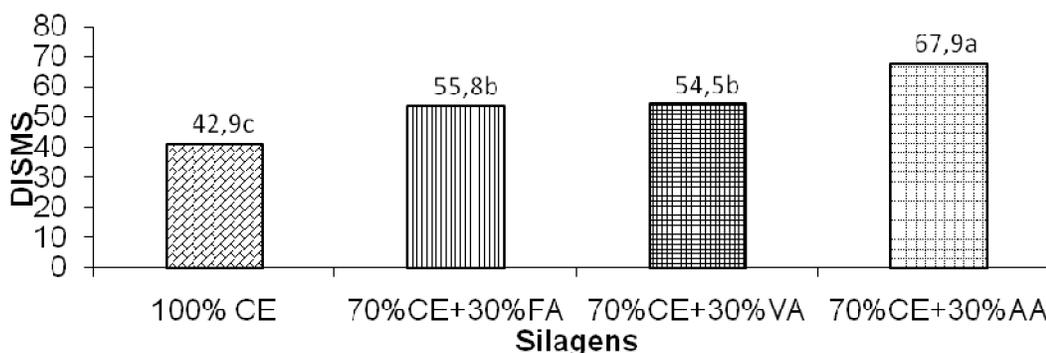


Figura 1- Valores médios de digestibilidade *in situ* da matéria seca (DISMS) das silagens de capim elefante com frações de algaroba.

Os resultados de DISMS, encontrados nesta pesquisa, foram superiores aos observados por Ribeiro (2010), quando adicionou 0, 6, 12 e 18% de torta de mamona na silagem de capim elefante, não tendo verificado variação na DISMS, com valor médio de 46,6% entre as silagens.

Os valores médios encontrados nas silagens mostraram que há eficiência na utilização das frações de algaroba na silagem de capim elefante. A melhor DISMS foi encontrada na silagem com amido de algaroba, que demonstrou digestibilidade média de 67,9% (Figura 1), valor superior em relação às outras silagens, pois esta fração possui uma alta DISMS, 96,9% (Tabela 1), proporcionando maior eficiência de utilização da silagem de capim elefante contendo esta fração. As silagens com vagem de algaroba e farelo de algaroba foram semelhantes entre si, com resultados de digestibilidade satisfatórios, que foram maiores que 50%, enquanto a silagem com 100% de capim elefante obteve valor médio inferior, 41,9%, em relação às outras

silagens avaliadas. A menor digestibilidade encontrada pode estar relacionada com o teor de lignina, que influencia a digestibilidade dos alimentos.

A fração dos carboidratos A+B1 (%CT) foram maiores ($P < 0,0001$) nas silagens com as frações de algaroba. Os valores médios encontrados para a porção dos carboidratos de rápida degradação ruminal (frações A+B1), que correspondem aos carboidratos solúveis e ao amido, foram de 8,5% para a silagem com 100% de capim elefante e 25,7; 23,6 e 36,5% para as silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente (Tabela 5). De acordo com Carvalho et al. (2007a), alimentos com elevada fração A+B1 são considerados boas fontes energéticas para aumento dos microorganismos ruminais que utilizam carboidratos não-fibrosos. Valadares Filho (2000), entretanto, destacou que, quando a fração A+B1 compõe a principal fração dos carboidratos da dieta, é necessária a inclusão de fontes proteicas de rápida e média degradação no rúmen para a sincronização entre a liberação de energia e nitrogênio.

Tabela 5. Valores médios de carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (A+B1), componentes da parede celular disponíveis, que correspondem à fração potencialmente degradável (B2), fração indigestível da parede celular (C) expressos em (%) dos carboidratos totais, e coeficiente de variação (CV) da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Variáveis	Silagens				CV(%)
	100%CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA	
CT (%MS)	83,1 a	80,2 b	80,1 b	79,7 b	1,6
A + B1	8,5 c	25,7 b	23,6 b	36,5 a	18,7
B2	40,2 a	29,1 b	29,7 b	31,9 b	16,0
C	51,4 a	45,3 b	46,7 b	31,6 c	8,0

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. CE= capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

A utilização das frações de algaroba ao capim elefante promoveu um aumento da fração A+B1, provavelmente, em função dos maiores teores de carboidratos não fibrosos nestes componentes, principalmente o amido de algaroba, que proporcionou maiores resultados. A menor fração solúvel em detergente neutro (A+B1) observada para as silagens com 100% de capim elefante, 8,5%, ocorreram em função do maior teor de FDN observado no capim elefante, 76,2%, em relação às frações de algaroba (Tabela 1).

Com as frações de algaroba na silagem de capim elefante, foram encontrados resultados significativos ($P < 0,0001$) para carboidratos fibrosos potencialmente digestíveis (fração B2). A silagem com 100% de capim elefante obteve maior valor com 40,2%, enquanto que as outras silagens obtiveram valores de 29,1; 29,7 e 31,9% para as silagens com vagem, farelo e amido de algaroba, respectivamente, sendo semelhantes entre si. Malafaia et al. (1998) concluíram que o valor de fração B2 nos alimentos está intimamente relacionado ao teor de FDN, pois, dentre vários alimentos estudados pelos autores, ficou evidenciado que as gramíneas foram os volumosos que apresentaram os maiores valores da fração B2 e, em decorrência de seus mais altos valores de FDN, explicam-se os maiores valores desta fração na silagem controle neste estudo (Tabela 1). Apesar da fração B2 ser potencialmente digestível, Russell et al. (1992) destacaram que volumosos ricos em fração B2 demandam nitrogênio não-proteico para atender às exigências de nitrogênio dos microorganismos fermentadores de carboidratos estruturais.

A diminuição da fração B2 coincide com o aumento das frações A + B1 nas silagens analisadas neste estudo, o que vem reforçar, segundo Barcelos et al. (2001), a ideia de provável decomposição natural da parede celular, devido à fermentação dentro do silo, o que contribui para o aumento das frações de alta disponibilidade.

Para a fração indigestível (C, %CT), representada pela FDNi, foi verificado efeito ($P < 0,0001$). Assim como na variável B2, o maior valor da fração C foi verificado na silagem com 100% de capim de elefante, com valor médio igual a 51,4%, seguido das silagens com vagem 46,7%, farelo 45,3% e amido de algaroba 31,6% (Tabela 5). Como a FDNi compreende a porção da parede celular vegetal que não é digerida ao longo de sua permanência no trato gastrointestinal (SNIFFEN et al., 1992), o maior valor desta fração do presente trabalho pode ser justificado pelo maior teor de lignina no capim elefante, 8,3% em relação aos componentes da algaroba, 5,0% no farelo, 4,3% na vagem e 1,2% no amido de algaroba (Tabela 1), uma vez que é o componente que, reconhecidamente, mais limita a digestão dos polissacarídeos da parede celular no rúmen (JUNG & DEETZ, 1993).

A silagem com amido de algaroba obteve menor valor desta fração e também foi a que apresentou maior valor de carboidratos potencialmente digestíveis em relação às demais silagens com as frações. A redução do teor da fração C, observado com a inclusão das frações de algaroba, pode causar efeito positivo sobre o consumo, como fator determinante da produção animal de elevada exigência nutricional, sendo que a

redução desta fração causaria aumento da disponibilidade de energia (CABRAL et al., 2002).

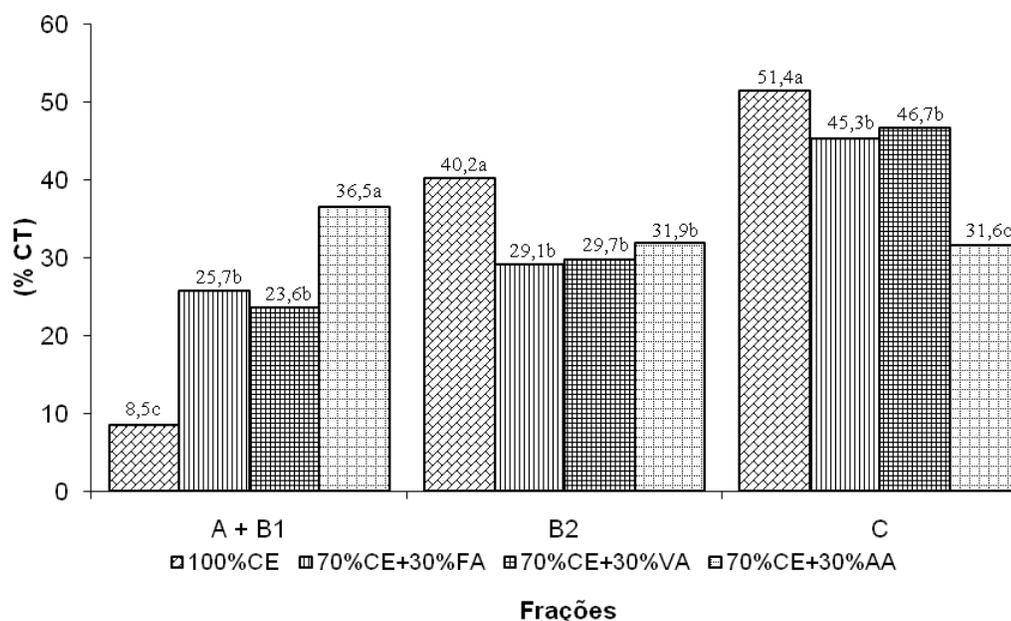


Figura 2 – Frações de carboidratos da silagem de capim elefante com frações de algaroba.

Houve efeito ($P < 0,0001$) da utilização das frações de algaroba sobre o teor de nitrogênio não-proteico (fração A, % NT) das silagens, sendo observado um aumento desta variável. O maior valor foi observado na silagem com amido de algaroba, 62,2%, enquanto na silagem com 100% de capim elefante foi observado resultados inferiores às demais silagens, 28,7% (Tabela 6). Cabral et al. (2004) observaram valor de nitrogênio não proteico na silagem do capim elefante de 56,9%, valor superior ao obtido no presente estudo.

Segundo Russell et al. (1992), fontes de nitrogênio não proteico são fundamentais para o bom funcionamento ruminal, pois os microorganismos fermentadores de carboidratos estruturais presentes no rúmen utilizam a amônia como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana. Porém, altas proporções desta fração promovem grandes perdas de nitrogênio através da amônia. Segundo Pires et al. (2009), com a fermentação da massa ensilada, boa parte da proteína é convertida em nitrogênio não-proteico, em decorrência da proteólise.

O teor de nitrogênio não proteico ou fração A, obtido nas silagens de capim elefante com o farelo de algaroba e a vagem de algaroba, foram 57,0 e 55,1%, respectivamente, sendo similares entre si (Tabela 6).

A proporção de proteínas solúveis, rapidamente degradáveis e de intermediária degradação no rúmen (B1+B2), variou ($P < 0,0001$) nas silagens quando incluídas as frações de algaroba. Os valores encontrados nas silagens foram de 48,0; 29,0; 25,0 e 15,0% para as silagens com 100% de capim elefante e para silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente (Tabela 6). A inclusão das frações de algaroba proporcionou redução dos valores de B1+B2. O maior valor foi observado na silagem com 100% de capim elefante, 48,0%, enquanto o menor ocorreu na silagem contendo amido de algaroba, 15,0%. Já as demais silagens foram similares. Os valores observados no presente estudo estão bem acima dos encontrados por Cabral et al. (2004) para as silagens de capim elefante (22,4% da PB).

Tabela 6. Valores médios de proteína bruta (PB), bem como das frações proteicas correspondentes ao nitrogênio não proteico (A), fração de rápida e de intermediária degradação (B1+B2), fração de lenta degradação (B3), fração não digestível (C), expressas em % do nitrogênio total (NT) e coeficiente de variação (CV) da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Variáveis	Silagens				CV(%)
	100% CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA	
PB (%MS)	3,2 b	9,2 a	8,7 a	9,1 a	10,5
A	28,7 c	57,0 b	55,1 b	62,2 a	6,8
B1 + B2	48,0 a	29,0 b	25,0 b	15,0 c	18,0
B3	4,7 a	3,0 a	3,6 a	3,3 a	63,2
C	19,6 a	11,1 b	12,9 b	11,6 b	17,0

Médias seguidas de mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente a 5% pelo teste Tukey. CE= capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

Dentre as frações proteicas das silagens estudadas, o maior percentual é composto pela fração A, seguida das frações B1+B2 (média degradação). Desta maneira, em nutrição de ruminantes, torna-se necessária a inclusão de fontes de carboidratos de rápida degradação ruminal para favorecer sincronização entre energia e proteína, maximizando a síntese de proteína microbiana (VALADARES FILHO, 2000).

Em relação aos teores de proteína associada à parede celular e de lenta degradação, representada pela fração B3, como porcentagem do nitrogênio total, não houve diferença ($P=0,8236$) entre as silagens estudadas (Tabela 6).

A fração B3 é representada pelas proteínas de ligação da parede celular que apresentam lenta taxa de degradação, sendo digeridas principalmente nos intestinos (CABRAL et al., 2004). Essa fração proteica (B3), apesar de digerível, possui taxa de degradação ruminal de 0,02 a 1,0% h^{-1} (SNIFFEN et al., 1992).

Os teores encontrados para a fração de proteínas insolúveis, não digeríveis no rúmen e intestinos (C), ou mensurada pela quantificação do teor de NIDA nas silagens, diminuíram ($P<0,0001$) com a inclusão das frações de algaroba (Tabela 6). Segundo Van Soest (1994), 5 a 15% do nitrogênio total das forragens encontram-se ligados à lignina, sendo totalmente indisponíveis. Entretanto, os valores encontrados para as silagens contendo as frações de algaroba, no presente estudo, estão abaixo desses limites estipulados por Van Soest (1994). Esta fração proteica corresponde às proteínas associadas à lignina, complexos tanino-proteína e produtos oriundos da reação de Maillard, altamente resistentes às enzimas microbianas e indigestíveis ao longo do trato gastrointestinal (LICITRA et al., 1996).

Observando a tabela 6, verifica-se que a silagem com 100% de capim elefante obteve valor superior, 19,6%, para o teor de proteína insolúvel em detergente ácido, representada pela fração C, em relação às demais silagens que não diferiram entre si. Os valores médios encontrados nas silagens com farelo, vagem e amido de algaroba foram de 11,1; 12,9 e 11,6%, respectivamente. Os resultados observados no presente estudo podem ser atribuídos à diminuição dos teores de NIDA, que as frações proporcionaram quando foram adicionadas à ensilagem.

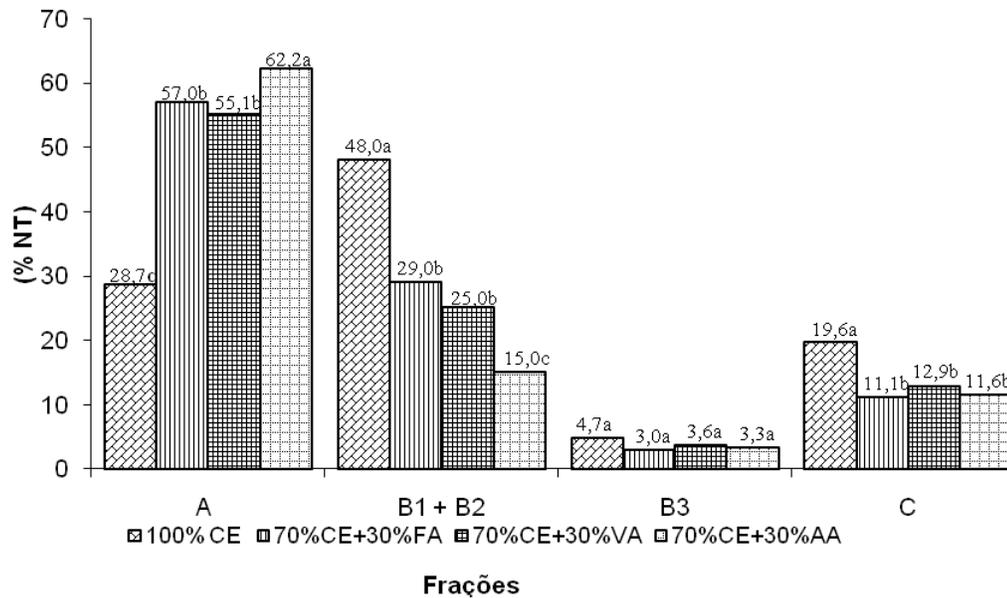


Figura 3 – Frações nitrogenadas da silagem de capim elefante com frações de algaroba.

Considerando os valores observados em cada silagem, fica evidente que as frações de algaroba proporcionaram melhoria nos valores de C das silagens, desta maneira, disponibiliza-se mais proteína potencialmente degradável. Como a proporção dessas frações proteicas é responsável pelo maior ou menor escape de nitrogênio ruminal e pelo atendimento dos requisitos de nitrogênio dos microorganismos ruminais, fica implícito que alimentos com teores de PB similares, mas com diferenças nestas frações, resultarão em predições incorretas sobre o desempenho animal, se na formulação das rações não for considerada a dinâmica destas frações no rúmen e nos intestinos (MALAFAIA, 1997).

A utilização das frações de algaroba na ensilagem de capim elefante promoveu, de modo geral, valores satisfatórios de frações B1+B2, B3 e C, que, em um sistema de alimentação, devem ser consideradas na formulação de rações, constituindo-se, portanto, em uma alternativa para ruminantes.

6.6.Conclusão

As frações de algaroba, em especial, o amido, ensilados com capim elefante, proporcionam aumento dos teores de matéria seca, proteína bruta, diminui os teores dos constituintes da parede celular, melhora a digestibilidade e favorece as características fermentativas das silagens.

Estas frações também proporcionam melhoria dos constituintes dos carboidratos e proteínas, diminuindo os componentes indigestíveis.

Recomenda-se a ensilagem de capim elefante com 30% de amido de algaroba.

6.7.Referências

- A.O.A.C. **Association of Official Analytical Chemists**. Official Methods of Analysis 16. Ed. Washington, 2000.
- ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. I. Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.
- BARCELOS, A.F.; PAIVA, P.C.A.; PÉREZ, J.R.O. et al. Estimativa das frações dos carboidratos, da casca de café e polpa desidratada de café (*Coffea arabica* L.) armazenadas em diferentes períodos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1566-1571, 2001.
- BARROS, N. A. M. T.; QUEIRÓZ FILHO, J. L. Efeitos da substituição progressiva do melaço por vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (S.w.) D.C. na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ALGAROBA, 1982, Natal, Rio Grande do Norte, 1982. **Anais...** Natal: EMPARN, p. 385 - 407.
- BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SOUZA, I.S.; LIRA, K.G.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-6, 2006.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2185-2191, 2005.
- BRAGA, A.P.; EZEQUIEL, J.M.B.; BRAGA, Z.C.A.C.; MENDONÇA JÚNIOR. A.F. Composição química e digestibilidade da vagem de algarobeira (*Prosopis juliflora*, (sw) dc) submetida a diferentes tratamentos térmicos. **Caatinga**, v.22, n.1, p 257-263, 2009.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Cinética ruminal das frações de carboidratos, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de milho com diferentes proporções de grãos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1573-1580, 2004.
- CÂNDIDO, M.J.D. **Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) sob doses crescentes de recomendação de adubação**. Viçosa: UFV, 2000. 57p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, G.G.P. **Capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau na produção de silagem**. 2006. 69f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V. et al. Fracionamento de carboidratos de silagem de capim-elefante emurchecido ou com farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.1000-1005, 2007a.

- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CUNNIFF, P. **Official methods of analysis of AOAC International**. 16. ed. Arlington: AOAC International, v.1, 1995.
- FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpurum* Shum) emurhecimento ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1424-1431, 2001.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LÔBO, R.N.B.; VASCONCELOS, V.R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1380-1385, 2004.
- FOX, D.G.; SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: III. Cattle requirements and diet adequacy. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3578-3596, 1992.
- HALL, M.B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**, v.81, n.12, p.3226-3232, 2003.
- HENDERSON, N. Silage additives. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, p.35-56, 1993.
- HUBNER, C.H.; PIRES, C.C.; GALVANI, D.B. et al. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Animal**, v.38, n.4, p.1078-1074, 2008.
- JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H.G.; BUXTON, D.R.; HATIFIELD, R.D. et al. (Eds.) **Forage cell wall structure and digestibility**. Madison: America Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Sci. Society of America, 1993. p.315-46.
- LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOUSADA JÚNIOR, J.E.; Costa, J.M.C.; Neiva, J.N.M.; Rodriguez, N.M. Caracterização físico-química de subprodutos obtidos do processamento de frutas tropicais visando seu aproveitamento na alimentação animal. **Revista Ciência Agrônômica**, v.37, n.1, p.70-76, 2006.
- MAHGOUB, O.; KADIM, I. T.; JOHNSON, E. H. SRIKANDAKUMAR, A.; AL-SAQRI, N. M.; AL-ABRI, A. S. ; RITCHIE, A. The use of a concentrate containing Meskit (*Prosopis juliflora*) pods and date palm byproducts to replace commercial concentrate in diets of Omani sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 120, p. 33 -41 2005.
- MALAFIA, P.A.M. **Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas *in situ*, *in vitro* e de produção de gases**. 1997. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- MALAFIA, P.A.M.; VALADARES FILHO, S.C.; VIEIRA, R.A.M. et al. Determinação das frações que constituem os carboidratos totais e da cinética ruminal da fibra em detergente neutro de alguns alimentos para ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.790-796, 1998.

- McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons. 1981. 226p.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**, p.450-493, 1994.
- NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1998.
- PANCHOLY, R. ; MALI, P. C. Effective utilisation of *Prosopis juliflora* pods by ensiling with deshet grass *Lasiurus indicus*. **Bioresource Technology**, v. 69, p. 281 - 283, 1999.
- PIRES, A.J.V.; CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J.N.; RIBEIRO, L.S.O.; CHAGAS, D.M.T. Fracionamento de carboidratos e proteínas de silagem de capim elefante com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 422-427, 2009.
- RAVIKALA, K.; PATEL, A. M.; MURTHY, K. S.; WADHWANI, K. N. Growth efficiency in feedlot lambs on *Prosopis juliflora* based diets. **Small Ruminant Research**, v. 16, p. 227 -231, 1995.
- RÊGO, A.C. **Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com inclusão do farelo da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*)**. 2008. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- RESENDE, F. D.; QUEIROZ, A. C.; FONTES, C. A. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 23, n. 3, p.366-376, 1994.
- RIBEIRO, L.S.O. **Torta de mamona e algaroba na ensilagem de capim elefante**. 2010. 86f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W. et al. Efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.
- RUSSELL, B.J.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluation cattle diets: ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, n.12, v.70, p.3551-3581, 1992.
- SAS®, **Statistical Analytical System**. System for Mixed Models. Users guide: statistics. SAS Inst. Inc. Cary, NC, 2001.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; Van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

- SOUZA, A.L.; BERNADINO, F.S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.
- VALADARES FILHO, S.C. Nutrição, avaliação de alimentos e tabelas de composição de alimentos para bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000. p.267-338.
- VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JUNIOR, V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG. UFV; DZO, 2006. 329p.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; FERREIRA, D.J. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.209, p.75-84, 2006.

CAPITULO II

Degradação ruminal da silagem de capim elefante com frações de algaroba

Resumo

Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fibra em detergente neutro da silagem de capim elefante com frações de algaroba. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e doze repetições, sendo as silagens: 100% de capim elefante; 70% de capim elefante + 30% de farelo de algaroba integral; 70% de capim elefante + 30% de vagem de algaroba; 70% de capim elefante + 30% de amido de algaroba. O capim elefante foi cortado com 100 dias de idade, triturado e ensilado com as frações de algaroba. Após 60 dias, os silos foram abertos e as amostras foram coletadas para a pré-secagem, moagem e posteriores análises e incubação. Amostras de cada silagem foram incubadas no rúmen de três bovinos Gir X Holandês, por períodos de 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas. A maior degradação potencial (DP) da matéria seca e da proteína bruta foi verificada na silagem com amido de algaroba, 73,0% e 74,8%, respectivamente, entretanto, a DP da fibra em detergente neutro foi maior para a silagem com 100% de capim elefante, 47,7%. A silagem contendo amido de algaroba apresentou maiores valores de degradabilidade efetiva (DE) da matéria seca, de 65,9; 60,4 e 57,4% nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora, respectivamente, e para a proteína bruta seus valores variaram de 26,8% a 56,6% para as taxas de passagem estudadas. Já para fibra em detergente neutro, os maiores valores foram observados nas silagens contendo vagem e amido de algaroba, 30,4% e 29,7%, respectivamente, na taxa de 2%. A degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta foram maiores na silagem com amido de algaroba. Entretanto, na degradação da fibra em detergente neutro, as silagens se comportaram de forma semelhante. As frações de algaroba aumentam a degradabilidade da silagem de capim elefante, entretanto, o amido de algaroba é mais eficiente.

Palavras-chave: conservação, degradação *in situ*, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*.

CHAPTER II

Rumen degradation of elephant grass silage with fractions of mesquite

Abstract

Our aim was to evaluate the degradability of dry matter, crude protein and neutral detergent fiber of elephant grass silage with fractions of mesquite. We used a randomized design with four treatments and twelve replicates, and silage: 100% elephant grass, elephant grass 70% + 30% of full mesquite meal, 70% elephant grass + 30% pod mesquite, 70% elephant grass + 30% starch mesquite. The elephant grass was cut to 100 days of age, with chopped and ensiled fractions of mesquite. After 60 days, the silos were opened and samples were collected for pre-drying, grinding and subsequent analysis and incubation. Samples of each silage were incubated in the rumen of three Holstein cattle Gir X, for 0, 3, 6, 12, 24, 48, 72, 96, 120 and 144 hours. The highest degradation potential (DP) of dry matter and crude protein was observed in silage with mesquite starch, 73.0% and 74.8% respectively, however, the SD of neutral detergent fiber was higher for silage with 100% elephant grass, 47.7%. The silage containing starch agaroba had higher effective degradability (ED) of dry matter, 65.9, 60.4 and 57.4% in passage rates of 2, 5 and 8% / hour, respectively, and crude protein values ranged from 26.8% to 56.6% for the passage rates studied. As for neutral detergent fiber, the highest values were observed in silages containing starch and mesquite pods, 30.4% and 29.7% respectively at the rate of 2%. The degradability of dry matter and crude protein was higher in silage starch with mesquite. However, the degradation of neutral detergent fiber, silage behaved similarly. The fractions of mesquite increase the degradability of elephant grass silage, however, the starch mesquite is more efficient.

Key Words: conservation, degradation in situ, *Pennisetum purpureum*, *Prosopis juliflora*.

7.3.Introdução

O armazenamento de forragem na forma de silagem é prática adotada para minimizar os problemas ocasionados pela estacionalidade de produção de forragem no Brasil. Uma das alternativas é a utilização da silagem de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), na forma de silagem, já que essa gramínea é bastante difundida no Nordeste por apresentar fácil implantação, apresentar elevada produção de forragem e ser bem adaptada à região (RÊGO et al., 2008). No entanto, na idade em que possui elevado valor nutritivo, apresenta, também, elevada umidade e reduzidos teores de carboidratos solúveis, associados ao elevado poder tampão (LAVEZZO, 1992), características essas limitantes à produção de silagem de qualidade.

Diversas pesquisas têm sido direcionadas ao desenvolvimento de tratamentos que garantam boas condições para o processo fermentativo e a manutenção da qualidade nutricional das silagens de capim elefante. Esses tratamentos envolvem, entre outras técnicas, a adição de materiais com altos teores de matéria seca (SOUZA et al., 2003; BERNARDINO et al., 2005; BATISTA et al., 2006) e de fontes de carboidratos (ANDRADE & MELOTTI, 2004; FERREIRA et al., 2004; RODRIGUES et al., 2005). Dentre os vários alimentos alternativos disponíveis, a algaroba e suas frações podem ser utilizadas para o fornecimento de carboidratos solúveis em silagens de capim elefante.

A algarobeira (*Prosopis juliflora*) é uma leguminosa bastante difundida no Nordeste brasileiro, que produz frutos medindo até 20 cm de comprimento, com uma produção de vagens de 2 a 8 toneladas por hectare. As vagens de algaroba, quando maduras, possuem teores de matéria seca próximos a 84,0 % e elevado teor de sacarose (SILVA et al., 2001). Isso mostra o potencial de vagens que são produzidas e a capacidade que as mesmas têm de serem utilizadas em silagens de capim.

Na avaliação do valor nutritivo de um alimento, como uma silagem, por exemplo, faz-se, inicialmente, a análise proximal, quantificando-se o teor das principais variáveis nutricionais do alimento (SILVA & QUEIROZ, 2002). A fim de se caracterizar melhor o valor nutritivo, pode-se avaliar, também, o grau de aproveitamento do alimento através de técnicas *in vitro*, *in situ* e *in vivo*.

A técnica de degradação *in situ* permite o contato íntimo do alimento, avaliado com o ambiente ruminal, sendo a melhor forma de simulação deste meio, embora o alimento não esteja sujeito a todos os eventos digestivos, como mastigação, ruminação e passagem. No entanto, os estudos das estimativas de degradação ruminal de forrageiras

tropicais, no Brasil, fornecem dados que contribuem para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos tropicais (VELOSO et al., 2000; RUGGIERI et al., 2001), além disso, permite avaliar a qualidade do nutriente, como, por exemplo, da proteína bruta que escapa da fermentação ruminal, fornecendo, conseqüentemente, aminoácidos disponíveis para digestão a partir do abomaso (MOLINA et al., 2002; MOREIRA et al., 2003) e permite obter valores mais próximos aos obtidos *in vivo* (MERTENS, 1993).

Objetivou-se avaliar a degradabilidade ruminal da matéria seca (DMS), da proteína bruta (DPB) e da fibra em detergente neutro (DFDN) da silagem de capim elefante com frações de algaroba (farelo de algaroba integral, vagem de algaroba e amido de algaroba).

7.4. Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido nos laboratórios da Unidade Experimental de Caprinos e Ovinos - UECO, Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* Juvino Oliveira, no município de Itapetinga, BA. Foi utilizado o capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum. cv. Napier) proveniente de capineira já estabelecida no próprio campus da Universidade.

No momento do corte, o capim elefante apresentou 1,80 m de altura, sendo cortado manualmente, após 100 dias de desenvolvimento e, em seguida, picado em partículas de 2 cm, em máquina ensiladeira acoplada ao trator. As frações da algaroba (farelo integral, vagem picada e amido) foram adquiridas na Empresa RIOCON Fazendas Reunidas Rio de Contas Ltda, na cidade de Manoel Vitorino, BA. Antes da ensilagem, foram colhidas amostras do capim elefante e das frações de algaroba para determinação da composição químico-bromatológica.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com parcelas subdivididas no tempo, em que os três animais representaram as parcelas; as quatro silagens, os tratamentos; e os tempos de incubação no rúmen, as subparcelas. O experimento foi constituído de quatro tratamentos, sendo doze repetições por tratamento, totalizando quarenta e oito unidades experimentais. As silagens foram compostas por: a) 100% de capim elefante (CE); b) 70% de capim elefante + 30% de farelo de algaroba integral (FA); c) 70% de capim elefante + 30% de vagem de algaroba (VA); d) 70% de capim elefante + 30% de amido de algaroba (AA).

O material foi pesado e homogeneizado de acordo com as silagens, sendo, posteriormente, compactado nos silos com a utilização de “soquetes” de concreto e pisoteio humano. Em seguida, ensilado em tambores de alumínio, com capacidade de 200 litros, compactado a uma densidade de 500 kg/m³, vedados com lona plástica e armazenados por 60 dias.

Após o período de armazenamento, os silos foram abertos e aproximadamente 500g de amostras foram colhidas, sendo acondicionadas em freezer até pré-secagem. As amostras das silagens foram descongeladas à temperatura ambiente, por um período de, aproximadamente, 12 horas, e pré-secas, por 72 horas, em estufa de ar forçado, regulada para 55°C.

Em seguida, foram moídas em moinho tipo Willey, com peneira de 2 mm, e as amostras proporcionais de cada repetição, por tratamento individual, foram misturadas e obtidas compostas de cada tratamento, as quais foram destinadas à incubação ruminal.

Os valores obtidos nas análises químico-bromatológicas do capim elefante, das frações de algaroba antes de ensilar (Tabela 1) e das silagens utilizadas na incubação ruminal (Tabela 2) foram determinados segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002), Licitra et al. (1996) e Sniffen et al. (1992).

Tabela 1. Valores médios de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, matéria orgânica, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, fibra em detergente neutro corrigida para cinza e proteína (FDNcp), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), carboidratos totais e carboidratos não fibrosos do capim elefante e das frações da algaroba antes da ensilagem

Nutrientes (%)	Capim elefante	Frações de Algaroba		
		Farelo de algaroba	Vagem de algaroba	Amido de algaroba
Matéria seca	23,6	84,2	76,8	83,4
Proteína bruta ¹	4,6	10,8	10,8	10,0
Extrato etéreo ¹	2,9	3,4	1,6	1,9
Matéria mineral ¹	11,6	4,0	4,1	4,3
Matéria orgânica ¹	88,4	96,0	95,9	95,7
Fibra em detergente neutro ¹	76,2	37,8	32,0	10,6
Fibra em detergente ácido ¹	56,6	28,2	22,3	7,2
Celulose ¹	44,0	22,9	17,6	5,6
Hemicelulose ¹	19,7	9,6	9,7	4,4
Lignina ¹	8,3	5,00	4,3	1,2
FDNcp ¹	70,6	33,9	28,6	9,2
NIDA ²	13,2	3,8	4,0	0,6
NIDN ²	20,6	10,7	11,1	0,8
Carboidratos totais ¹	80,9	81,8	83,5	83,8
Carboidratos não fibrosos ¹	4,7	44,0	51,5	73,2

1 = % da matéria seca; 2 = % do nitrogênio total.

Para a incubação *in situ*, foram utilizados três novilhos mestiços (Gir x Holandês), fistulados no rúmen, com peso corporal médio de 480 kg, mantidos em pastagem de *Brachiaria decumbens*, fornecida *ad libitum*, e 1 kg de concentrado à base de milho, farelo de soja e mistura mineral. Foram utilizados sacos de náilon nas

dimensões de 7 x 13 cm, com porosidade de 50 µm, acondicionando-se, em cada saco, uma quantidade de 5 g de MS/saco, de modo a proporcionar cerca de 10 a 20 mg de amostra/cm² de área útil dos sacos. Os sacos foram inseridos por tempo de incubação, no rúmen de cada animal, por intermédio da fístula ruminal, fixados a uma corrente de aço, nos tempos 0, 3, 6 12, 24, 48, 72, 96, 120 e 144 horas, totalizando 120 amostras. Para o tempo correspondente à zero hora, os sacos foram colocados e, rapidamente, retirados do rúmen, sendo, posteriormente, lavados em água corrente, até a água sair limpa. A incubação foi realizada de forma a se retirar todos os sacos de náilon ao mesmo tempo, promovendo, desta forma, lavagem uniforme do material.

Tabela 2. Valores médios de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose e lignina das silagens de capim elefante com frações de algaroba, utilizadas na incubação ruminal

Nutrientes ¹	Silagens			
	100% CE	70%CE+ 30%FA	70%CE+ 30%VA	70%CE+ 30%AA
Matéria seca	23,0	37,3	36,2	36,7
Matéria orgânica	88,5	90,3	89,3	90,9
Proteína bruta	3,7	9,7	8,8	9,7
Extrato etéreo	2,2	2,4	2,2	1,9
Matéria mineral	11,5	9,7	10,7	9,1
Fibra em detergente neutro	79,9	61,3	64,6	52,5
Fibra em detergente ácido	69,1	53,5	55,0	43,9
Celulose	50,8	40,5	42,3	34,2
Hemicelulose	10,8	7,8	9,5	8,6
Lignina	14,0	12,2	11,0	7,9

1 = % da matéria seca; CE= capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

Decorridos os tempos de incubação, todos os sacos foram removidos de uma só vez, promovendo, dessa forma, lavagem uniforme do material em água corrente até que ela se apresentasse limpa, procedendo-se, então, a secagem. A determinação da matéria seca foi feita em estufa a 55°C, por 72 horas, e o resíduo obtido após essa etapa foi utilizado para as análises de proteína bruta e fibra em detergente neutro, segundo metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002).

Os dados de degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN foram obtidos pela diferença de peso, encontrada para cada componente, entre as pesagens efetuadas antes e após a incubação ruminal e expressos em porcentagem.

Nos resultados obtidos para degradabilidade em função dos períodos de incubação, aplicou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade, mediante o emprego do programa Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (RIBEIRO JÚNIOR, 2001). Foram calculadas as taxas de degradação da MS, da PB e da FDN, utilizando-se a equação proposta por Ørskov & McDonald (1979): $D_t = a + b(1 - e^{-ct})$, em que: D_t = fração degradada no tempo t (%), a = fração solúvel (%); b = fração insolúvel potencialmente degradável (%); c = taxa de degradação da fração b (h^{-1}); e t = tempo h.

Os coeficientes não lineares, a , b e c , foram estimados por meio de procedimentos iterativos de Gauss-Newton. A degradabilidade efetiva (DE) da MS, da PB e da FDN, no rúmen, foi calculada utilizando-se o modelo: $DE = a + (b \times c)/(c + k)$, em que: k corresponde à taxa estimada de passagem das partículas no rúmen de 2, 5 e 8% por hora.

7.5. Resultados e Discussão

As frações de algaroba utilizadas na ensilagem de capim elefante contribuíram para o acréscimo da fração “a” na degradabilidade ruminal da MS e PB das silagens. Esta fração representa a porção da planta que está prontamente disponível para os microrganismos do rúmen. Segundo Tonani et al. (2001), o desaparecimento da fração “a” caracteriza a solubilização dos açúcares e compostos nitrogenados solúveis, remanescentes da fermentação no silo, constituída, principalmente, de sacarose, frutose, glicose e pequenas quantidades de manose e galactose.

O aumento da fração solúvel “a” das silagens pode ser atribuído à maior proporção de constituintes solúveis presentes nas frações de algaroba comparadas ao capim elefante. A silagem com amido de algaroba foi a que proporcionou maiores valores da fração “a” da degradabilidade da MS e PB das silagens, 47,3 e 45,9%, respectivamente, uma vez que o amido de algaroba possui maior proporção de nutrientes solúveis em comparação às outras frações.

Os valores encontrados para a fração solúvel na MS foram de 12,0% nas silagens com 100% de capim elefante, 30,4; 27,6 e 47,3%, nas silagens contendo farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente. Os valores de “a” encontrados na PB foram de 8,7; 36,8; 16,5 e 45,9% nestas silagens, respectivamente (Tabela 3). Parte da fração solúvel da PB está disponível na forma de nitrogênio não-proteico (NNP), como sugerem Sniffen et al. (1992), Cabral et al. (2003) e comprovado por Cabral et al. (2004), que encontraram 56,9% de NNP, quando fracionaram os compostos nitrogenados da silagem de capim elefante. Valor de “a” superior aos encontrados neste trabalho foi relatado por Chizzotti et al. (2005), que avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim elefante e verificaram valor de 29,3% de fração A.

O nível de utilização da fração nitrogenada é importante na avaliação de alimentos e na especificação de exigências nutricionais dos ruminantes (ROSSI JÚNIOR et al., 1997). A flora microbiana do rúmen transforma nitrogênio não proteico e proteína degradável em proteína microbiana, desde que disponha de energia. Desta forma, a disponibilidade de energia e nitrogênio para os microrganismos é determinada pelas taxas de degradação e passagem pelo rúmen, e influenciam a eficiência e a quantidade de proteína microbiana sintetizada.

Quanto ao coeficiente “a” da fração FDN, o maior valor observado foi para a silagem com amido de algaroba, 3,9%, e o menor valor para a silagem com 100% de

capim elefante, 0,8%. O menor valor de “a”, observado na silagem com 100% de capim elefante, deve-se ao maior teor de FDN nesta silagem.

Tabela 3. Estimativa dos parâmetros de degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim elefante com frações de algaroba, incubadas no rúmen

Silagem	Parâmetro			r ²
	Degradabilidade da MS			
	a	b	c	
100% CE	12,0	41,3	0,0228	0,99
70% CE+30% FA	30,4	28,9	0,0380	0,99
70% CE+30% VA	27,6	31,1	0,0463	0,99
70% CE+30% AA	47,3	25,7	0,0520	0,97
Silagem	Degradabilidade da PB			r ²
	Degradabilidade da PB			
	a	b	c	
100% CE	8,7	48,7	0,0471	0,98
70% CE+30% FA	36,8	27,2	0,0539	0,98
70% CE+30% VA	16,5	45,0	0,0489	0,95
70% CE+30% AA	45,9	28,9	0,0589	0,94
Silagem	Degradabilidade da FDN			r ²
	Degradabilidade da FDN			
	a	b	c	
100% CE	0,8	46,9	0,0255	0,99
70% CE+30% FA	3,1	39,0	0,0300	0,97
70% CE+30% VA	3,8	40,3	0,0390	0,99
70% CE+30% AA	3,9	41,2	0,0336	0,98

a = fração solúvel (%); b = fração insolúvel potencialmente degradável (%); c = taxa fracional de degradação (h⁻¹) (%/hora); r² = coeficiente de determinação; CE = capim elefante; FA = farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

Quanto à fração “b”, insolúvel potencialmente degradável, as silagens com 100% de capim elefante apresentaram valores superiores, quando comparadas às demais silagens, tanto na MS quanto na PB. Os valores da fração “b” para a MS variaram entre 25,7%, na silagem com amido de algaroba, e 41,3%, na silagem com 100% de capim elefante (Tabela 3). Para PB, ocorreu variação de 27,2 a 48,7% nas mesmas silagens (Tabela 3). A silagem com 100% de capim elefante apresentou maior proporção (46,9%) da fração potencialmente degradável, “b”, para FDN, e o menor valor foi observado na silagem contendo farelo de algaroba (Tabela 3). Possivelmente, o alto teor de FDN, presente no capim elefante (Tabela 1) contribuiu para estes resultados.

As taxas de degradação em %/h, fração *c*, da MS foi mais elevada na silagem que continha amido de algaroba, 5,2%/h, seguida da silagem com vagem de algaroba 4,6%/h, farelo de algaroba, 3,8%/h e, depois, a silagem com 100% de capim elefante, 2,3%/h (Tabela 3). Chizzotti et al. (2005) avaliaram a degradabilidade ruminal da silagem de capim elefante e observaram menor taxa de passagem da MS. Certamente, a pior qualidade do capim utilizado pelos autores, com mais de 10% de lignina, contribuiu para a menor fração *c*. Neste estudo, o teor de lignina do capim elefante pode ter influenciado para o menor teor desta fração. As taxas de degradação da PB, em %/h, fração *c*, foram mais elevadas nas silagens com amido de algaroba, 5,8%/h (Tabela 3).

Para a FDN, maiores valores da taxa de degradação, fração “*c*”, foram observados nas silagens com frações de algaroba, com 3,0; 3,9 e 3,4%/h para as silagens com farelo, vagem e amido de algaroba, respectivamente. A menor taxa de degradação foi verificada na silagem com 100% de capim elefante, 2,6%/h (Tabela 3). A proporção de carboidratos da parede celular e o seu teor de lignina são os fatores que mais afetam a redução da qualidade das gramíneas tropicais. Van Soest (1994) afirmou que o teor de FDN das forragens é negativamente correlacionado com o seu consumo. O maior teor de lignina presente no capim elefante foi a possível causa da menor taxa de degradação, fração “*c*”, no presente estudo.

A degradação potencial (DP) da matéria seca aumentou com a inclusão das frações de algaroba na ensilagem de capim elefante, chegando ao valor máximo de 73,0%, quando adicionado o amido de algaroba, 59,3% na silagem com farelo de algaroba, 58,7% na silagem com vagem de algaroba e a silagem com 100% de capim elefante obteve o menor valor, 53,3% (Tabela 4). Rezende et al. (2007), ao avaliarem a degradação ruminal da silagem de capim napier, com adição de farelo de batata diversa, observaram valores de DP da matéria seca de 66,0% no maior nível de inclusão do farelo de batata (20%), sendo este inferior ao obtido com diferentes frações de algaroba neste trabalho.

A degradabilidade potencial (DP) da PB comportou-se de forma semelhante à degradabilidade potencial da MS entre as silagens. Entretanto, a DP da fração FDN foi maior para a silagem com 100% de capim elefante, 47,7%, seguida da silagem com amido de algaroba, 45,1%, com a vagem de algaroba, 44,0% e com farelo de algaroba 42,1% (Tabela 4).

Sarti et al. (2005) avaliaram a degradabilidade ruminal do capim elefante e observaram degradabilidade potencial de 60% da FDN. Carvalho et al. (2008) relataram

que, com o crescimento das plantas, a parede celular se desenvolve acumulando lignina. Portanto, acredita-se que o estágio de maturação em que o capim elefante foi cortado, neste experimento, aos 100 dias após o corte de uniformização, tenha sido a causa dos menores valores de DP da FDN, uma vez que Sarti et al. (2005) ensilaram o capim aos 70 dias de rebrota. Os maiores valores de DP da PB, verificados nesta pesquisa, podem estar relacionados com os maiores teores de proteína presentes nas frações de algaroba.

Tabela 4. Degradabilidade potencial (DP) e efetiva (DE) da matéria seca (MS), da proteína bruta (PB) e da fibra em detergente neutro (FDN) das silagens de capim elefante com frações de algaroba, calculadas para taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h

Silagem	DP	DE		
		Taxa de passagem (%/h)		
		2	5	8
MS (%)				
100% CE	53,3	34,0	24,9	21,1
70% CE+30% FA	59,3	49,4	42,9	39,7
70% CE+30% VA	58,7	49,3	42,5	39,0
70% CE+30% AA	73,0	65,9	60,4	57,4
PB (%)				
100% CE	57,5	42,9	32,4	26,8
70% CE+30% FA	64,0	56,6	50,9	47,7
70% CE+30% VA	61,5	48,4	38,7	33,5
70% CE+30% AA	74,8	54,8	50,3	48,8
FDN (%)				
100% CE	47,7	27,1	16,6	12,1
70% CE+30% FA	42,1	26,5	17,7	13,8
70% CE+30% VA	44,0	30,4	21,4	16,9
70% CE+30% AA	45,1	29,7	20,5	16,1

CE = capim elefante; FA= farelo de algaroba; VA = vagem de algaroba; AA = amido de algaroba.

A degradabilidade efetiva (DE) foi estimada considerando as taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora. De acordo com Aroeira (1996), a DE de um alimento pode ser considerada como a energia digerida no rúmen, portanto, a ingestão de alimentos com maior degradabilidade da MS, PB e da fibra proporciona maior energia disponível aos microorganismos.

A utilização das frações de algaroba na ensilagem do capim elefante aumentou a DE das silagens. A DE decresceu à medida que aumentou a taxa de passagem (k) para todas as silagens estudadas. A silagem contendo amido de algaroba apresentou maiores valores, 65,9; 60,9 e 57,4%, de DE da MS e a silagem com 100% de capim elefante obteve os menores valores 34,0; 24,9 e 21,1% nas taxas de passagem de 2, 5 e 8%/hora, respectivamente (Tabela 4). Rodrigues et al. (2004) sugeriram que a elevada proporção de carboidratos da parede celular e o teor de lignina da forragem são a principal causa da menor degradabilidade. Assim, os menores valores de DE da MS, observados na silagem com 100% de capim elefante, podem ser atribuídos à maior proporção destes constituintes.

A degradabilidade efetiva da PB aumentou nas silagens de capim elefante com as frações de algaroba, atingindo valores que variaram de 26,8 a 56,6% para as taxas de passagens estudadas. Os valores de degradação da PB, aqui observados, podem ser atribuídos ao menor ou maior incremento de NNP das silagens, em decorrência da proteólise durante a fermentação no silo. Sugere-se que a fermentação dentro do silo é responsável pelo aumento da fração solúvel de gramíneas, conservadas na forma de silagens (PETIT & TREMBLAY, 1992).

A DE da FDN variou entre as silagens para as diferentes taxas de passagem. Os maiores valores foram observados nas silagens contendo vagem e amido de algaroba, 30,4 e 29,7%, respectivamente, na taxa de 2%. Já nas taxas de 5 e 8%, a DE reduziu nestas silagens. Comportamento semelhante foi verificado nas outras silagens que obtiveram os menores valores de DE nas mesmas taxas de passagem. A silagem de capim elefante obteve valores de DE próximos aos das silagens, as quais foram incluídas as frações de algaroba. Lopes & Aroeira (1999), que avaliaram a degradabilidade do capim elefante, verificaram DE de 34% da FDN, resultado inferior ao descrito nesta pesquisa.

As curvas de degradação da MS, ajustadas para cada silagem em função dos períodos de incubação, mostraram que a utilização das frações de algaroba na silagem de capim elefante aumentou a degradabilidade da MS (DMS) das silagens (Figura1). Os dados mostram, também, que a silagem contendo a fração amido de algaroba apresentou maior DMS no rúmen.

A silagem com 100% de capim elefante apresentou o pico de degradação da MS após 138 horas de incubação, com valor de degradação igual a 51,5%, enquanto nas silagens com as frações de algaroba foi no período 96 horas de incubação que ocorreu o

potencial máximo de degradação. Isso pode ter ocorrido em função da maior proporção de nutrientes solúveis presentes nas frações de algaroba.

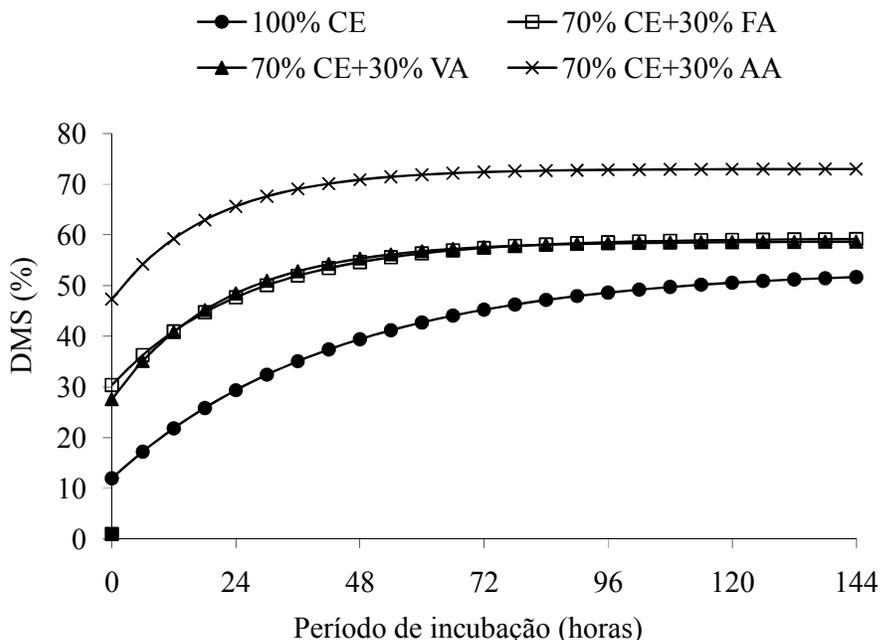


Figura 1. Degradabilidade da matéria seca (DMS) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$.

A silagem com amido de algaroba atingiu cerca de 65% de degradação ruminal no período de 24 horas de incubação. As demais silagens, com farelo e vagem de algaroba, atingiram quase que 50%, já na silagem apenas com capim elefante, o valor foi baixo, menos de 30% neste mesmo período (Figura 1). Nota-se que a silagem que apresentou maior degradação ruminal (silagem com amido de algaroba), no período inicial, já obteve uma alta taxa de degradação da MS em função da maior proporção de carboidratos solúveis neste tratamento. Essa diferença na degradação ruminal da MS das silagens pode ser um importante fator a influenciar o consumo animal.

Rêgo (2008), avaliando o efeito dos níveis de adição do farelo da vagem de algaroba na degradabilidade da MS da silagem de capim elefante, nos diferentes tempos de incubação, verificou que, em todos os níveis de inclusão do farelo de algaroba, ocorreu aumento no desaparecimento da MS com o decorrer do tempo de incubação no rúmen.

Quando se observa a degradabilidade ruminal da PB (DPB) num intervalo de tempo (Figura 2), verifica-se que a silagem com amido de algaroba apresentou maior desaparecimento da PB, após 48 horas de incubação ruminal, com potencial máximo de degradação de 70%. Provavelmente, a maior concentração de proteínas solúveis presente no amido de algaroba contribuiu para este resultado.

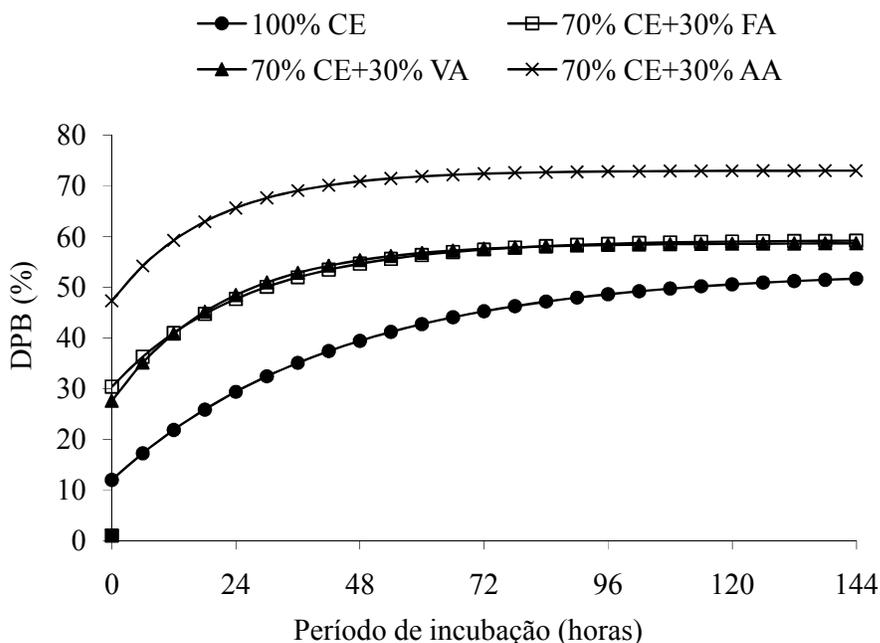


Figura 2. Degradabilidade da proteína bruta (DPB) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$.

As silagens contendo farelo e vagem de algaroba obtiveram comportamento semelhante, com valores de degradação acima de 50% neste mesmo período. Já a silagem com 100% de capim elefante obteve menor valor de desaparecimento da proteína, com 48% no período de aproximadamente 96 horas, estabilizando a partir das 132 horas de incubação ruminal, com 51%.

Assim como ocorreu na MS, houve maior degradação da PB na silagem com amido de algaroba, com o aumento do tempo de incubação. Também ocorreu alta taxa de degradação no tempo inicial, devido à maior proporção de nutrientes solúveis presente nesta silagem.

A curva de desaparecimento da FDN (Figura 3) mostra que as silagens se comportaram de forma semelhante quanto à taxa de desaparecimento da fibra.

A silagem apenas com capim elefante e as silagens com vagem de algaroba e amido de algaroba atingiram degradação de, aproximadamente, 40% no período próximo de 96 horas de incubação, enquanto que, aquela contendo farelo de algaroba, atingiu cerca de 35% neste mesmo período e, a partir deste tempo, os valores observados de degradação ruminal da FDN para as silagens foram maiores.

Resultados observados por Rêgo (2008) demonstraram que, com o aumento dos tempos de incubação, as porcentagens de desaparecimento da FDN dos tratamentos em estudo aumentaram efetivamente até 96 horas de incubação.

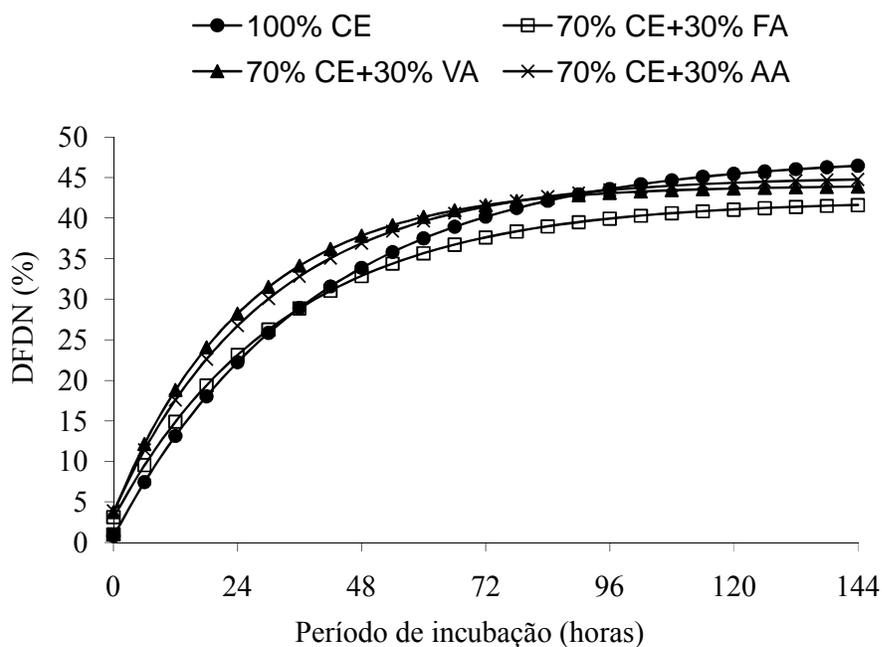


Figura 3. Degradabilidade da fibra em detergente neutro (FDN) de silagens de capim elefante com frações de algaroba, em função dos períodos de incubação no rúmen, estimada pela equação: $A + B \times (1 - e^{-ct})$.

7.6.Conclusão

Silagens elaboradas com capim elefante e frações de algaroba possuem maior degradabilidade potencial e efetiva.

O amido de algaroba é a fração que melhor favorece a degradação ruminal das silagens.

7.7.Referências

- ANDRADE, S.J.T.; MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v. 41, p. 409-415, 2004.
- AROEIRA, L.J.M.; LOPES, F.C.F.; DAYRELL, M.S. Degradabilidade de alguns alimentos no rúmen de vacas holandês/zebu. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 6, p. 1178-1186, 1996.
- BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; SOUZA, I.S.; LIRA, K.G.; SANTOS, M.V.F.; DUBEUX JÚNIOR, J.C.B. Efeitos da adição de vagens de algaroba sobre a composição química e a microbiota fúngica de silagens de capim-elefante. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 1, p. 1-6, 2006.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 34, n. 6, p. 2185-2191, 2005.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. Composição químico-bromatológica, produção de gás, digestibilidade in vitro da matéria seca e NDT estimado da silagem de sorgo com diferentes proporções de panículas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, p. 1250-1258, 2003.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VELOSO, R.G.; NUNES, P.M.M. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos para as silagens de milho e de capim-elefante, o feno de capim-tifton-85 e o farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1573-1580, 2004.
- CARVALHO, G.G.P. GARCIA, R. PIRES, A.J.V. DETMANN, E. PEREIRA, O.G. FERNANDES, F.E.P. Degradação ruminal de silagem de capim-elefante emurchecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 08, p. 1347-1354, 2008.
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I. et al. Casca de algodão em substituição parcial à silagem de capimelefante para novilhos. Consumo, degradabilidade e digestibilidade total e parcial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2093-2102, 2005.
- FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M.; LÔBO, R.N.B.; VASCONCELOS, V.R. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 33, n. 6, p. 1380-1385, 2004.
- LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., 1992, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1992. p.169-275.
- LICITRA, G. et al. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M. Degradabilidade do capim elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) e da cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*, L.) mais uréia no

- rúmen de vacas mestiças Holandês x Zebu em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.51, n.4, p.383-386, 1999.
- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. Chap. II. *In*: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Ed.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: Commonwealth Agricultural Bureaux, Cambridge University Press, 1993. p. 13-51.
- MOLINA, L.R.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Digestibilidade *in situ* das frações fibrosas de silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) em diferentes estádios de maturação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.54, p.169-179, 2002.
- MOREIRA, J.F.C.; RODRIGUEZ, N.M.; FERNANDES, P.C.C. Concentrados protéicos para bovinos. 1. Digestibilidade *in situ* da matéria seca e da proteína bruta. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.55, p.315-323, 2003.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, Cambridge, v.92, n.2, p.449-503, 1979.
- PETIT, H. V.; TREMBLAY, G. H. In situ degradability of fresh grass and grass conserved under different harvesting methods. **Journal of Dairy Science**, v. 75, n. 03, p. 774-781, 1992.
- RÊGO, A.C. **Avaliação de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) com inclusão do farelo da vagem de algaroba (*Prosopis juliflora*)**. 2008. 81f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- REZENDE, V. M. PAIVA, P.C.A. BARCELOS, A.F. TEIXEIRA, J.C. NOGUEIRA, D.A. Degradabilidade ruminal das silagens de capim-napier produzidas com diferentes níveis de farelo de “batata diversa”. **Revista Ciência Agrotecnologia**, v. 31, n. 02, p. 485-491, 2007.
- RIBEIRO JÚNIOR, J.I. **Análises estatísticas no SAEG -Sistema para análises estatísticas**. Viçosa: UFV, 2001. 301 p.
- RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.
- 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**, Viçosa, v. 34, n. 4, p. 1138-1145, 2005.
- ROSSI JÚNIOR, P.; BOSE, M.L.V.; BOIN, C. Degradabilidade ruminal do amido de silagem de milho, farelo de soja e sorgo grão, em bovinos da raça nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.26, n.2, p.416-422, 1997.
- RUGGIERI, A.C.; TONANI, F.L.; ANDRADE, P. et al. Efeito do emurchecimento e da adição de fubá na degradabilidade *in situ* da silagem de alfafa (*Medicago sativa* L.). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte, v.53, n.1, p.94-99, 2001.

- SARTI, L.L.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. et al. Degradação ruminal da matéria seca, da proteína bruta e da fração fibra de silagens de milho e de capim-elefante. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, n.1, p.1-10, 2005.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, S.A.; SOUZA, A.G.; CONCEIÇÃO, M.M. Estudo termogravimétrico e calorimétrico da algaroba. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 24, p. 460-464, 2001.
- SNIFFEN, C.J.; CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSEL, J.B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 70, n. 12, p. 3562-3577, 1992.
- SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; PEREIRA, O.G.; ROCHA, F.C.; PIRES, A.J.V. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 828-833, 2003.
- TONANI, F.L.; RUGGIERI, A.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca e da fibra em detergente neutro em silagens de híbridos de sorgo colhidos em diferentes épocas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.1, p.100-104, 2001.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; GONÇALVES, L.C.; MOURÃO, G.B. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 29, n. 3, p. 871-879, 2000.