



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO ANIMAL
MESTRADO EM PRODUÇÃO ANIMAL

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

MOSSORÓ-RN - BRASIL
FEVEREIRO / 2015

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção Animal.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Paula Braga

MOSSORÓ/ RN - BRASIL

FEVEREIRO/ 2015

Catálogo na Fonte

Catálogo de Publicação na Fonte. UFRSA - BIBLIOTECA CENTRAL ORLANDO TEIXEIRA – CAMPUS MOSSORÓ

Maia, Isaac Sydney Alves da Silva.

Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim elefante *Pennisetum purpureum*, Schum. com níveis de resíduos da acerola e tamarindo / Isaac Sydney Alves da Silva Maia. - Mossoró, 2015.

68f: il.

Orientador: Alexandre Paula Braga

Mestrado em Produção Animal – Universidade Federal Rural do Semi-Árido – Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

1. Capim elefante. 2. Silagem. 3. Acerola - níveis de resíduos. 4. Tamarindo - níveis de resíduos. 5. Fermentação. I. Título

RN/UFRSA/BCOT/421

CDD 633.2 M217c

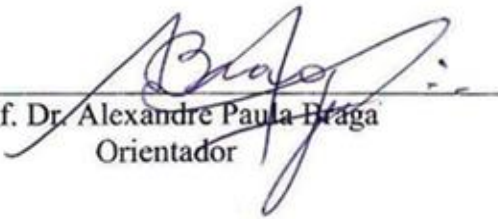
ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE
SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO**

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural do
Semi-Árido – UFERSA, Campus Mossoró, como parte das
exigências para a obtenção do título de Mestre em Produção
Animal.

APROVADA EM: 27 / 02 / 2015

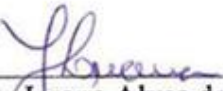
BANCA EXAMINADORA:



Prof. Dr. Alexandre Paula Braga
Orientador



Profa. Dra. Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis
Co-Orientador



Profa. Dra. Jesane Alves de Lucena
Examinador

Dedico:

À Deus, pela luz divina que ilumina meu caminho, a minha família pelo apoio e incentivo a mais uma realização em minha vida e meus amigos pelo incentivo brincadeiras e confiança nesta jornada.

AGRADECIMENTOS

À Deus, pela sua infinita bondade e pela luz que ilumina meu caminho;

À minha família: pai, mãe e irmãos, pelo incentivo, ensinamentos, paciência, educação, conselhos, sinceridade, amor e presença em minha vida.

À Priscila Oliveira Costa, que nos momentos mais difíceis soube me confortar, com sua sinceridade, conselho, amor e em todos esses anos aguenta os aperreios e estresse da vida, tornando-a especial.

As novas constituintes da família, Edna Cristina (cunhada) e a pequena e tão desejada pessoa Ingredi Fernandes Alves Maia (sobrinha) pelos porquês diários que “enche o saco” e traz mais alegria à família.

Ao meu irmão de Graduação, Danilo Glaydson, pela força na realização do experimento e pelo incentivo nos momentos de dificuldades;

Ao Professor Dr. Alexandre Paula Braga, pela paciência e compreensão nos momentos de dificuldade, por sua orientação nesses anos todos e incentivos para meu crescimento profissional;

À Professora Dra. Jesane Alves de Lucena, que me acolheu e orientou em suas horas vagas, contribuindo com meu crescimento acadêmico.

Aos Zootecnistas Renato Diógenes, pela sua colaboração no desenvolvimento das análises estatísticas, Clemente e Maria Izabel que contribuíram para a iniciação do experimento;

À coordenadora da Pós-graduação em Produção Animal Dra. Liz Carolina, pela participação da banca e apoio.

À empresa Puro Frut, pelos resíduos fornecidos;

Ao Professor Sérvulo, pela doação do capim elefante;

À Antonia Vilma, laboratorista do Laboratório de Nutrição Animal – LANA, que ensinou o manuseio dos equipamentos laboratoriais, pelas conversas e incentivos;

A todos que direta ou indiretamente me ajudaram a superar os obstáculos e que mesmo na dificuldade me incentivaram a continuar em frente.

A todos Obrigado!

"Embora ninguém possa voltar atrás e fazer um novo começo, qualquer um pode começar agora e fazer um novo fim."

Chico Xavier

DADOS CURRICULARES DO AUTOR

ISAAC SYDNEY ALVES DA SILVA MAIA - filho de Luiz Limeira Maia e Maria Lêda Alves da Silva Maia, nascido em 28 de fevereiro de 1986, na cidade de Mossoró/RN. No ano de 2008 foi aprovado no vestibular para ingressar no curso de Zootecnia UFERSA (Universidade Federal Rural do Semi-Árido), durante o curso foi bolsista no ano de 2010/2013 do PIBIC (Programa de Iniciação Científica). No ano de 2013 ingressou no Programa de Pós-Graduação em Produção Animal na UFERSA sob a orientação do professor Alexandre Paula Braga na área de Análise e Avaliação de Alimentos, submetendo-se a defesa no dia 27 de fevereiro de 2015.

RESUMO GERAL

Objetivou-se avaliar a composição químico-bromatológica, pH, nitrogênio amoniacal e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com adição (0, 5, 10, 15 e 20%) de resíduos da acerola e tamarindo em dois experimentos. No capítulo 1 trata-se da revisão de literatura tomando por parte a descrição do capim, silagem, resíduos (acerola e tamarindo), caracterização química, qualidade e valor energético estudados. Os experimentos foram conduzidos nas dependências do laboratório de nutrição animal (LANA) da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus Mossoró-RN, utilizando-se o delineamento inteiramente casualizado. Foram utilizados 20 silos experimentais para cada resíduo e abertos com aproximadamente 90 dias após a ensilagem e assim realizadas as avaliações do pH, nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e análise sensorial. Foram colhidas amostras das silagens experimentais e submetidas às análises químico-bromatológicas e determinação do NDT. No capítulo 2 refere-se ao artigo “Valor nutricional de silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola (*Malpighia emarginata*)” que será submetido as normas da revista Caatinga, tendo como resultados para os teores de MS, MO e EE foram elevados em 0,54; 0,16 e 0,03 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Os CT e pH apresentaram valor médio respectivo de 84,2% e 3,97, o pH ficou dentro da faixa para silagens bem conservadas. O FDN e Hcel obtiveram reduções de 2,19 e 5,96% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que elevações de 0,19% para o FDA e 0,29% para LIG a cada 1% de resíduo adicionado. A celulose e NDT apresentaram ponto mínimo de 12,5% de inclusão e teores respectivos de 41,35 e 51,43%. Para PB, PIDN e PIDA, houve aumentos de 0,13% a cada 1% de inclusão do resíduo para os três parâmetros. O N-NH₃ das silagens variou de 0,47 a 0,79% entre os níveis de 0 a 20% de inclusão da acerola. Todas as silagens foram classificadas em “boa a muito boa” de acordo com as características nutricionais e sanitárias. Conclui-se que a adição do resíduo de acerola melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser adicionada até o nível de 20%. No capítulo 3 refere-se ao artigo “Composição químico-bromatológica e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo (*Tamarindus indica*)” que será submetido as normas da revista Ciência Rural tem como resultados para os teores de MS, MO, EE e NDT foram elevados em 0,45; 0,13; 0,08 e 0,39 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Houve efeito quadrático com ponto mínimo em 20% de inclusão e teor de 79,86% do CT. Os teores de FDN, FDA, CEL e Hcel obtiveram reduções de 13,7; 9,42; 8,65 e

4,28% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que a LIG apresentou valor médio de 9,18% para as silagens. Para a PB, PIDN e PIDA, houve aumentos respectivos de 0,27; 0,21 e 0,12 a cada 1% de inclusão do resíduo. O N-NH₃ das silagens apresentou aumento de 0,01 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado. O pH apresentou valor médio de 4,05. A avaliação sensorial quanto às características nutricionais as silagens foram “Satisfatórias” a partir do nível de 5% de inclusão. Já as características sanitárias de todas as silagens foram classificadas em “Boa a Muito Boa”. Conclui-se que a adição do resíduo do tamarindo melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser adicionada até o nível de 20%.

PALAVRAS-CHAVE: Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição química do resíduo da acerola.....	20
--	----

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e acerola antes da ensilagem, em porcentagem da matéria seca.....	36
Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH ₃ das silagens de capim elefante com resíduos da acerola.....	37
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao valor nutritivo.....	42
Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.....	42

CAPÍTULO III

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e tamarindo antes da ensilagem, em porcentagem da matéria seca.....	60
Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH ₃ das silagens de capim elefante com resíduos do tamarindo.....	61
Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo, quanto às características associadas ao valor nutritivo.....	62
Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da tamarindo, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.....	62

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

Cel	Celulose
CT	Carboidratos Totais
CV	Coeficiente de Variação
EE	Extrato Etéreo
FDA	Fibra em Detergente Ácido
FDN	Fibra em Detergente Neutro
Hcel	Hemicelulose
LANA	Laboratório de Nutrição Animal
Lig	Lignina
MM	Matéria Mineral
MN	Matéria Natural
MO	Matéria Orgânica
MS	Matéria Seca
NDT	Nutrientes Digestíveis Totais
N-NH ₃	Nitrogênio Amoniacal
NRC	National Research Council
PB	Proteína Bruta
PIDA	Proteína Insolúvel em Detergente Ácido
PIDN	Proteína Insolúvel em Detergente Neutro
R ²	Coeficiente de Determinação
RN	Rio Grande do Norte
UFERSA	Universidade Federal Rural do Semi-Árido

SUMÁRIO

CAPÍTULO I.....	14
1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	17
2.1. O capim elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> , Schum.).....	17
2.2. Silagem	17
2.3. Uso de subprodutos na alimentação de ruminantes.....	18
2.4. Acerola (<i>Malpighia emarginata</i> D. C.).....	19
2.5. Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.).....	20
2.6. Caracterização química dos alimentos.....	21
2.7. Qualidade da silagem.....	21
2.8. Valor energético.....	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	24
3. CAPÍTULO II.....	31
3.1. RESUMO.....	32
3.1.1. Palavras-chave.....	32
3.2. ABSTRACT.....	33
3.2.1. Keywords.....	33
3.3. INTRODUÇÃO.....	33
3.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	34
3.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	37
3.6. CONCLUSÃO.....	42
REFERÊNCIAS.....	43
4. CAPÍTULO III.....	45
4.1. RESUMO.....	46
4.1.1. Palavras-chave.....	47
4.2. ABSTRACT.....	47
4.2.1. Keywords.....	47
4.3. INTRODUÇÃO.....	47
4.4. MATERIAL E MÉTODOS.....	49
4.5. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
4.6. CONCLUSÃO.....	55
REFERÊNCIAS.....	56
ANEXOS.....	

CAPÍTULO I

COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE (*Pennisetum purpureum*, Schum.) COM NÍVEIS DE RESÍDUOS DA ACEROLA E TAMARINDO

1 INTRODUÇÃO

O Brasil de acordo com a FAO (2014) é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e é líder na produção de frutas tropicais. A demanda do mercado de sucos e polpas da mesma mostra-se em constante ascensão, o que tem motivado aumento do número de agroindústrias processadoras de frutas. Como consequência, houve considerável aumento na geração de resíduos, o que para a indústria e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos ambientais, já que estes resíduos não têm mercado definido para sua comercialização (CARVALHO et al., 2005).

Devido à grande produção de frutas frescas o Brasil é um país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão territorial, diversidade climática e de solos. Sendo a região Nordeste responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

Devido aos baixos índices pluviométricos e à irregularidade na distribuição de chuvas no Nordeste Brasileiro, a estacionalidade da produção de forragem é um dos fatores limitantes na produção de ruminantes (MOTA et al., 2012).

Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se necessário a utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. A ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida no período chuvoso (REGO et al, 2010).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no Nordeste, por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de ser bem adaptado à região. No entanto, Pacheco et al. (2013), afirmaram que o teor de matéria seca quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam o valor nutritivo da silagem. Uma das formas para a redução do teor de umidade é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

A região tropical brasileira apresenta grande diversidade de espécies botânicas nativas e exóticas. Dentre as plantas de interesse econômico, destacam-se várias espécies frutíferas, muitas das quais são cultivadas e processadas industrialmente, gerando um montante considerável de subprodutos que podem ser aproveitados na alimentação animal (ROGERIO, 2005).

Rodriguez e Guimaraes Junior (2005), afirmam que há uma produção de mais de 500 mil toneladas de subprodutos agroindustriais, deste total grandes quantidades de resíduos são gerados e jogados no meio ambiente.

O número de agroindústrias instaladas por toda a região Nordeste tem aumentado significativamente, com o desenvolvimento da fruticultura que produz desde a fruta de mesa até industrializados como: polpa, sucos, doces, entre outros (VASCONCELOS, 2002). O aumento desses resíduos é vindo da procura por produtos de rápido preparo e o crescimento de indústrias processadoras de frutas (LOUSADA JUNIOR et al., 2005). Uma alternativa para minimizar o impacto ambiental gerado pelo acúmulo de resíduos está além da utilização na adubação e preparo do solo, como também na alimentação animal.

No processamento de alimentos os resíduos agroindustriais não utilizáveis na alimentação humana podem ser aproveitados na dieta animal, tornando-se um importante fator de redução de custos. Esses resíduos gerados pelo processamento de frutas são constituídos basicamente de matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos em açúcares e fibras, podem variar em termo de composição química e valor nutritivo, dependendo da sua origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação animal, com a capacidade dos ruminantes em aproveitar alimentos que não são digeridos por animais monogástricos (VIEIRA et al., 2009; SILVA, 2014).

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum)

O capim elefante originário da África, é a gramínea mais importante em todas as regiões do mundo devido a seu elevado potencial de produção. No Brasil foi trazida em meados de 1920 e disseminando-se rapidamente devido a elevada produção de matéria seca, qualidade, aceitabilidade, vigor, persistência e às adaptações aos diversos sistemas de exploração (CARVALHO, 1985).

A forrageira pode ser utilizada para formação de capineiras para corte e fornecimento ao cocho, podendo ser armazenado na forma de feno e silagem. O capim-elefante, tradicionalmente utilizado para corte, tem se destacado como uma boa opção para ensilagem pelas suas características de produção de matéria seca (ANDRADE e LAVEZZO, 1998).

O capim elefante se destaca por apresentar elevada produtividade de matéria seca MS/ha, podendo chegar a 80 toneladas/ha/ano, com 9-12% de proteína bruta (PB), 57-62% de fibra em detergente neutro (FDN), 55-59% de digestibilidade (CARVALHO et al. 2008).

O valor nutritivo da forragem é influenciado pela idade de corte, quanto mais velha for a forragem maior será o conteúdo da parede celular. Gomide (1994), destaca que para combinar a qualidade com a quantidade a altura média de utilização entre 1,50 a 1,80 m de comprimento. Queiroz Filho et al. (2000), trabalhando com capim elefante constataram que a idade de corte pode compreender de 60 a 80 dias uma produção de matéria seca e qualidade nutricional satisfatória.

2.2 Silagem de capim elefante

A definição de silagem é tida como alimento succulento obtido por estocagem direta ou com secagem mínima da forragem em condições anaeróbicas, cuja preservação é garantida por ambiente anaeróbico e fermentação bacteriana de açúcares, os quais propiciam queda do pH através da produção de ácido lático e acético. O processo de ensilagem tem como objetivo a manutenção da qualidade ou características do alimento com mínimas perdas de matéria seca e energia durante a sua preservação (SILVA, 2009).

A eficiência do processo fermentativo depende principalmente da espécie forrageira a ser ensilada e do seu teor de matéria seca. As características químicas das plantas, como o teor

de carboidratos solúveis, afetam a sua conservação no armazenamento. A qualidade dos carboidratos disponíveis para a fermentação é considerada de fundamental importância para o processo fermentativo (VILELA, 1985). No entanto, se as condições de fermentação não forem adequadas pode ocorrer degradação de proteínas, produção de ácidos orgânicos e elevando a perda de nutrientes do ensilado.

Espera-se uma fermentação ideal no silo quando a forragem a ser ensilada apresenta de 28 a 35% da matéria seca, já abaixo desse nível ocorre a proliferação de bactérias do gênero *Clestridium* as quais são responsáveis por fermentações indesejáveis, sendo que, nestas condições, mesmos teores de carboidratos solúveis de 6 a 8% seriam suficientes para desencadear fermentações lácticas, desde que o poder tampão não seja elevado (SILVA, 2009; LAVEZZO, 1985; MCDONALD, 1981). Por outro lado, forragens ensiladas com teores de matéria seca superiores a 35% dificultam a compactação, pois provocam maiores acúmulo de oxigênio na massa ensilada e, conseqüentemente, maiores perdas (PEREIRA et al., 2007).

2.3 Utilização de subprodutos na alimentação de ruminantes

A utilização de resíduos ou subprodutos agroindustriais vem sendo avaliada por diversos autores, com objetivo de determinar o percentual adequado que deve ser adicionado à silagem de capim elefante para promover melhorias nas condições de fermentação (BATISTA et al., 2006; GONÇALVES, et al., 2007; FERREIRA et al., 2010).

A adição de produtos ricos em matéria seca ou por meio de tratamentos que eliminem o excesso de umidade da forragem, são utilizados com propósito de elevar a matéria seca (MS) das silagens, no entanto, quando eles apresentam altos teores de fibra, podem afetar o valor nutritivo das silagens produzidas (CARVALHO et al., 2007; FARIA et al., 2007; PIRES et al., 2009 CÂNDIDO et al., 2007; CARVALHO et al., 2007, 2008; TEIXEIRA et al., 2008).

Pompeu et al. (2006) utilizando três subprodutos desidratados da agroindústria, abacaxi, maracujá e melão, observaram aumentos nos teores de matéria seca da silagem quando foram adicionados. Resultados semelhantes foram observados por outros autores na inclusão de subprodutos como a manga (SÁ et al. 2007), acerola e goiaba (GONÇALVES et al. 2004) e graviola (CYSNE 2006).

Gonçalves et al. (2004) trabalhando com o valor nutritivo de silagens de capim elefante com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola e de goiaba, observaram que os teores da PB foram aumentando de acordo com os níveis adicionados.

Quanto aos compostos nitrogenados, alguns resíduos apresentam valores de proteína bruta (PB) superior a 10%, como os de acerola (10,5%), maracujá (12,4%) e melão (17,3%). Quanto aos valores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fração esta considerada como indigestível durante sua permanência no trato gastrointestinal, verificou-se altos níveis para os resíduos de acerola (26,5% PB), maracujá (20,0% PB) e melão (14,8% PB), Lousada Junior et al. (2005).

2.4 Acerola (*Malpighia emarginata* D. C.)

A aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) planta de clima tropical que produz frutos com alto teor de vitamina C foi encontrada na sua forma natural nas Ilhas do Caribe, ao Norte da América do Sul, na América Central e no Sul do México. No Brasil, seu cultivo foi intensificado no período de 1988 a 1992, devido a sua importância para alimentação humana, em função da riqueza em vitamina C onde atraiu o interesse dos fruticultores passando a ter interesse econômico (NOGUEIRA et al., 2002; PAIVA *et al.*, 2003).

Rogério (2005) destaca que a industrialização de frutas para produção de sucos ou polpa gera resíduos com elevado potencial de utilização na alimentação de ruminantes. Ressaltando que a quantidade de resíduos gerados varia com o tipo de fruta e o processamento utilizado. O mesmo autor trabalhando com o resíduo da acerola observou rendimento de 15 a 40%.

Os valores da composição química-bromatológica dos resíduos de frutas são variáveis em consequência de alterações nos processos de beneficiamento das indústrias, da qualidade dos frutos, da incorporação de outros resíduos, da inclusão maior ou menor de cascas em relação às sementes (AZEVEDO et al, 2007). Na Tabela 1, encontram-se os valores médios da composição químico-bromatológica dos resíduos oriundos do processamento da acerola para fabricação de sucos.

O subproduto agroindustrial de acerola apresenta alto grau de lignificação das paredes celulares. A digestibilidade deste material pode, por essa razão, ficar diminuída em função do maior ou menor acesso de enzimas celulolíticas e proteolíticas sobre os componentes solúveis celulares e polissacarídeos de membrana (ROGERIO, 2005).

Tabela 1. Composição química do resíduo da acerola

Publicações	MS	PB	FDN	MM	EE	FDA	CEL	HEM	LIG
Vasconcelos (2002)	89,7	13,8	63,1	3,0	-	54,5	33,58	8,6	20,57

Gonçalves et al. (2004)	87,11	10,53	70,22	-	-	52,47	-	17,75	-
Rogério (2005)	82,46	17,36	74,18	2,85	1,57	59,9	39,28	14,28	40,83
Louzada Junior (2005)	85,1	10,5	71,9	2,7	3,2	54,7	35,1	17,2	20,1
Pereira et al. (2009)	-	11,3	67,7	2,8	3,2	52,9	34,3	15	20,3
Ferreira et al. (2010)	83,4	11,0	73,5	-	-	54,9	-	18,5	29,5
Pereira et al. (2010)	97,25	9,06	70,6	6,08	0,9	59,92	-	10,68	-
Silva et al. (2014)	16,08	9,01	51,22	2,25	2,51	41,35	-	9,87	17,04

Adaptada.

Gonçalves et al. (2004) trabalhando com a inclusão da acerola no processo de ensilagem observaram melhorias nos níveis de matéria seca e proteína bruta, proporcionando a ocorrência de um bom processo fermentativo. Contudo as elevações dos níveis de FDA podem vir a comprometer a digestibilidade da MS diminuindo assim o valor nutritivo das silagens. Já o subproduto do processamento da goiaba é eficiente em termos de elevação nos teores de MS das silagens, porém apresenta reduzidos efeitos sobre as características químicas das silagens.

2.5 Tamarindo (*Tamarindus indica* L.)

O tamarindo (*Tamarindus indica* L.) é uma fruta com alto potencial a ser ainda explorado pelo mercado e pode representar fonte de renda para famílias do Nordeste brasileiro pela produção de polpa, no preparo de doces, sorvetes, licores, sucos concentrados e ainda como tempero para arroz, carne, peixe e outros alimentos. Na literatura as referências de resíduo de tamarindo na alimentação animal são escassas (EMBRAPA-2006).

Árvore frutífera e bastante decorativa, podendo chegar aos 25 m de altura. Seu fruto é uma vagem alongada, com 5 a 15 cm de comprimento, com casca pardo-escuro, lenhosa e quebradiça, contendo 3 a 8 sementes envolvidas por uma polpa parda e ácida (DONADIO, 1988). Nativo da África, o tamarindo foi adaptado ao clima do Nordeste, a ponto de ser considerado fruta típica da região (SOUZA, 2008). A polpa do tamarindo é rica em ácidos orgânicos como tartárico, cítrico, málico e ascórbico (VIEIRA NETO, 2002), sendo destaque como o mais azedo de todos os frutos (WATANABE, 2007).

O volume de resíduo gerado no processamento deste fruto aproxima-se de 50 a 65 %, e sua composição químico-bromatológica é de: 88,6% de matéria seca (MS); 12,2 % de proteína bruta (PB); 1,33% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA); 10,3% de extrato etéreo (EE); 46,7% de fibra em detergente neutro (FDN); 32,7% de fibra em detergente ácido (FDA); 16,6% de Lignina (LIG) e 21,4% de Tanino (ROGERIO, 2005; EMBRAPA, 2006; PEREIRA et al., 2009)

2.6 Caracterização química do material in natura e da silagem

De acordo com Lana et al. (2005), a avaliação dos alimentos consiste em análises químicas, como a da nitrogênio total e minerais, mediante a determinação de componentes químicos, já a avaliação bromatológica por meio de grupos heterogêneos de compostos químicos.

A avaliação químico-bromatológica dos alimentos tem como objetivo principal caracterizá-los de acordo com suas propriedades químicas comuns, fornecendo informações para o balanceamento de rações, que visam atender os requerimentos nutricionais dos ruminantes, e assim proporcionar um melhor desempenho produtivo. Mas, apenas seu conhecimento, a composição química do alimento, não garante o atendimento das necessidades nutricionais, nem da dinâmica da utilização e disponibilidade dos nutrientes (SILVA, 2009).

Salman et al (2010) confirmam que o conhecimento da composição química é necessária para que as dietas sejam formuladas de acordo com a disponibilidade dos nutrientes presentes nos alimentos utilizados. Mas, Silva (2009) comentou que apenas o conhecimento da composição químico-bromatológica dos alimentos não é adequado para garantir o atendimento às exigências nutricionais dos animais, devido não se poder inferir muito acerca da disponibilidade dos nutrientes nos alimentos.

2.7 Qualidade da silagem

Qualidade de silagem é o termo usado para avaliar se o processo fermentativo ocorreu de maneira desejável, podendo-se utilizar como indicadores os índices de pH, concentração de nitrogênio amoniacal (MCDONALD et al., 1981), teor de MS (MUCK, 1988), densidade (TOMICH et al., 2003) e a avaliação sensorial (FIGUEIREDO, 2000; MEYER, 1989).

De acordo com Figueiredo (2000) a análise sensorial da silagem se constitui num processo eficaz em fornecer informações valiosas sobre o estado de conservação do material, aspectos sanitários, composição botânica e valor nutritivo. A metodologia é baseada na inspeção e manipulação do material na observância de sua coloração, textura, odor, presença de substâncias estranhas, contaminação por fungos e leveduras, dentre outros aspectos.

O pH ideal para conservação é dependente da umidade do material ensilado e também da temperatura, sendo que em silagens com teor de MS superior a 20% é aceitável um pH equivalente a 4 para obter conservação satisfatória (PEREIRA et al., 2007). A acidez é

considerada um fator importante na conservação de silagem, pois atua inibindo ou controlando o desenvolvimento de microrganismos prejudiciais, como as bactérias do gênero *Clostridium*, assim como a atividade das enzimas vegetais, que reduzem o valor energético e a qualidade protéica das silagens (MUCK, 1988; PEREIRA et al., 2007).

O nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) expressa o conteúdo de amônia da silagem o que reflete a extensão da proteólise durante o processo fermentativo. O aumento da produção de amônia provocado pela proteólise neutraliza os ácidos desejáveis, interferindo diretamente, de forma negativa, na qualidade final do material ensilado (VAN SOEST 1994).

A proteólise expressiva é indesejável, pois a amônia não atende as exigências em nitrogênio de todos os microrganismos ruminais. Conforme Pereira et al (2007), em silagens de baixa qualidade, a maior parte do nitrogênio não protéico (NNP) é representada por amônia (NH_3) e nitratos, já silagens de boa qualidade apresentam maior parte do NNP na forma de aminoácidos.

Van Soest et al (1994) consideraram como indicativos de fermentação adequada valores inferiores a 10% de $N-NH_3/NT$. Valores acima de 15% indicam proteólise excessiva. Outro fator que pode influenciar a qualidade das silagens é a densidade de compactação. Maiores densidades propiciam maior expulsão do oxigênio da massa ensilada, minimizando a respiração, o que previne perdas excessivas de MS e energia, decorrente da oxidação de açúcares solúveis.

2.8 Valor energético

O conhecimento da digestibilidade do alimento em conjunto com dados de composição bromatológica é essencial para a determinação de seu valor nutritivo. A digestibilidade está relacionada à capacidade do animal em utilizar, em maior ou em menor escala os nutrientes de um alimento. Tendo o valor nutritivo deste alimento uma relação direta com a sua digestibilidade (COSTA, 2005).

Van Soest (1994) destaca a importância das medidas de digestibilidade para o desenvolvimento de sistemas de descrição dos alimentos para ruminantes. Conforme Cappelle et al. (2001) o conhecimento do valor energético dos alimentos é crucial para o correto balanceamento da dieta, visto que *déficits* energéticos reduzem o desempenho produtivo e reprodutivo, e a imunidade dos animais. Por outro lado, rações com energia excedente em

relação às exigências nutricionais aumentam o custo com alimentação e a incidência de problemas metabólicos.

Silva (2009), comenta que as equações são propostas pelo NRC (2001), e para estimativa dos nutrientes digestíveis totais em nível de manutenção (NDT) são consideradas as frações químicas digestíveis do alimento (carboidratos fibrosos, carboidratos não-fibrosos, lipídeos e proteína bruta), medidas ou estimadas. O NDT representa uma das medidas avaliativas mais comuns do conteúdo energético, dada sua praticidade em procedimentos de análise de alimentos e cálculo de dietas para ruminantes.

As maiores dificuldades da adequação das dietas às necessidades energéticas dos animais advêm da grande variação na disponibilidade de energia entre os alimentos, bem como pela dificuldade de medição direta desta, por inexistência de técnicas analíticas simples e rotineiras. Dessa forma, o método mais habitual para conhecimento do conteúdo energético dos alimentos, é a sua estimativa através de equações de regressão obtidas a partir de resultados experimentais com animais (CAPPELLE et al., 2001).

Cappelle et al. (2001) destacaram a importância das equações na estimativa das variáveis supracitadas, devido ao alto custo e conseqüente inviabilidade da realização de testes de digestão para todos os alimentos ou dietas. Considerando-se que a disponibilidade de energia se relaciona a muitos componentes químicos, e que as equações de predição partem deste princípio e apresentam relativa acurácia.

REFERÊNCIAS

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.

AZEVEDO, J.A.G.; VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S.; DETMANN, E.; SOUZA, N.K.P.; XAVIER, C.V.; **Composição química e parâmetros da cinética de produção de gases in vitro de resíduos de fruta para alimentação de ruminantes**. Disponível em: <http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/artigos-cientificos/nutricao-ruminantes/3487-Composio-qumica-parmetros-cintica-produo-gases-vitro-resduos-fruta-para-alimentao-ruminantes.html> CONGRESSO DE ZOOTECNIA – ZOOTECH. In: Anais do ZOOTECH. 2007

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

CAPPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas do Valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, vol. 30, n.6, p. 1837-1856, 2001.

CÂNDIDO, M. J. D.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; FERREIRA, A. C. H. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado de maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1489-1494, 2007.

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 emurhecido ou com diferentes níveis de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v. 37, n. 8, p. 1347-1354, 2008.

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

CARVALHO, S.; VERGUEIRO A.; KIELING, R. et al. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros; Avaliação da suplementação Ciência Rural, v.35, n.2, p.435-439, 2005.

CARVALHO, L. de A.; *Penisetum purpureum*, Shumacher: Revisão. Coronel Pacheco. EMBRAPA- CNPGL, 1985. (EMBRAPA – BOLETIM DE PESQUISA, 10).

COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C. VALADARES, R.F.D. et al. Validação de equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.

CYSNE, J.R.B.; NEIVA, J.N.M.; GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo com níveis crescentes de adição do subproduto da graviola (*Ananona muricata* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.3, p.376-380, 2006.

DONADIO, L.C.; NACHTIGAL, J. C.; SACRAMENTO, C. K. do. **Frutas exóticas**. Jaboticabal: FUNEP, 1988, 279p.

EMBRAPA. Manejo **Nutricional de Ovinos para produção de carne no Nordeste do Brasil**. Documento 63-2006.

FAOstat, Produção brasileira de frutas 2010. Disponível em: <http://faostat.fao.org/> Acesso em 20/09/2014.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; FONSECA, D. M.; MELLO, R.; RIGUEIRA, J. P. S. Composição químico-bromatológica da silagem de capimelefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 2, p. 301-308, 2007.

FERREIRA, A. C. H.; NEIVA, J. N. M.; RODRIGUEZ, N. M.; LOPES, F. C. F.; LÔBO, R. N. B.; Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. *Revista Ciencia Agronomica*, v. 41, n. 4, p. 693-701, out-dez, 2010.

FIGUEIREDO, M.P. Avaliação da qualidade da silagem. *Revista Bahia Agrícola*, Salvador/Bahia, v.4, n.1, p.71-76, 2000.

GOMIDE, J.A.; Formação e utilização de capineiras de capim-elefante. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; XAVIER, D. F.; CARVALHO, L. A. (Ed.). *Caprim-elefante: produção e utilização*. Coronel Pacheco: EMBRAPA gado de leite, 1994

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; FILHO, G.S.O.; GONÇALVES, R.N.B.L. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Shum) e *Brachiaria decumbens* contendo pedúnculo de caju (*Anacardium occidentale* L.) desidratado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.204-209, 2007.

GONÇALVES, J. S.; NEIVA, J. N. M.; VIEIRA, N. F.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; LOBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.) **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 1, p. 131-137, 2004

LANA, R. P. L. Nutrição e Alimentação Animal: mitos e realidades. Viçosa /MG UFV. 344p. 2005.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. *Inf. Agropec.*, 11(132):50-57. 1985.

LOUSADA JÚNIOR, J.E. et al. Consumo e digestibilidade aparente de subprodutos do processamento de frutas em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.2, p.659-669, 2005

McDONALD, P. **The biochemistry of silage**. New York: John Willey & Sons, 1981. 226 p.

MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen in der Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

MOTA, P. E. S.; MOURA, R. L.; CARVALHO, W. F.; SILVA, S. F.; OLIVEIRA, E. M.; SANTANA, F. A. S.; PORTELA, G. L. F.; OLIVEIRA, M. R. A. Características Fermentativas da Silagem de Capim-Elefante Contendo Diferentes Aditivos. *Rev. Cient. Prod. Anim.*, v.14, n.2, p.133-137, 2012.

MUCK, R.E. Factores influencing silage quality and their implications. *Journal Dairy Science*, v. 71, p. 2992-3002, 1988.

NOGUEIRA, R. J. M. C.; MORAES, J. A. P. V.; BURITY, H. A.; JUNIOR, J. F. S.; Efeito do estadio de maturacao dos frutos nas caracteristicas fisico-quimicas de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 04, p. 463-470, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed Washington. DC: National Academy Press. 381p. 2001.

PACHECO, W.F.; CARNEIRO, M.S.S.; EDVAN, R.L.; ARRUDA, P.C.L.; CARMO, A.B.R.; SOUSA, D.L.; Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia, *Tecnol. & Ciên. Agropec.*, João Pessoa, v.7, n.4, p.69-75, dez. 2013.

PAIVA, J.R. DE, R.E. ALVES, L. DE M. BARROS, J.R. CRISÓSTOMO, C.F.H. MOURA, A.S. ALMEIDA, AND N.P. NORYES. Clones de aceroleira: BRS 235 ou apodi, BRS 236 ou Cereja, BRS 237 ou Roxinha e BRS 238 ou Frutacor. Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza. (Comunicado Técnico, 87). 2003.

PEREIRA, E. S.; MIZUBUTI, I. Y.; PINHEIRO, M.S.; VILLARROEL, A.B.S.; CLEMENTINO, R.H.; AVALIAÇÃO DA QUALIDADE NUTRICIONAL DE SILAGENS

DE MILHO (*Zea mays*, L). REVISTA CAATINGA. (Mossoró,Brasil), v.20, n.3, p.08-12, julho/setembro 2007.

PEREIRA, L. G. R.; AZEVEDO, J. A. G.; PINA, D. S.; BRANDAO, L. G. N.; ARAUJO, G. G. L.; VOLTOLINI, T. V. Aproveitamento dos Coprodutos da Agroindústria Processadora de Suco e Polpa de Frutas para Alimentação de Ruminantes. Petrolina: Embrapa Semi-Árido, 30 p. (Embrapa Semi- Árido. Documentos, 220). 2009.

PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; GARCIA, R.; CARVALHO JUNIOR, J. N.; RIBEIRO, L. S. O.; CHAGAS, D. M. T. Capim-elefante ensilado com casca de café, farelo de cacau ou farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 1, p. 34-39, 2009.

POMPEU, R. C. F. F.; NEIVA, J. N. M.; CÂNDIDO, M. J. D.; OLIVEIRA FILHO, G. S.; AQUINO, D. C.; LÔBO, R. N. B. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. *Revista Ciência Agronômica*, v.37, n.1, p.77-83, 2006

QUEIROZ FILHO, J. L.; SILVA, D. S.; NASCIMENTO, I. S. Produção de matéria seca e qualidade do capim elefante (*Penisetum purpureum* Schum.) Cultivar roxo em diferentes idades de corte. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v.29. 2000.

REGO, A.C.; CANDIDO, M.J.D.; PEREIRA, E.S.; FEITOSA, J.V.; REGO, M.M.T.; Degradação de silagens de capim-elefante contendo subproduto do urucum. *Revista Ciência Agronômica*, v. 41, n. 3, p. 482-489, jul-set, 2010.

RODRIGUEZ N. M.; GUIMARÃES JUNIOR, R. Utilização de subprodutos da agroindústria na alimentação de ruminantes. In: SIMPOSIO MINEIRO DE NUTROÇÃO DE GADO DE LEITE, 3., 2005, Belo Horizonte. Anais... Lagoa Santa. 2005.

ROGÉRIO, M. C. P. **Valor nutritivo de subprodutos de frutas para ovinos**. Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária. Tese 318p. Doutorado em Ciência Animal. 2005.

SÁ, C.R.L.; NEIVA, J.N.M; GONÇALVES, J.S. et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L). **Revista Ciência Agronômica**, v.38, n.2, p.199-203, 2007.

SALMAN, A. K. D. et al. Metodologia para avaliação de ruminantes. Porto Velho, RO: Embrapa Rondônia, 2010.

SANTOS, C. E. et al. Anuário brasileiro da fruticultura 2013. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.

SILVA, A. M.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, O. L.; BAGALDO, A. R.; BEZERRA, L. R.; CARVALHO, S. T.; ABREU, C. L.; LEAO, A. G. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. *Com. Sci., Bom Jesus*, v.5, n.4, p.370-379, Out./Dez. 2014.

SILVA, C.F.P.G. **AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE SILAGENS DA PARTE AÉREA E RAÍZES DE MANDIOCA**. Itapetinga – Bahia/Brasil. UESB, 2009, 94p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA, 2009.

SNIFFEN, C. J.; O’CONNOR, J. D.; van SOEST, P. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.

SOUZA, D. M. M.. Estudos morfo-fisiológicos da conservação de frutos e sementes de *Tamarindus indica* L.. Dissertação (mestrado em Agronomia) pela UFPB. Areia, 2008.

TEIXEIRA, F. A.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; NASCIMENTO, P. V. N. Perdas na ensilagem de capim-elefante aditivado com farelo de cacau e cana-de-açúcar. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 60, n. 1, p. 227-233, 2008

TOMICH, T.R.; GONÇALVES, L.C.; MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de híbridos de sorgo com capim-sudão. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia, v. 55, n. 6, pp. 747-755, 2003.

VAN SOEST. Nutritional ecology of the ruminant. Washington, Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, V.R. **Utilização de subprodutos do processamento de frutas na alimentação de caprinos e ovinos.** In: SEMINÁRIO NORDESTINO DE PECUÁRIA, 4, Fortaleza, CE, Anais.. Fortaleza, CE. 2002.

VIEIRA NETO, R. D.. Frutíferas potenciais para os tabuleiros costeiros e baixadas litorâneas. Aracaju: Empraba Tabuleiros Costeiros. EMDAGRO, 2002.

VIEIRA, P. A. F.; QUEIROZ J. H.; VIEIRA, B. C.; MENDES, F. Q.; BARBOSA, A. de A.; MULLER, E. S.; SANT'ANA, R. de C. O.; MORAES, G. H. K. Caracterização química do resíduo do processamento agroindustrial da manga (*Mangifera indica* L.) Var. UBÁ. **Alim.Nutr.**, Araraquara. v.20, n.4, p. 617-623, out./dez. 2009

VILELA, D. Sistemas de conservação de forragem. 1. Silagem. Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 1985. 42p. (Boletim de pesquisa, 11).

WATANABE, A. P.. Microfiltração de suco de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) por membrana polimérica: efeito do tratamento enzimático, da velocidade tangencial e da pressão transmembrana. Tese (Mestrado em Engenharia de Alimentos) pela Unicamp. Campinas, 2007.

3. CAPÍTULO II

VALOR NUTRICIONAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE COM NÍVEIS DE RESÍDUOS DA ACEROLA (*Malpighia emarginata*)

Publicação de acordo com as normas da
REVISTA CAATINGA:

http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/31/periodicos/instrucoes_aos_autores.pdf

**Valor nutricional de silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola
(*Malpighia emarginata*)¹**

**Isaac Sydney Alves da Silva Maia^{2*}, Alexandre Paula Braga³, Danillo Glaydson Farias
Guerra⁴, Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis³, Jesane Alves de Lucena³**

3.1. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar o valor nutricional de silagens de capim elefante com adição do resíduo da acerola. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em cinco níveis de inclusão, 0; 5; 10; 15 e 20%, com quatro repetições. Os silos foram abertos com 90 dias e feitas as avaliações do N-NH₃, sensorial, pH, colhidas amostras para análise químico-bromatológicas e determinação do NDT. Os teores de MS, MO e EE foram elevados em 0,54; 0,16 e 0,03 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Os CT e pH apresentaram valores médios respectivos de 84,2% e 3,97, o pH ficou dentro da faixa para silagens bem conservadas. O FDN e Hcel obtiveram reduções de 2,19 e 5,96% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que elevações de 0,19% para o FDA e 0,29% para LIG a cada 1% de resíduo adicionado. A celulose e NDT apresentaram ponto mínimo de 12,5% de inclusão e teores respectivos de 41,35 e 51,43%. Para PB, PIDN e PIDA, houve aumentos de 0,13% a cada 1% de inclusão do resíduo para os três parâmetros. O N-NH₃ das silagens variou de 0,47 a 0,79% entre os níveis de 0 a 20% de inclusão da acerola. Todas as silagens foram classificadas em “boa a muito boa” de acordo com as características nutricionais e organolépticas. Conclui-se que a adição do resíduo de acerola melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas podendo ser adicionada até o nível de 20%.

3.1.1. PALAVRA CHAVE: Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

Nutritional value of elephant grass silages with residue levels of acerola

1 Parte da dissertação do primeiro autor.

2 Mestrando de Pós-Graduação em Produção Animal – UFERSA – Mossoró/ RN/ Brasil *e-mail: isaacsydney10@gmail.com

3 Professor Departamento de Ciências Animais – UFERSA – Mossoró/ RN/ Brasil.

4 Doutorando do Programa Integrado em Zootecnia – UFPB – Areias/ PB/ Brasil.

3.2. ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the nutritional value of elephant grass silages with the addition of residue of acerola. The design was completely randomized in five levels of inclusion, 0; 5; 10; 15 and 20%, with four replications. The silos were opened with 90 days and made the evaluations of $\text{NH}_3\text{-N}$, sensorial analysis, pH, samples for chemical-bromatological analysis and determination of the TDN. The DM, OM and EE were elevated in .54; .16 and .03 percentage points, respectively, for each 1% inclusion of the residue. The TC and pH presented mean value respective 84.2% and 3.97, the pH was within the range to well preserved silage. The NDF and HCEL have obtained reductions of 2.19 and 5.96% levels of 0-20% inclusion, respectively. While elevations .19% for the ADF and .29% for the LIG every 1% waste addition. The cellulose and TDN were presented minimum point of 12.5% inclusion and their levels of 41.35 and 51.43%. To CP, IPND and IPAD, there were increases of 0.13% for each 1% inclusion of the residue for the three parameters. The TDN has presented minimum point of 51.43% to the level of 12.4% inclusion. The N-NH_3 of silages ranged from .47 to .79% from levels 0-20% of inclusion of acerola. All silages were classified as "good to very good" according to the nutritional and organoleptic characteristics. It is concluded that addition of the acerola residue improved the nutritive value of silage fermentation characteristics evaluated keeping their may be added to the 20% level.

3.2.1. KEYWORDS: Additive, alternative, by-product, fermentation, silage

3.3 INTRODUÇÃO

Com destaque no cenário mundial como grande produtor de frutas frescas, o Brasil é o país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão territorial, diversidade climática e de solos, sendo a região Nordeste responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

De acordo com a FAO (2014), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e é líder na produção de frutas tropicais. A demanda do mercado de sucos e polpas de frutas tropicais mostra-se em constante ascensão, o que tem motivado aumento do número de agroindústrias processadoras de frutas. Como consequência do aumento das agroindústrias e

64 produção de frutas, houve considerável aumento na geração de resíduos, o que para a indústria
65 e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos ambientais, já que estes
66 resíduos não têm mercado definido para sua comercialização (CARVALHO et al., 2005).

67 O Nordeste brasileiro tem ocupado posição de destaque na produção de frutas e sua
68 comercialização vem sendo incrementada com a introdução de várias espécies de fruteiras
69 tropicais nativas e exóticas, ainda pouco exploradas (LUNA; RAMOS JUNIOR, 2005).

70 Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se necessário a
71 utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. A ensilagem
72 é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida no período chuvoso
73 (REGO et al, 2010).

74 O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no Nordeste,
75 por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de ser bem
76 adaptado à região. No entanto, Pacheco et al. (2013), afirmaram que o teor de matéria seca
77 quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a fermentações secundárias,
78 ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam seu valor
79 nutritivo. Uma das formas para a redução do teor de umidade das silagens é a inclusão de
80 aditivos com teores elevados de matéria seca.

81 No processamento de alimentos, os resíduos agroindustriais não utilizados na alimentação
82 humana podem ser aproveitados na dieta animal, tornando-se um importante fator de redução
83 de custos. Esses resíduos gerados pelo processamento de frutas são constituídos basicamente
84 de matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos em açúcares e fibras. No
85 entanto, podem variar em termo de composição química e valor nutritivo, dependendo da sua
86 origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação animal, com a capacidade dos
87 ruminantes em aproveitar alimentos que não são digeridos por animais monogástricos (VIEIRA
88 et al., 2008; SILVA et al., 2014).

89 Existe uma variedade de alimentos e resíduos da agroindústria que podem ser utilizados
90 na alimentação de ruminantes, sendo o valor nutricional determinado pela complexa interação
91 com os microrganismos do trato digestivo, nos processos de digestão (FERREIRA et al. (2009).
92 Com isso, o presente trabalho objetivou avaliar o valor nutricional de silagens de capim elefante
93 (*Pennisetum purpureum*, schum) com níveis de resíduos da acerola.

94 95 **3.4. MATERIAL E METODOS** 96

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus de Mossoró. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos 0, 5, 10, 15 e 20%, com base na matéria natural, e quatro repetições.

O resíduo desidratado da acerola foi obtido em uma indústria de despolpa de frutas onde passou por extração da polpa restando a casca e sementes. O material desidratado foi processado em triturador estacionário para facilitar a homogeneização com o capim. O capim elefante utilizado no processo de ensilagem foi cortado manualmente em idade de 80 dias triturados e processados em triturador de forragem obtendo partículas em torno de dois a três centímetros.

O material foi levado a um galpão e a silagem foi confeccionada. Utilizaram-se baldes plásticos com diâmetro de 30 cm e altura de 30 cm, e capacidade para aproximadamente 15 litros como silos experimentais. O resíduo do processamento da polpa de suco e o capim foram pesados separadamente e misturados no momento da ensilagem, nos níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% com base na matéria verde, compactadas sob pisoteio, a fim de obter uma densidade de 600kg/m³.

Os silos foram devidamente fechados e vedados com fitas adesivas, e, armazenados em local fresco e arejado até o momento da abertura. Decorridos 90 dias após a ensilagem, os silos foram abertos, tendo a porção superficial de aproximadamente 10 cm descartada e o restante do seu conteúdo despejado e homogeneizado sobre lona plástica, retirando-se três amostras de cada unidade experimental para análises posteriores de nitrogênio amoniacal (CÂNDIDO, 2000) e pH (SILVA; QUEIROZ, 2002).

No momento de abertura procedeu-se a avaliação sensorial das silagens de acordo com os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos de odor, coloração e manipulação (teor de matéria seca) das silagens, para os quais receberam pontuações. A partir da soma dos itens as silagens foram então classificadas em boa a muito boa, satisfatória, regular e insatisfatória.

As amostras pré-secas das silagens de capim elefante com o resíduo da acerola, e do material original utilizado na ensilagem foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), de acordo com a metodologia proposta por DETMANN et al. (2012). Para a determinação da matéria orgânica foi feito por diferença de 100 pela MM; MO= 100-MM. A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação (SNIFFEN et al., 1992):

(i)
$$CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina (em ácido sulfúrico 72%), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinadas de acordo com metodologia adaptada de DETMAN et al. (2012). Os teores de hemicelulose (HCEL) foram calculados como a diferença entre os teores de FDN e a FDA (Tabela 1).

A partir da composição químico-bromatológica das silagens, foram estimados os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), seguindo equações sugeridas pelo NRC (2001):

$$(ii) \quad NDT = CNFD + PBD + (AGD \times 2,25) + FDND - 7,$$

sendo:

$$(iii) \quad CNFD = 0,98 \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + CIN]\};$$

$$(iv) \quad PBD = PB \cdot \exp[-1,2 \times (PIDA/PB)];$$

$$(v) \quad AGD = AG = EE - 1 \text{ (se } EE < 1, AG = 0);$$

$$(vi) \quad FDND = 0,75 \times (FDN - LIG) \times [1 - (LIG/FDN) \times 0,667];$$

em que:

CNFD – carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; PBD – proteína bruta verdadeiramente digestível; AGD – ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDND – FDN verdadeiramente digestível; PBFDA – proteína bruta ligada à FDA; FAP – fator de ajuste de processamento, nesse caso igual a 1; PBFDA – proteína bruta ligada à FDA; LIG – lignina.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e acerola antes da ensilagem, em porcentagem da matéria seca.

	Capim Elefante	Acerola
Matéria Seca (MS)	19,51 ¹	90,48 ²
Matéria Orgânica ² (MO)	89,47	96,25
Extrato Etéreo ² (EE)	1,54	1,61
Proteína Bruta ² (PB)	3,93	8,42
Fibra em Detergente Neutro ² (FDN)	77,87	73,77
Fibra em Detergente Ácido ² (FDA)	53,97	58,35
Celulose ² (CEL)	43,61	37,05
Hemicelulose ² (Hcel)	23,90	15,42
Lignina ² (LIG)	9,00	22,19
PIDN ²	1,40	5,97
PIDA ²	0,77	4,21
Carboidratos Totais ² (CT)	84,00	86,22
NDT	53,32	48,98

¹ Com base na matéria natural; ² Com base na matéria seca

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com base no teste de média Tukey ao nível de 5%, utilizou a análise de regressão quando o resultado foi significativo estatisticamente, tomando como base o valor do coeficiente de determinação utilizando o pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013).

3.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição químico-bromatológica, valores de pH, N-NH₃, equações de regressão e coeficiente de determinação das silagens com adição do resíduo da acerola estão na Tabela 2.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH₃ das silagens de capim elefante com resíduos da acerola.

Resíduos	NÍVEIS DE INCLUSÃO					Equação	R ²	CV(%)
	0	5	10	15	20			
MS¹	22,10	24,30	27,20	29,80	32,80	Y= 21,86 + 0,54*X	0,9979	2,52
MO²	90,21	91,87	92,17	92,87	91,39	Y= 89,78 + 0,16*X	0,9430	0,45
EE²	1,56	1,74	1,75	1,87	2,19	Y=1,55 + 0,03*X	0,8872	3,32
CT²	85,35	84,04	84,57	84,25	84,30	Y=84,20	-	0,66
NDT²	54,52	51,95	51,56	52,01	52,26	Y=54,28-0,46*X+0,02*X ²	0,8975	1,43
FDN²	75,77	74,90	75,38	73,98	73,58	Y=75,57-0,11*X	0,9682	0,42
FDA²	53,99	55,52	56,81	57,29	57,76	Y=54,41+0,19*X	0,9305	1,57
CEL²	43,37	42,64	41,09	41,59	42,37	Y=43,54-0,35*X+0,01*X ²	0,8657	2,35
Hcel²	21,78	19,38	17,57	16,69	15,82	Y=21,17-0,29*X	0,9470	4,57
LIG²	8,75	11,42	13,82	14,02	14,49	Y=9,66+0,29*X	0,8625	4,00
PB²	3,91	4,43	5,55	6,05	6,37	Y=3,95+0,13*X	0,9614	5,50
PIDN²	1,10	2,24	3,00	3,41	3,75	Y=1,41+0,13*X	0,9362	9,82
PIDA²	0,73	2,37	2,66	2,87	3,65	Y=1,19+0,13*X	0,8711	13,79
NNH₃/NT²	0,47	0,56	0,52	0,64	0,79	Y=0,45+0,1*X	0,8221	12,88
pH	3,78	3,94	3,95	4,10	4,10	Y=3,97	-	3,83

¹ Com base na matéria natural; ² Com base na matéria seca

A utilização do resíduo da acerola proporcionou aumento da MS (P<0,05) de 10,7 pontos percentuais, quando os níveis variaram de 0 a 20%. O aumento nos teores de MS, tabela 2, foram determinados pela equação de regressão em 0,54 pontos percentuais para cada unidade de acerola adicionada na ensilagem. Essa elevação pode ser explicada pelo alto teor de MS presente no resíduo, como visto na tabela 1, com 90,48%.

Os resultados encontrados por Gonçalves et al. (2004) que trabalharam com a inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante, aumentou em 0,55 pontos percentuais a cada 1% de adição na MS, sendo semelhantes ao encontrado neste estudo. Como o capim elefante, geralmente é indicado para a prática da ensilagem e apresenta baixo teor de MS, o uso dos resíduos desidratados da acerola mostraram boas alternativas para minimizar esse problema.

O nível de adição de 15% de inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante, proporcionaram à silagem teor de MS de 29,80%. Esse valor está no nível de 28 a 35% de MS necessário para ocorrência de fermentação láctica (PACHECO et al. 2013). Gonçalves et al. (2004) adicionaram resíduos de acerola e goiaba na ensilagem de capim elefante e relataram que o valor mínimo foi atingido com a utilização de 12% de inclusão do resíduo de acerola e 17% para o resíduo de goiaba.

Pompeu et al. (2006) trabalharam com a adição de resíduos de frutas tropicais e observaram, que com 20% de inclusão do resíduo de abacaxi e maracujá, resultados de 29,73 e 26,61% de MS, respectivamente, inferiores a este estudo. Os mesmos autores utilizaram o melão na ensilagem e obteve-se resultado superior, de 33,08% de MS. Os resultados podem ser explicados devido à utilização do capim elefante mais novo, com menos MS, para o abacaxi e o maracujá, com 50 e 70 dias de colheita respectivamente, e com mais MS para o melão, mas com mesma idade deste estudo, 80 dias.

Neste trabalho o teor de MO do capim elefante foi de 89,47%, esse resultado pode ser explicado pela possível contaminação do capim elefante por areia na hora do corte e transporte, e a partir da adição do resíduo da acerola com 96,25% de MO houve aumento linear ($P < 0,05$) nos teores de MO como visto na Tabela 2, proporcionando aumentos de 0,16 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado.

Os teores de EE das silagens aumentaram ($P < 0,05$) em 0,03 pontos percentuais a cada 1% de inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante. Pereira et al. (2011) relataram que a utilização de lipídeos na dieta de ruminantes tem sido bem vista pelo fato de promover a redução na produção de metano e do incremento calórico, podendo interferir negativamente na digestão da fibra. Kozloski (2011) comenta que a fermentação ruminal será inibida quando o teor de lipídeos for superior a 7% da matéria seca total da dieta. Os teores de EE apresentados pelas silagens não limitam o desenvolvimento microbiano no rúmen e está de acordo com os níveis relatados pelos autores.

Os lipídeos também fazem parte das exigências nutricionais dos animais, quando se aproxima de 1% de lipídeos na matéria seca da ração (2% da energia metabolizável) supre as carências de ácidos graxos dos animais (PALMQUIST; MATTOS, 2006).

Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) nos teores dos CT das silagens em função da adição do subproduto da acerola. Os teores obtidos do CT para o capim elefante e o resíduo da acerola foram aproximados, 84,00 e 86,22% respectivamente, desta forma não era de se esperar que a adição do subproduto da acerola provocasse alterações nos valores.

Verificou-se efeito quadrático ($P<0,05$) nos tratamentos com menor teor de 51,43% de NDT ao nível de 12,4% de inclusão. Pereira et al. (2010) observaram que entre os muitos componentes químicos que são relacionados à concentração de energia disponível de um alimento, o extrato etéreo e proteína bruta, têm sido positivamente correlacionados ao NDT, enquanto que as frações fibrosas têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade energética dos alimentos. Esta resposta quadrática pode ser explicada pela pequena variação dos teores de FDN, e um aumento dos teores de lignina, que nas equações de NDT utilizam-se esses teores para estimar o FDN verdadeiramente digestível.

Para os teores de FDN das silagens houve efeito linear decrescente ($P<0,05$) com reduções de 0,11 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo na silagem de capim elefante. Esta redução pode ter acontecido pelo elevado teor de FDN do capim elefante (77,87%) e da acerola (73,77%). As silagens de capim elefante com adição de resíduo da acerola ultrapassaram o nível recomendado por Van Soest (1965) de 55 a 60% para que não haja limitação do alimento por efeito físico do enchimento do rúmen, atingindo teores de FDN de 75,77 a 73,58%, nos tratamentos de 0 a 20% de adição respectivamente.

Gonçalves et al. (2004) estudando o efeito da inclusão de resíduos da acerola e goiaba na ensilagem do capim elefante, não observaram diferenças entre os tratamentos, relatando que as concentrações de FDN do capim e do resíduo foram muito próximas por isso não esperou diferenças nos níveis utilizados.

Pompeu et al. (2006), avaliando o valor nutritivo de silagens com adição de resíduos de frutas tropicais observaram reduções nos teores da FDN do abacaxi e do maracujá, em 0,35 e 0,62 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado, respectivamente.

Os teores de FDA observados nas silagens de capim elefante com resíduo da acerola obtiveram resultados 53,99 a 57,76% nos níveis de 0 a 20% respectivamente, com efeito linear crescente ($P<0,05$) de 0,19 pontos percentuais a cada 1% de resíduo da acerola adicionado.

Gonçalves et al. (2004) utilizaram resíduo da acerola na ensilagem com capim elefante obtiveram aumentos de 0,32 unidades percentuais, os autores explicam esse aumento devido as maiores concentrações de FDA no resíduo do que no capim, com um aumento total de 5,03% do tratamento controle ao 20% do resíduo. Ferreira et al. (2010) utilizando níveis crescentes do resíduo da acerola na ensilagem observaram aumento de 9,18%, do nível 0 ao 14% de inclusão.

Os resultados obtidos neste trabalho para os teores de FDA das silagens de capim elefante com resíduos de acerola podem fazer com que o valor nutritivo das silagens diminua sendo explicado pelo alto teor encontrado no resíduo da acerola relacionado ao do capim elefante, 58,35 e 53,97% respectivamente. Segundo Van Soest (1994) há uma correlação negativa entre os teores de FDA e a digestibilidade. Macedo Junior et al. (2007) comentam que a FDA não é uma boa estimativa da fibra com definição estrutural, simplesmente por não conter todos os polissacarídeos parcialmente digestíveis do alimento.

Nos teores de Lignina (LIG) das silagens de capim elefante com resíduo da acerola foi observado aumento linear ($P<0,05$) de 0,29 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo da acerola. Esse aumento de 5,74% do nível 0 a 20% pode ter acontecido pelo elevado teor de LIG encontrado no resíduo da acerola que foi de 22,19%, muito alto comparado aos 9% de LIG do capim elefante.

As silagens de capim elefante com resíduo da acerola obtiveram comportamento quadrático ($P<0,05$) para celulose com ponto mínimo em 12,5% de inclusão e 41,35% de CEL. Esse resultado pode ser explicado pelos aumentos nos teores de FDA e Lignina das silagens de capim elefante com resíduo da acerola o que pode ter ocasionado esse efeito.

A hemicelulose (Hcel) apresentou efeito linear ($P<0,05$) com reduções de 0,29 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo da acerola. Esse efeito pode ter acontecido pelo seu elevado teor no capim elefante e inferior a este no resíduo da acerola, 23,90 e 15,42% respectivamente, com uma redução total de 5,96% do nível 0 ao 20% de inclusão do resíduo da acerola na silagem.

Gonçalves et al. (2004) trabalhando com silagens de capim elefante acrescidos do subproduto da acerola observaram que não houve diferença nas silagens estudadas, constatando que mesmo obtendo percentual de Hcel menor no subproduto da acerola (17,75%) em comparação ao capim elefante (30,51%), não reduziu os percentuais de Hcel das silagens produzidas.

Ferreira et al.(2010) trabalhando com acréscimo do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante observaram reduções de 5,97% do nível 0 ao 14% de inclusão, resultado semelhante ao encontrado neste estudo, 5,96% de Hcel, utilizando os níveis de 0 a 20%.

Os resultados dos teores de PB nas silagens de capim elefante acrescidas de resíduos da acerola aumentaram linearmente ($P<0,05$) a 0,13 pontos percentuais a cada 1% de acréscimo. Van Soest (1994) preconiza que o nível mínimo de 7% de PB deve ser alcançado sendo necessários para um bom funcionamento ruminal, os níveis estudados não atingiram o valor mínimo estipulado pelo autor.

Ferreira et al. (2010) observaram com o acréscimo do resíduo da acerola na ensilagem de 0 a 14% obtiveram um aumento de 4,56% de PB, muito superior ao encontrado neste trabalho que foi utilizado os níveis de 0 a 20% com aumento de 2,46%. Gonçalves et al. (2004) trabalhando com acerola obtiveram aumentos nos valores para PB de 0,22 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo com total de 1,85% para as silagens de 0 a 20% de inclusão.

Para as proteínas insolúveis, em detergente neutro e detergente ácido, PIDN e PIDA respectivamente, foram observados aumentos lineares de 0,13 pontos percentuais a cada 1% de adição dos resíduos nas silagens. Esses aumentos podem ser explicados pelos elevados teores PIDN e PIDA do resíduo da acerola comparando-se com as do capim elefante.

Ferreira et al. (2010) relataram que com a inclusão do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante houve melhora em algumas características químicas das silagens, a PB por exemplo, mas essas alterações não permitiram um aproveitamento dos alimentos pelos animais. Segundo Van Soest (1994) o PIDN e PIDA são de uso limitado pelos microrganismos ruminais.

De acordo com Silva et al. (2013) relataram que a análise dos teores de PIDA no alimento é importante, pois representa a fração proteica indisponível ao animal, uma vez que é oriunda da complexação de compostos proteicos com a FDA. Os mesmos autores relataram quanto menor for a PIDN e PIDA, principalmente a PIDA, maior será a disponibilidade de PB.

Para o nitrogênio amoniacal houve efeito linear crescente quando as silagens avaliadas obtiveram um aumento de 0,1 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo. Os baixos valores apresentados para o $N-NH_3$ representam reduções da proteólise. McDonald, (1981) relatou que acima de 12% de $N-NH_3$ indica proteólise, ocasionando perdas de nutrientes e baixa qualidade das silagens.

Nos valores de pH foi observado que a utilização do resíduo de acerola não interferiu ($P>0,05$) na estabilização do processo fermentativo, obtendo valor médio de 3,97 ficando na margem de 3,8 a 4,2 recomendada por McDonald (1981), a qual é a faixa de inibição de

fermentações secundárias e indesejáveis pelas bactérias do gênero *Clostridium*, produtoras do ácido butírico.

Gonçalves et al (2004) trabalharam com a inclusão do subproduto da acerola na ensilagem de capim elefante e observaram no pH diminuições de 0,02 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado.

As silagens de capim elefante com resíduo da acerola apresentaram boa qualidade à avaliação sensorial, Tabela 3 e Tabela 4, possuindo um odor ácido típico, o que sugere quantidades adequadas de ácidos desejáveis para uma boa fermentação com coloração tipicamente esverdeada e com poucas perdas por deterioração, esses resultados podem ser explicados pela compactação e vedação adequada.

Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao valor nutritivo.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
5%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
10%	24	Boa a Muito Boa	21 a 25
15%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
20%	21	Boa a Muito Boa	21 a 25

Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos da acerola, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
5%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
10%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
15%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5
20%	0	Boa a Muito Boa	0 a -5

3.6. CONCLUSÃO

A adição do resíduo da acerola na ensilagem de capim elefante promoveu aumentos nos teores de MS, MO, EE, NDT, FDA, LIG e frações proteicas, ocasionando também reduções nos teores de FDN e Hcel. Desta forma, pode-se recomendar a adição de resíduo de acerola na ensilagem, até o nível de 20%, uma vez que sua utilização melhorou as características nutricionais das silagens permitindo boa fermentação das mesmas.

REFERÊNCIAS

CANDIDO, M. J. D. **Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação**. 55 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

CARVALHO, S.; VERGUEIRO A.; KIELING, R. et al. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85 sobre os componentes não carcaça de cordeiros; Avaliação da suplementação. **Ciência Rural**, v.35, n,2, p.435-439, 2005.

DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos**. Visconde do Rio do Branco, MG. Suprema, p. 214, 2012.

FAO stat, **Produção brasileira de frutas 2010**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org/>> Acesso em 20/09/2014.

FERREIRA, A. C. H. et al. Consumo e digestibilidade de silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subproduto da agroindústria da acerola. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 4, p. 693-701, out-dez, 2010.

FERREIRA, A. C. H. et al. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com silagens de capimelefante contendo subprodutos do processamento de frutas. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 2, p. 315-322, abr-jun, 2009.

GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de diferentes níveis dos subprodutos do processamento de acerola (*Malpighia glabra* L.) e de goiaba (*Psidium guajava* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.35, n.1, p.131-137, 2004.

KOZLOSKI, G. V.; **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria. Ed. UFSM. 216p. 2011.

LUNA, J.V.U.; RAMOS JUNIOR, D. de S.; Banco de germoplasma de fruteiras nativas e exóticas. **Bahia Agrícola**, v.7, n.1, set. 2005

MACEDO JÚNIOR, G. L. et al. QUALIDADE DA FIBRA PARA A DIETA DE RUMINANTES. **Ciência Animal**, Fortaleza/ CE. 17(1):7-17,2007.

McDONALD, P. **The biocheminstry of silage**. New York: Ed. John Wiley, 1981, 226p.

MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. Supplemente zu Vorlesungen und bungen in der Tierernhrung. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

PACHECO, W. F. et al Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com níveis crescentes de feno de gliricídia.. **Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.7, n.4, p.69-75, dez. 2013.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 299-322.

PEREIRA, E. S. et al. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences** Maringá, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PEREIRA, E. S. et al. Determinação das frações proteicas e de carboidratos e estimativa do valor energético de forrageiras e subprodutos da agroindústria produzidos no Nordeste Brasileiro. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.

POMPEU, R. C. F. F. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com adição de subprodutos do processamento de frutas tropicais. **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.1, p.77-83, 2006.

R CORE TEAM. **R: a language and evironment for statistical computing**. R foundation for statistical computing. Vienna – Austria. 2013.

REGO, M. M. T. et al. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages containing a mango by-product. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.81-87, 2010.

REIS, P. M. C. L. **Extração e avaliação do potencial antioxidante dos extratos obtidos da semente do tamarindo doce (Tamarindus indica)**. Universidade Federal de Santa Catarina. Dissertação Mestrado. 125p. 2013.

SANTOS, C. E. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013**. Santa Cruz do Sul : Editora Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.

SILVA, M. A. et al. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de ruminantes. **Comunicata Scientiae** Bom Jesus, 5(4): 370-379, Out./Dez. 2014.

SILVA, M. S. J. Estimativa de produção e valor nutritivo do feno de estilosantes cv. Campo Grande. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 34, n. 3, p. 1363-1380, maio/jun. 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Vicosa: UFV, 2002. 165 p.

SNIFFEN, C. J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12 , 1992.

VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3, p.834-843, 1965.

VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant**. Washington, Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P. F. et al. Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta do resíduo seco de padaria em ovinos. **ARS Veterinaria**, v.24, n.1, 053-058, 2008.

4. CAPÍTULO III

**COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, NITROGÊNIO AMONÍACAL, pH
E AVALIAÇÃO SENSORIAL DE SILAGENS DE CAPIM ELEFANTE COM NÍVEIS
DE RESÍDUOS DO TAMARINDO (*Tamarindus indica*)**

**Publicação de acordo com as normas da
REVISTA CIENCIA RURAL - UFSM:
<http://coral.ufsm.br/ccrrevista/normas.htm>**

Composição químico-bromatológica, nitrogênio amoniacal, pH e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo (*Tamarindus indica*)¹

Nutritional value of elephant grass silages with residue levels of tamarind (*Tamarindus indica*)

Isaac Sydney Alves da Silva Maia^{2*}, Alexandre Paula Braga³, Danilo Glaydson Farias Guerra⁴, Jesane Alves de Lucena³, Liz Carolina da Silva Lagos Cortês Assis³, Márcia Marcila Fernandes Pinto²

4.1. RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a composição químico-bromatológica, nitrogênio amoniacal, pH e avaliação sensorial de silagens de capim elefante com adição do resíduo do tamarindo. O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado em cinco níveis de inclusão, 0; 5; 10; 15 e 20%, com quatro repetições. Os silos foram abertos com 90 dias e feitas as avaliações do N-NH₃, sensorial, pH, colhidas amostras para análises químico-bromatológicas e determinação do NDT. Os teores de MS, MO, EE e NDT foram elevados em 0,45; 0,13; 0,08 e 0,39 pontos percentuais, respectivamente, a cada 1% de inclusão do resíduo. Houve efeito quadrático com ponto mínimo em 20% de inclusão e teor de 79,86% do CT. Os teores de FDN, FDA, CEL e Hcel obtiveram reduções de 13,7; 9,42; 8,65 e 4,28% dos níveis de 0 a 20% de inclusão, respectivamente. Enquanto que a LIG apresentou valor médio de 9,18% para as silagens. Para a PB, PIDN e PIDA, houve aumentos respectivos de 0,27; 0,21 e 0,12 a cada 1% de inclusão do resíduo. O N-NH₃ das silagens apresentou aumento de 0,01 pontos percentuais a cada 1% de resíduo adicionado. O pH apresentou valor médio de 4,05. A avaliação sensorial quanto às características nutricionais das silagens foram “Satisfatórias” a partir do nível de 5% de inclusão. Já as características organolépticas das silagens foram

1 Parte da dissertação do primeiro autor.

2* Mestrando de Pós-Graduação em Produção Animal-UFERSA e-mail: isaacsydney10@gmail.com

3 Professor Departamento de Ciências Animais - UFERSA

4 Doutorando do Programa Integrado em Zootecnia - UFPB

1 classificadas em “Boa a Muito Boa”. Conclui-se que a adição do resíduo do tamarindo
2 melhorou o valor nutritivo das silagens avaliadas mantendo suas características fermentativas
3 podendo ser adicionada até o nível de 20%.

4 **4.1.1. PALAVRA CHAVE:** Aditivo, alternativa, subproduto, fermentação, ensilagem

6 **4.2. ABSTRACT**

7 The aim of this study was to evaluate the chemical composition, ammonia nitrogen,
8 pH and sensory evaluation of elephant grass silages with addition of residue of Tamarind. The
9 design was completely randomized in five levels of inclusion, 0; 5; 10; 15, and, 20%, with four
10 replications. The silos were opened with 90 days and it were made the evaluations of NH₃-N,
11 sensory, pH, samples for chemical-bromatological analysis and determination of the TDN. The
12 DM, OM and EE were elevated in .45; .13 and .08 percentage points, respectively, for each 1%
13 inclusion of the residue. There was quadratic effect with minimum point in 20% of inclusion
14 and content of 79.86% of CT. The NDF, ADF, CEL and HCEL have obtained reductions of
15 13.7; 9.42; 8.65 and 4.28% levels of 0 to 20% inclusive, respectively. While the lignin presented
16 medium value for 9.18% for silage. For CP, IPND and IPAD, there were respective increases
17 of .27; .21 and .12 for each 1% inclusion of waste. The NH₃-N of the silage increased by .01
18 percentage points for each 1% of added waste. The pH presented medium value for 4.05. The
19 sensory evaluation as to the nutritional characteristics of the silages were "Satisfactory" from
20 the level 5% of inclusion. Already the organoleptic characteristics of silages were classified as
21 "Good to Very Good". It is concluded that addition of the tamarind residue improved the
22 nutritive value of silage fermentation characteristics evaluated keeping their may be added to
23 the 20% level.

24 **4.2.1. KEYWORDS:** Additive, alternative, by-product, fermentation, silage

4.3. INTRODUÇÃO

Com destaque no cenário mundial como grande produtor de frutas frescas, o Brasil é o país favorecido pela potencialidade de produzir alimentos, devido sua vasta extensão territorial, diversidade climática e de solos sendo a região Nordeste responsável pela maior parte da produção de frutas tropicais (SANTOS et al., 2013).

De acordo com a FAO (2014), o Brasil é o terceiro maior produtor de frutas do mundo e é líder na produção de frutas tropicais. Como consequência do aumento das agroindústrias e produção de frutas, houve considerável aumento na geração de resíduos, o que para a indústria e órgãos competentes se tornou grande problema, em função de danos ambientais, já que estes resíduos não têm mercado definido para sua comercialização (CARVALHO et al., 2005).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.), está bastante difundido no Nordeste, por apresentar fácil implantação e possuir elevada produção de forragem, além de ser bem adaptado à região. No entanto, PACHECO et al. (2013), afirmaram que o teor de matéria seca quando se encontra abaixo de 28 a 35%, as silagens são propensas a fermentações secundárias, ocasionando elevadas perdas de nutrientes e a formação de produtos que depreciam o seu valor nutritivo. Uma das formas para a redução do teor de umidade das silagens é a inclusão de aditivos com teores elevados de matéria seca.

A busca por alimentos que proporcionem menores custos e a necessidade de contornar o problema ocasionado pela estacionalidade da produção de forragem no Nordeste, como consequência a melhoraria da produção animal com a utilização de resíduos do processamento de frutas (CRUZ et al. 2010).

Na época seca a forragem apresenta baixa produção e qualidade tornando-se necessário a utilização de práticas de conservação de alimentos produzidos no período chuvoso. A ensilagem é uma boa opção para o aproveitamento do excesso de forragem produzida no período chuvoso (REGO et al, 2010).

Os resíduos gerados pelo processamento de frutas são constituídos basicamente de matéria orgânica como casca, caroço, semente e bagaços ricos em açúcares e fibras. No entanto, podem variar em termo de composição química e valor nutritivo, dependendo da sua origem. É comum a utilização de subprodutos na alimentação animal, com a capacidade dos ruminantes em aproveitar alimentos com alto teor de fibra (VIEIRA et al., 2008; SILVA et al., 2014).

De acordo com REIS (2013), a semente do tamarindo é uma potencial fonte de proteínas, devido a sua riqueza em aminoácidos sulfurados. No entanto, a baixa digestibilidade dificulta a sua utilização na alimentação. Com isso, o presente trabalho objetivou avaliar valor nutricional de silagens de capim elefante (*Pennisetum purpureum*, schum) com níveis de resíduos do tamarindo.

4.4. MATERIAL E METODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal Rural do Semi-Árido, campus de Mossoró. Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em cinco tratamentos 0, 5, 10, 15 e 20%, com base na matéria natural, e quatro repetições.

O resíduo desidratado do tamarindo foi obtido em uma indústria de despolpa de frutas onde passou por extração da polpa restando a casca e sementes. O material desidratado foi processado em triturador estacionário para facilitar a homogeneização com o capim. O capim elefante utilizado no processo de ensilagem foi cortado manualmente em idade de 80 dias triturados e processados em triturador de forragem obtendo partículas em torno de dois a três centímetros.

O material foi levado a um galpão e a silagem foi confeccionada. Utilizaram-se baldes plásticos com diâmetro de 30 cm e altura de 30 cm, e capacidade para aproximadamente 15 litros como silos experimentais. O resíduo do processamento da polpa de suco e o capim foram pesados separadamente e misturados no momento da ensilagem, nos níveis de 0, 5, 10, 15 e

20% com base na matéria verde, compactadas sob pisoteio, a fim de obter uma densidade de 600kg/m³.

Os silos foram devidamente fechados e vedados com fitas adesivas, e, armazenados em local fresco e arejado até o momento da abertura. Decorridos 90 dias após a ensilagem, os silos foram abertos, tendo a porção superficial de aproximadamente 10 cm descartada e o restante do seu conteúdo despejado e homogeneizado sobre lona plástica, retirando-se três amostras de cada unidade experimental para análises posteriores de nitrogênio amoniacal (CÂNDIDO, 2000) e pH (SILVA; QUEIROZ, 2002).

No momento de abertura procedeu-se a avaliação sensorial das silagens de acordo com os critérios estabelecidos por Meyer et al. (1989), quanto aos aspectos de odor, coloração e manipulação (teor de matéria seca) das silagens, para os quais receberam pontuações, e a partir da soma dos itens as silagens foram então classificadas em boa a muito boa, satisfatória, regular e insatisfatória.

As amostras pré-secas das silagens de capim elefante com o resíduo do tamarindo, e do material original utilizado na ensilagem foram submetidas às análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), matéria mineral (MM), de acordo com a metodologia proposta por DETMANN et al. (2012). Para a determinação da matéria orgânica foi feito por diferença de 100 pela MM; MO= 100-MM. A porcentagem de carboidratos totais (CT) foi obtida pela equação (SNIFFEN et al., 1992):

$$(vii) \quad CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas).$$

As análises de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina (em ácido sulfúrico 72%), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram determinadas de acordo com metodologia adaptada de DETMANN et al. (2012). Os teores de hemicelulose (HCEL) foram calculados como a diferença entre os teores de FDN e a FDA (Tabela 1).

A partir da composição químico-bromatológica das silagens, foram estimados os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT), seguindo equações sugeridas pelo NRC (2001):

$$(viii) \quad NDT = CNFD + PBD + (AGD \times 2,25) + FDND - 7,$$

sendo:

$$(ix) \quad CNFD = 0,98 \{100 - [(FDN - PIDN) + PB + EE + CIN]\};$$

$$(x) \quad PBD = PB \cdot \exp[-1,2 \times (PIDA/PB)];$$

$$(xi) \quad AGD = AG = EE - 1 \text{ (se } EE < 1, AG = 0);$$

$$(xii) \quad FDND = 0,75 \times (FDN - LIG) \times [1 - (LIG/FDN) \times 0,667];$$

em que:

CNFD – carboidratos não-fibrosos verdadeiramente digestíveis; PBD – proteína bruta verdadeiramente digestível; AGD – ácidos graxos verdadeiramente digestíveis; FDND – FDN verdadeiramente digestível; PBFDN – proteína bruta ligada à FDN; FAP – fator de ajuste de processamento, nesse caso igual a 1; PBFDA – proteína bruta ligada à FDA; LIG – lignina.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, com base no teste de média Tukey ao nível de 5%, utilizou a análise de regressão quando o resultado foi significativo estatisticamente, tomando como base o valor do coeficiente de determinação utilizando o pacote estatístico R (R CORE TEAM, 2013).

4.5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição químico-bromatológica, valores de pH, N-NH₃, equações de regressão e coeficiente de determinação das silagens com adição do resíduo do tamarindo estão na Tabela 2.

A utilização do resíduo do tamarindo proporcionou aumento na MS (P<0,05) de 0,45 pontos percentuais na MS a cada 1% de resíduo adicionado, obtendo aumento de 8,1%, quando

os níveis variaram de 0 a 20%. Essa elevação pode ser explicada pelo alto teor de MS presente no resíduo do tamarindo, como visto na tabela 1 de 90,51%.

O aumento nos teores de MS também foi observado por RÊGO et al (2010), na qual trabalharam com a inclusão de manga na ensilagem de capim elefante observaram que a cada um por cento de aumento do resíduo ocasionou um aumento de 0,49 pontos percentuais no teor de MS da silagem.

Ao nível de 20% de inclusão do resíduo de tamarindo na ensilagem de capim elefante apresentou teor de MS de 30,20% esse valor encontra-se na margem necessária para ocorrência de fermentação láctica, 28 a 35% de MS (PACHECO et al. 2013).

Os resultados encontrados por CYSNE et al. (2006) que trabalharam com a inclusão do resíduo da graviola na ensilagem de capim elefante ocasionou elevações de 0,80 pontos percentuais a cada 1% de inclusão na MS. Os mesmos autores citam que devido o capim elefante ter sido cortado com idade de 50 dias a MS e aumento de 15,97% nos tratamentos de 0 a 20% de inclusão, ainda não ficaram no nível estabelecido por PACHECO et al. (2013).

Os teores de MO das silagens com resíduo do tamarindo obtiveram crescimento linear ($P<0,05$) em 0,13 pontos percentuais a cada 1% de adição. Esse aumento pode ser explicado pela influência do baixo teor de MO do capim elefante de 89,47% comparado ao resíduo do tamarindo com teor de 96,53%.

Os teores de EE das silagens aumentaram ($P<0,05$) 0,08 pontos percentuais a cada 1% de inclusão do resíduo do tamarindo na ensilagem de capim elefante. KOZLOSKI (2011) comenta que a fermentação ruminal será inibida quando o teor de lipídeos for superior a 7% da matéria seca total da dieta. Os teores de EE apresentados pelas silagens não limitam o desenvolvimento microbiano no rúmen e está de acordo com o nível relatado pelo autor.

Os lipídeos fazem parte das exigências nutricionais dos animais, em termos gerais, o quando se aproxima de 1% de lipídeos na matéria seca da ração (2% da energia metabolizável) supre as carências de ácidos graxos dos animais (PALMQUIST & MATTOS, 2006).

Observa-se que houve efeito quadrático ($P<0,05$) para os CT com ponto mínimo ao nível de 20% de inclusão, com resultado de 79,86% de CT. Essa diminuição pode ter ocorrido pelos teores de CT do capim elefante e o resíduo de tamarindo que são de 84 e 79,33% de CT.

O NDT apresentou comportamento linear crescente ($P<0,05$) de 0,39 pontos percentuais a cada 1% de adição do resíduo na ensilagem de capim elefante, com aumento de 7,87% do nível 0 ao 20% de inclusão. PEREIRA et al. (2010) observaram que entre os muitos componentes químicos que são relacionados à concentração de energia disponível de um alimento, o extrato etéreo e proteína bruta, têm sido positivamente correlacionados ao NDT, enquanto que as frações fibrosas têm apresentado correlações negativas com a disponibilidade energética dos alimentos.

Os teores fibrosos FDN, FDA, CEL e Hcel das silagens de capim elefante com resíduo de tamarindo obtiveram comportamento linear decrescente ($P<0,05$) com reduções respectivos de 0,67; 0,45; 0,43 e 0,22 pontos percentuais a cada 1% de aumento nos níveis de inclusão. Essa diminuição do FDN pode ter ocorrido pelo baixo teor do resíduo, 46,10%, comparando-se com o capim elefante, 77,81%.

Os níveis testados não atingiram o máximo recomendado por VAN SOEST (1965) que é de 55 a 60%. Acima desta percentagem ocorre limitação do alimento por efeito físico do enchimento do rúmen. A utilização do resíduo de tamarindo na ensilagem do capim elefante só ocorrerá limitação até 23% de inclusão, pois níveis acima apresentariam teores de FDN de acordo com a margem relatada pelo autor.

Essa diferença obtida pelos teores de FDA da silagem de capim elefante com resíduo de tamarindo, redução de 9,42% do nível 0 ao 20% de inclusão, pode fazer com que aumente o

1 valor nutritivo das silagens, explicado por Van Soest (1994) que há uma correlação negativa
2 entre os teores de FDA e a digestibilidade, pois quanto maior for seu FDA menor será a
3 digestibilidade do alimento. Essa redução pode ser explicada pelo baixo teor de FDA
4 encontrado no resíduo de tamarindo, de 29,82%.

5 Para os teores de HCEL a diminuição de 21,78 a 17,50% de Hcel nos níveis de 0 a 20%
6 podem ser explicados pelo alto teor no capim comparado com o resíduo. CYSNE et al. (2006)
7 trabalharam com a inclusão do resíduo da graviola na ensilagem de capim elefante e observaram
8 reduções de 0,22 pontos percentuais totalizando 4,4% entre os tratamentos de 0 e 20% de
9 inclusão.

10 Não foi observado significância ($P>0,05$) nos teores de lignina da silagem de capim
11 elefante com resíduo do tamarindo apresentando em média 9,18% de lignina. A média de
12 lignina encontrado no resíduo de tamarindo e capim elefante, na tabela 1, foram próximos, 8,77
13 e 9,00% respectivamente, por isso não era de se esperar diferenças nos níveis.

14 Na tabela 2 encontra-se os teores proteicos das silagens de capim elefante contendo níveis
15 do resíduo do tamarindo, para proteína bruta (PB), houve diferença significativa ($P<0,05$) onde
16 se explica um aumento de 0,27 unidades percentuais a cada 1% de acréscimo do resíduo.

17 VAN SOEST (1994) preconiza que o nível mínimo de 7% de PB deve ser alcançado
18 sendo necessários para um bom funcionamento ruminal, os resultados obtidos não estão de
19 acordo com o autor, pois nos níveis de adição utilizados para acerola não atingiu o mínimo
20 preconizado.

21 Foram observados aumentos lineares ($P<0,05$) para o PIDN e PIDA de 0,21 e 0,12 pontos
22 percentuais a cada 1% de adição na silagem. O PIDN e PIDA são de uso limitado pelos
23 microrganismos ruminais segundo VAN SOEST (1994).

24 Para o nitrogênio amoniacal, houve diferença significativa ($P<0,05$) com efeito linear
25 crescente nas silagens de capim elefante com resíduo do tamarindo com acréscimo de 0,01% a

1 cada 1% adicionado. Os baixos valores apresentados para o N-NH₃ evidenciam que as silagens
2 são de boa qualidade. REGO et al. (2010) observaram a diminuição dos percentuais de N-NH₃
3 com adição do resíduo de manga em 0,91% a cada unidade adicionada. MCDONALD, (1981)
4 relataram que acima de 12 % de N-NH₃ indica proteólise, ocasionando perdas de nutriente e
5 baixa qualidade de silagens.

6 O pH deste estudo ficou entre a margem recomendada por MCDONALD et al. (1981),
7 onde os valores adequados do pH deve-se estar entre 3,8 a 4,2, na qual é a faixa de inibição de
8 fermentações secundárias e indesejáveis que ocorre devido a ação de bactérias do gênero
9 *Clostridium*, produtoras do ácido butírico.

10 A avaliação sensorial das silagens de capim elefante com o resíduo do tamarindo
11 obtiveram menor qualidade a partir de 5% como visto na Tabela 3 foram “satisfatórias”, as
12 quais apresentaram coloração típica esverdeada e odor ácido. As silagens de uma forma geral
13 apresentaram uma boa qualidade para as características sanitárias, Tabela 4, classificando-as
14 em “boa a muito boa”, observando em sua superfície “pontos brancos”, podendo ser do
15 desenvolvimento de colônia de fungos, mesmo em baixa quantidade, já que foi obedecida a
16 densidade de compactação.

18 **4.6. CONCLUSÃO**

19 A adição do resíduo do tamarindo na ensilagem de capim elefante promoveu aumentos
20 nos teores de MS, MO, EE, NDT e frações proteicas, ocasionando reduções nos teores de FDN,
21 FDA, CEL e Hcel. Desta forma, pode-se recomendar a adição na ensilagem, até o nível de 20%,
22 uma vez que sua utilização melhorou as características nutricionais das silagens e que permite
23 boa fermentação das silagens.

25 **REFERÊNCIAS**

1 CANDIDO, M. J. D. **Qualidade e valor nutritivo de silagens de híbridos de sorgo (*Sorghum***
2 **bicolor (L.) Moench) sob doses crescentes de recomendação de adubação.** 55 f. Dissertação
3 (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2000.

4 CARVALHO, S.; et al. Avaliação da suplementação concentrada em pastagem de Tifton-85
5 sobre os componentes não carcaça de cordeiros. **Ciência Rural**, v.35, n.2, p.435-439, 2005.
6 Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000200030&script=sci_arttext)
7 [84782005000200030&script=sci_arttext](http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0103-84782005000200030&script=sci_arttext)> Acesso em: 20 setem. 2014. Doi: 10.1590/S0103-
8 84782005000200030.

9 CRUZ, B. C. C. et al. Composição bromatológica da silagem de capim-elefante com diferentes
10 proporções de casca desidratada de maracujá (*Passiflora edulis Sims f. flavicarpa*). Revista
11 brasileira de ciências agrárias, v.5, n.3, p.434-440, 2010. Disponível em:
12 <[http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v5i3a853)
13 [&path%5B%5D=agraria_v5i3a853](http://www.agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=viewArticle&path%5B%5D=agraria_v5i3a853)> Acesso: 3 jan 2015. Doi: <10.5039/agraria.v5i3a853>

14 CYSNE, J.R.B.; et al. Composição químico-bromatológica e características fermentativas de
15 silagens de capim elefante contendo níveis crescentes do subproduto da Graviola. **Revista**
16 **Ciência Agrônômica**, v.37, n.3, p.376-380, 2006. Disponível em:
17 <http://www.ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/185/179>> Acesso em: 18
18 dezem. 2014. Doi:

19 DETMANN, E. et al. **Métodos para análise de alimentos.** Visconde do Rio do Branco, MG.
20 Suprema, p. 214, 2012.

21 FAO stat, **Produção brasileira de frutas 2010.** Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>
22 Acesso em 20/09/2014.

23 KOZLOSKI, G. V.; **Bioquímica dos ruminantes.** Santa Maria. Ed. UFSM. 216p. 2011.

24 McDONALD, P. **The biocheminstry of silage.** New York: Ed. John Wiley, 1981, 226p.

1 MEYER, H.; BRONSCH, K.; LIEBETSEDER, J. **Supplemente zu Vorlesungen und bungen**
2 **in der Tierernhrung**. Verlag M. e H. Schaper, Hannover, 1989.

3 NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7 ed.
4 Washington, D.C. National Academy Press. 381p. 2001.

5 PACHECO, W. F. et al Perdas fermentativas de silagens de capim-elefante com nveis
6 crescentes de feno de gliricdia.. **Tecnologia & Cincia Agropecuaria**, Joao Pessoa, v.7, n.4,
7 p.69-75, dez. 2013. Disponvel em:
8 <http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v7_n4_dez/tca7412.pdf> Acesso em: 12 Jul.
9 2014.

10 PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipdeos. In: BERCHIELLI, T. T.
11 et al. **Nutricao de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. p. 299-322.

12 PEREIRA, E. S. et al. Determinao das fraes proteicas e de carboidratos e estimativa do
13 valor energtico de forrageiras e subprodutos da agroindstria produzidos no Nordeste
14 Brasileiro. **Semina: Cincias Agrrias**, Londrina, v. 31, n. 4, p. 1079-1094, out./dez. 2010.
15 Disponvel: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article/view/3254/6709>>
16 Acesso em: 10 out. 2014. Doi: <[10.5433/1679-0359.2010v31n4p1079](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2010v31n4p1079)>

17 R CORE TEAM. **R: a language and evironment for statistical computing**. R foundation for
18 statistical computing. Vienna – Austria. 2013.

19 REGO, M. M. T. et al. Chemical and bromatological characteristics of elephant grass silages
20 containing a mango by-product. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.81-87, 2010.
21 Disponvel em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en)
22 [35982010000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1516-35982010000100011&lng=en&nrm=iso&tlng=en)> Acesso em: 24 agos. 2014. Doi:
23 <[10.1590/S1516-35982010000100011](https://doi.org/10.1590/S1516-35982010000100011)>

1 REIS, P. M. C. L. **Extração e avaliação do potencial antioxidante dos extratos obtidos da**
2 **semente do tamarindo doce (Tamarindus indica).** Universidade Federal de Santa Catarina.
3 Dissertação Mestrado. 125p. 2013.

4 SANTOS, C. E. et al. **Anuário brasileiro da fruticultura 2013.** Santa Cruz do Sul : Editora
5 Gazeta Santa Cruz, 140p. 2013.

6 SILVA, A. M. et al. Valor nutricional de resíduos da agroindústria para alimentação de
7 ruminantes. **Comunicata Scientiae** Bom Jesus, 5(4): 370-379, Out./Dez. 2014. Disponível em:
8 <<http://comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/viewFile/870/275>> Acesso: 13 Fev.
9 2015.

10 SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 2. ed.
11 Vicososa: UFV, 2002. 165 p.

12 SNIFFEN, C. J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II.
13 Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577,
14 1992.

15 VAN SOEST, P.J. Symposium on factors influencing the voluntary intake in relation to
16 chemical composition and digestibility. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.24, n.3,
17 p.834-843, 1965.

18 VAN SOEST. **Nutritional ecology of the ruminant.** Washington, Cornell University Press,
19 1994. 476p.

20 VIEIRA, P. F. et al. Digestibilidade da matéria seca e proteína bruta do resíduo seco de padaria
21 em ovinos. **ARS Veterinaria**, v.24, n.1, 053-058, 2008. Disponível em:
22 <<http://www.arsveterinaria.org.br/index.php/ars/article/viewFile/171/139>> Acesso em: 12
23 agos. 2013. Doi: <10.15361/2175-0106.2008v24n1p53-58>.

1 Tabela 1. Composição químico-bromatológica do capim elefante e tamarindo antes da
 2 ensilagem, em porcentagem da matéria seca.

3

	Capim Elefante	Tamarindo
Matéria Seca (MS)	19,51 ¹	90,51 ²
Matéria Orgânica (MO) ²	89,47	96,53
Extrato Etéreo (EE) ²	1,54	4,51
Proteína Bruta (PB) ²	3,93	12,69
Fibra em Detergente Neutro (FDN) ²	77,87	46,10
Fibra em Detergente Ácido (FDA) ²	53,97	29,82
Celulose (CEL) ²	43,61	19,55
Hemicelulose (Hcel) ²	23,90	16,28
Lignina (LIG) ²	9,00	8,77
PIDN	1,40	8,01
PIDA	0,77	7,28
Carboidratos Totais (CT)	84,00	79,33
NDT	53,32	73,19

4

5 ¹Com base na matéria natural; ²Com base na matéria seca; PIDN = proteína insolúvel em
 6 detergente neutro; PIDA = proteína insolúvel em detergente ácido; NDT = Nutrientes
 7 digestíveis totais.

1 Tabela 2. Composição químico-bromatológica, pH e N-NH₃ das silagens de capim elefante com
 2 resíduos do tamarindo.

3

Resíduos	NÍVEIS DE INCLUSÃO					Equação	R ²	CV(%)
	0	5	10	15	20			
MS ¹	22,10	22,50	25,70	28,90	30,20	Y=21,38+0,45*X	0,9552	3,60
MO ²	89,82	89,94	91,46	91,48	92,27	Y=89,71+0,13*X	0,9079	0,41
EE ²	1,56	2,49	2,77	3,05	3,34	Y=1,82 + 0,08*X	0,9116	3,01
CT ²	85,35	80,91	81,41	80,21	79,15	Y=0,01*X ² -0,40*X+83,86	0,8526	0,58
NDT ²	54,52	56,59	59,19	60,14	62,39	Y=54,71+0,39*X	0,9855	2,53
FDN ²	75,77	73,66	69,51	67,56	62,07	Y=76,41-0,67*X	0,9724	1,73
FDA ²	53,99	52,54	51,39	48,85	44,57	Y=54,776-0,45*X	0,9269	2,94
CEL ²	43,37	42,71	40,66	38,61	34,72	Y=44,292-0,43*X	0,9354	3,46
Hcel ²	21,78	21,11	18,12	18,72	17,50	Y=21,64-0,22*X	0,8389	8,10
Lig ²	8,75	8,36	9,02	9,63	10,13	Y=9,18	-	9,50
PB ²	3,91	6,54	7,27	8,23	9,78	Y=4,46+0,27*X	0,9546	3,81
PIDN ²	1,10	2,46	3,50	4,14	5,64	Y=1,22+0,21*X	0,9859	15,15
PIDA ²	0,73	2,03	2,60	2,34	3,46	Y=1,08+0,12*X	0,8451	16,23
N-NH ₃ ²	0,47	0,33	0,41	0,57	0,59	Y=0,38+0,01*X	0,4709	8,53
pH	3,78	4,28	4,18	4,07	4,07	Y=4,05	-	3,79

4

5 ¹base na matéria natural; ²base na matéria seca.

Tabela 3. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo, quanto às características associadas ao valor nutritivo.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	22	Boa a Muito Boa	21 a 25
5%	20	Satisfatória	15 a 20
10%	18	Satisfatória	15 a 20
15%	20	Satisfatória	15 a 20
20%	19	Satisfatória	15 a 20

Tabela 4. Avaliação sensorial das silagens de capim elefante com níveis de resíduos do tamarindo, quanto às características associadas ao aspecto sanitário.

Silagens	Pontuação total	Classificação	Parâmetro
0%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
5%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
10%	-3	Boa a Muito Boa	0 a -5
15%	-1	Boa a Muito Boa	0 a -5
20%	-3	Boa a Muito Boa	0 a -5

ANEXOS

ANEXO A

DETERMINAÇÃO DO NITROGÊNIO AMONÍACAL

Modificado por BOLSEN et al. (1992) e VIEIRA (1980).

Adaptado por CÂNDIDO (2000).

PROCEDIMENTO

I. Solubilização do N-NH₃ e coleta do sobrenadante

1. Pesar 25 g de amostra in natura de silagem em becker de 250 mL;
2. Adicionar 200 mL de ácido sulfúrico (H₂SO₄) 0,2 N;
3. Vedar o becker com filme plástico ou similar e levar à geladeira por 48 horas;
4. Filtrar o sobrenadante em papel-filtro de filtragem rápida, recepcionando-o em frasco plástico com tampa hermética;
5. Conservar os frascos em congelador até poucas horas antes da destilação.

II. Destilação

1. Pipetar uma alíquota de 4,0 mL do filtrado e levar ao aparelho do tipo micro-kjeldahl;
2. Adicionar 10 mL de hidróxido de potássio (KOH) 2 N;
3. Adicionar água destilada até um volume aproximado de 20,0 mL;
4. Adaptar recipiente contendo 10,0 mL de ácido bórico 2%, para receber o destilado;
5. Destilar por 3 a 4 minutos, até um volume de aproximadamente 100,0 mL.

III. Titulação

1. Titular o destilado com ácido clorídrico (HCL) 0,005N.

IV. Reagentes e material

Ácido sulfúrico

Hidróxido de potássio

Ácido bórico

Ácido clorídrico

Balança analítica

“Beckers” com capacidade para 250 mL

Filme plástico

Papel-filtro de filtragem rápida

Frascos plásticos de no mínimo 50 mL, com tampa hermética

Pipeta volumétrica para 4,0 mL

“Erlenmeyers” com capacidade para 100 mL

Destilador micro-kjeldahl

CÁLCULO DO PERCENTUAL DE N-NH₃/ N-TOTAL

$$\%N \text{ amoniacal na MST} = \frac{mL \text{ HCl} \times N \text{ HCl} \times fc \times 14 \times 100}{500mg \times ASA \times ASE}$$

$$\%N \text{ amoniacal}/N \text{ total} = \frac{\%N \text{ amoniacal na MST} \times 100}{\%N \text{ total na MST}}$$

Em que:

mL HCl = volume de ácido gasto na titulação;

N HCl = normalidade do ácido utilizado na titulação;

fc = fator de correção do ácido utilizado na titulação; e

MST (matéria seca total) = ASA (amostra seca ao ar) x ASE (amostra seca na estufa).

ANEXO B

Quadro A - Avaliação da qualidade da silagem por meio de análise sensorial		
Parâmetro	Caracterização	Pontos
Odor	- Agradável, ácido/aromático (típico)	17
	- Traços de ácido butírico, excessivamente ácido ou cheiro agradável de queimado	12
	- Teores moderado de ácido butírico, cheiro intenso de Queimado	6
	- Odor intenso de ácido butírico, traços de odor amoniacal	2
Coloração	- Típica (esverdeada)	2
	- Mais clara ou escura	1
	- Muito clara	0
Através da manipulação	Teor de MS:	
	- adequado	6
	- inadequado	2
Aspectos sanitários: (olfato)	- Presença de algumas leveduras	-2
	- Presença de leveduras, natureza alcoólica da silagem	-4
	- Presença de fungos, cheiro de bolor	-6
	- Presença de grande quantidade de fungos, odor fecal	-10
(Manipulação)	- Material ligeiramente morno ou aquecido (fermentação secundária)	-2 ou -4
	- Perda da estrutura típica por ação de microrganismos, consistência pegajosa ou pastosa	-2 ou -10
(Cor)	Pontos brancos, esverdeados ou escuros característicos por fungos de diferentes gêneros:	
	- Pouco frequentes	-4
	- Muito frequentes	-10

A pontuação obtida pelas silagens avaliadas pela metodologia da análise sensorial é então somada e classificada no Quadro B.

Quadro B - Classificação das silagens conforme pontuação obtida na análise sensorial			
Características associadas ao valor nutritivo	Pontos	Características associadas ao estado sanitário	Pontos
Boa a muito boa	21-25	- Boa a muito boa	-0 a -5
Satisfatória	15-20	- Avaliar as possibilidades de risco	-6 a -10
Regular	10-14	- Inadequada	-11 a -20
Insatisfatória	≤ 9	- Deteriorada	Abaixo -20

Fonte: MEYER et al. (1989)