

UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA

MARGARETH MARIA TELES

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE
CAPIM-ELEFANTE CONTENDO SUBPRODUTOS DO URUCUM, CAJU E MANGA**

FORTALEZA
CEARÁ – BRASIL
2006

MARGARETH MARIA TELES

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE
CAPIM-ELEFANTE CONTENDO SUBPRODUTOS DO URUCUM, CAJU E MANGA**

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Orientador

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

FORTALEZA
CEARÁ – BRASIL

2006

MARGARETH MARIA TELES

**CARACTERÍSTICAS FERMENTATIVAS E VALOR NUTRITIVO DE SILAGENS DE
CAPIM-ELEFANTE CONTENDO SUBPRODUTOS DO URUCUM, CAJU E MANGA**

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia, da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Zootecnia na Área de Concentração em Forragicultura.

Aprovada em 20 de outubro de 2006.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves
Universidade Federal do Piauí – UFPI

Prof. Dr. Magno José Duarte Cândido
Universidade Federal do Ceará – UFC

Prof^ª. Dr^ª. Maria Socorro de Souza Carneiro
Universidade Federal do Ceará – UFC

Dr^ª. Maria Andréa Borges Cavalcante
Universidade Federal do Ceará – UFC

Aos meus queridos pais Raimundo Nonato Teles de Meneses "*in memoriam*" e Maria Irene Teles, pelo exemplo de vida, honestidade, humildade e amor.

Dedico

Ao meu esposo Jarbas, irmãos e sobrinhos, pelo estímulo, dedicação e convivência, sempre voltados para o amor e carisma.

Ofereço

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Ceará - UFC, Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – CAPES, pela oportunidade de realização deste trabalho e do curso.

Em especial ao Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, pelo grande exemplo de Mestre, que sempre demonstrou interesse pelo aprendizado do aluno, bem como pela valiosa orientação, dedicação e amizade durante todo o curso e realização deste trabalho de pesquisa.

Aos professores Dr. Arnaud Azevêdo Alves, Dr. Magno José Duarte Cândido, Dr^a. Maria Socorro de Souza Carneiro e a Dr^a. Maria Andréa Borges Cavalcante, pelas valiosas sugestões, apoio e amizade.

Ao pesquisador da EMBRAPA – Caprinos Dr. Raimundo Nonato Braga Lôbo, pela contribuição na realização das análises estatísticas.

A Professora do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da UFC, Regina Célia Monteiro de Paula, por disponibilizar o Laboratório de Química para realização dos ácidos orgânicos das silagens e amizade.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFC em especial Neuman, Andréa, Magno, Sônia, Socorro, Fátima, Breno, Elisa, Arlindo, Iran e Norberto, pela contribuição na minha formação profissional e amizade.

Aos que ajudaram na confecção das silagens: Jandeco, Antonio Daniel, Antonio Evangelista, Aeronaldo, Francisco de Castro, Francisco Guimarães, Francisco Renato e Alexandre Alves.

Ao Aníbal Coutinho do Rêgo, pela ajuda e amizade durante todo o experimento.

À Dr^a. Maria Andréa Borges Cavalcante, pela dedicação pela pesquisa e amiga de todas as horas.

A Rossana Herculano, grande amiga, sempre disposta a ajudar.

Aos laboratoristas do DZO da UFC Helena, Roseana e Natan, pela constante ajuda durante a realização das análises laboratoriais.

Ao Olavo da fábrica de ração pela moagem dos subprodutos.

Aos colegas David, Canindé, Sr. José Maria, Walinson, Alcides, Tiago e Márcio, pela ajuda no experimento e amizade.

Aos amigos do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica Léo, Júnior e Pablina, pela realização das análises dos ácidos orgânicos e amizade.

Ao Prof. Dr. Arnaud Azevêdo Alves, exemplo de mestre e amizade.

Aos amigos do curso, em especial Rossana, Divane, Gisele, Marcílio, Eva Mônica, Josemir, Fernando, Michael, Socorro, Márcio e Alcides pelos momentos de descontração e amizade.

A Ana Paula e Luciana, grandes amigas, e pela agradável convivência.

A mamãe, Jarbas, D. Elizete, Sr. Edvaldo, Tatiane, André, Ana, Helena, Juliana, Marta, Gracinha, Conceição, Raquel, Ednéia e Mônica, pela amizade incondicional, amor e estímulos recebidos.

A todos, que de forma direta e indireta contribuíram para a realização desta pesquisa.

Ao Mestre Jesus, que em todos os momentos da minha vida tem me apoiado e dado perseverança e entusiasmo.

Lição de vida, por Chico Xavier

Que Deus não permita que eu perca o romantismo, mesmo eu sabendo que as rosas não falam. Que eu não perca o otimismo, mesmo sabendo que o futuro que nos espera não é assim tão alegre. Que eu não perca a vontade de viver, mesmo sabendo que a vida é, em muitos momentos, dolorosa...

Que eu não perca a vontade de ter grandes amigos, mesmo sabendo que, com as voltas do mundo, eles acabam indo embora de nossas vidas... Que eu não perca a vontade de ajudar as pessoas, mesmo sabendo que muitas delas são incapazes de ver, reconhecer e retribuir esta ajuda.

Que eu não perca o equilíbrio, mesmo sabendo que inúmeras forças querem que eu caia. Que eu não perca a vontade de amar, mesmo sabendo que a pessoa que mais amo, pode não sentir o mesmo sentimento por mim... Que eu não perca a luz e o brilho no olhar, mesmo sabendo que muitas coisas que verei no mundo, escurecerão meus olhos...

Que eu não perca a garra, mesmo sabendo que a derrota e a perda são dois adversários extremamente perigosos. Que eu não perca a razão, mesmo sabendo que as tentações da vida são inúmeras e deliciosas. Que eu não perca o sentimento de justiça, mesmo sabendo que o prejudicado possa ser eu.

Que eu não perca o meu forte abraço, mesmo sabendo que um dia meus braços estarão fracos... Que eu não perca a beleza e alegria de ver, mesmo sabendo que muitas lágrimas brotarão dos meus olhos e escorrerão por minha alma... Que eu não perca o amor por minha família, mesmo sabendo que ela muitas vezes me exigiria esforços incríveis para manter a sua harmonia.

Que eu não perca a vontade de doar este enorme amor que existe em meu coração, mesmo sabendo que muitas vezes ele será submetido e até rejeitado. Que eu não perca a vontade de ser grande, mesmo sabendo que o mundo é pequeno...

E acima de tudo... Que eu jamais me esqueça que Deus me ama infinitamente, que um pequeno grão de alegria e esperança dentro de cada um é capaz de mudar e transformar qualquer coisa, pois a vida é construída nos sonhos e concretizada no amor!!

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
CAPÍTULO I	
1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante	37
2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH e teores nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante	40
CAPÍTULO II	
1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante	51
2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg ^{0.75}) em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante	54

3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para as digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante	58
--	----

CAPÍTULO III

1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes do pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante	73
--	----

2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH, teores nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes do pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante	76
---	----

CAPÍTULO IV

1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes do pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante	85
---	----

2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg ^{0,75}) em função de níveis crescentes do pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante	88
--	----

3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para as Digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes do pedúnculo do caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante	90
---	----

CAPÍTULO V

1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes do subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante	104
--	-----

2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH, teores nitrogênio amoniacal (N-NH ₃ , % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante	107
---	-----

CAPÍTULO VI

1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes do subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante	118
---	-----

2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico (g/kg ^{0,75}) em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante	121
--	-----

3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para as digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

SUMÁRIO

	Página
INTRODUÇÃO GERAL	14
REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 O Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.) e as culturas geradoras de subprodutos aditivos	16
2.1.1 Capim-elefante (<i>Pennisetum purpureum</i> Schum.)	16
2.1.2 Urucum (<i>Bixa orellana</i> L.)	17
2.1.3 Caju (<i>Anacardium occidentale</i> L.)	18
2.1.4 Manga (<i>Mangifera indica</i> L.)	18
2.2 Qualidade da silagem de capim-elefante e uso de aditivos	19
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
Capítulo I Características bromatológicas e fermentativas da silagem de capim-elefante com adição de subproduto do urucum	29
RESUMO	29
ABSTRACT	30
INTRODUÇÃO	31
MATERIAL E MÉTODOS	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	36
CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	43
Capítulo II Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de subproduto do urucum	46
RESUMO	46
ABSTRACT	47
INTRODUÇÃO	48
MATERIAL E MÉTODOS	50
RESULTADOS E DISCUSSÃO	53
CONCLUSÃO	60
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	61

Capítulo III Características bromatológicas e fermentativas da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado	65
RESUMO	65
ABSTRACT	66
INTRODUÇÃO	67
MATERIAL E MÉTODOS	69
RESULTADOS E DISCUSSÃO	72
CONCLUSÃO	78
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
Capítulo IV Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado	81
RESUMO	81
ABSTRACT	82
INTRODUÇÃO	83
MATERIAL E MÉTODOS	84
RESULTADOS E DISCUSSÃO	87
CONCLUSÃO	93
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	94
Capítulo V Características bromatológicas e fermentativas da silagem de capim-elefante com adição de subproduto da manga	96
RESUMO	97
ABSTRACT	98
INTRODUÇÃO	99
MATERIAL E MÉTODOS	100
RESULTADOS E DISCUSSÃO	103
CONCLUSÃO	109
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110
Capítulo VI Consumo, digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de subproduto da manga	113
RESUMO	113

ABSTRACT	114
INTRODUÇÃO	115
MATERIAL E MÉTODOS	117
RESULTADOS E DISCUSSÃO	120
CONCLUSÃO	126
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	127
CONSIDERAÇÕES GERAIS	130

INTRODUÇÃO GERAL

A pecuária da região Nordeste sofre grandes conseqüências dos prolongados períodos de estiagem e irregular distribuição de chuvas, conseqüentemente, a produtividade das forragens diminui em quantidade e qualidade, interferindo diretamente na produção animal. Dessa forma, torna-se necessária a suplementação alimentar nos períodos de seca. O emprego de forragens conservadas tem sido amplamente recomendado, como forma de suprir deficiências nutricionais no período de escassez de alimento. A conservação de forragem na forma de silagem pode ser uma alternativa para se elevar à oferta de alimento, reduzindo os efeitos da estacionalidade da produção vegetal na produção animal.

Dentre as vantagens de utilização da silagem como alimento para ruminantes pode-se destacar: a importância de fornecer alimento de boa qualidade durante todo ano em geral, com menores custos; a ensilagem é uma técnica simples e acessível a pequenos produtores; e o excesso de forragens disponíveis no período das chuvas pode ser armazenada com o mínimo de perdas de seu valor nutricional.

O capim-elefante é considerado uma forrageira importante para produção animal, principalmente devido à sua elevada produtividade, contudo esta gramínea diminui seu valor nutritivo com o avançar da idade. Como alternativa para um melhor aproveitamento, recomenda-se a produção de silagem, com a finalidade de preservar um alimento de bom valor nutritivo. Apesar dessa gramínea apresentar alto teor de umidade no ponto de corte, várias alternativas podem ser utilizadas a fim de se melhorar o valor nutricional dessa silagem.

Com o crescimento constante das agroindústrias da fruticultura no Nordeste brasileiro, a utilização de subprodutos do processamento destaca-se como uma alternativa na alimentação animal. Vale ressaltar que, apesar deste crescimento, os subprodutos agroindustriais ainda são pouco utilizados, podendo tornar-se poluentes ambientais. Assim, são necessários estudos que investiguem a viabilidade de utilização destes subprodutos na alimentação de ruminantes, como alternativa de reduzir os impactos ambientais, além de baratear os custos de produção. Desta forma, o estudo do valor nutritivo de silagens de capim elefante com adição de subprodutos do processamento da agroindústria de frutas torna-se necessário.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar as características fermentativas e o valor nutritivo da silagem de capim-elefante contendo cinco níveis de subprodutos do urucum, caju e manga.

REVISÃO DE LITERATURA

2.1 O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e as culturas geradoras de subprodutos aditivos

2.1.1 Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.)

O capim-elefante é uma gramínea originária da África, ocorrendo naturalmente em vários países, como Guiné, no oeste, até Angola e Rodésia (atual Zimbábwe), no sul, e Moçambique e Quênia, no leste em áreas com precipitação pluvial superior a 1.000 mm/ano (BRUNKEN, 1977; PEREIRA, 1994). O capim-elefante foi introduzido no Brasil, em 1920, primeiramente com estacas provenientes dos Estados Unidos, para o Rio Grande do Sul, e posteriormente pelo Ministério da Agricultura, com estacas trazidas de Cuba (FARIA, 1993).

Esta gramínea é uma espécie perene, de hábito de crescimento cespitoso e rizomatoso, formando touceiras com perfilhos basais e aéreos, de porte ereto e que consegue atingir mais de 3 metros de altura (JACQUES, 1997; BOTREL et al., 1998). Apresenta elevada eficiência fotossintética, ou seja, maior eficiência no aproveitamento da luz (JACQUES, 1997). É uma das gramíneas mais importantes e mais difundidas em todas as regiões tropicais e subtropicais do mundo (TCACENCO & BOTREL, 1997).

Vem se destacando para ensilagem, devido principalmente à sua elevada produtividade, que segundo Moura (1992) e Faria (1994) é de 80 t MS/ha x ano, quando bem manejado; apresenta bom valor nutritivo em estágio de desenvolvimento em que a planta apresente relação folha/caule 1:1 (GOMIDE, 1997). À medida que a planta se desenvolve, a produção de matéria seca aumenta, contudo seu valor nutritivo decresce. Assim, o momento da ensilagem deve associar elevada produtividade por área com bom valor nutritivo. Segundo Patel et al. (1967) e Lavezzo (1985) isto ocorre quando o capim-elefante é colhido aos 50 a 60 dias de rebrotação. Assim, esta gramínea apresenta algumas características que limitam sua utilização no processo de ensilagem, como por exemplo, o baixo teor de matéria seca, que de acordo com Wilkinson (1983) favorece baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais

desdobram açúcares, ácido láctico, proteína e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, ocorrendo perdas significativas na qualidade da silagem, com redução na sua aceitabilidade e consumo.

Um outro fator que também deve ser observado é o teor de carboidratos solúveis da forragem, que em níveis adequados são responsáveis pelo crescimento das bactérias do gênero *Lactobacillus*, as quais produzem ácido láctico durante o processo de fermentação para estabilidade do pH em valores abaixo de 4,2 (McDONALD, 1981) e melhor conservação da massa ensilada.

2.1.2 Urucum (*Bixa orellana* L.)

O urucunzeiro é uma planta nativa das florestas tropicais, cultivadas em poucos países do mundo, notadamente no Brasil, seu maior produtor; é o corante natural atualmente mais comercializado no mundo, com uma produção de 11 mil toneladas na América Latina (NOGUEIRA & PAIVA, 2000). Ainda, segundo os autores, o mercado brasileiro envolve cerca de um milhão de pessoas direta ou indiretamente, principalmente na preparação de colorau, muito difundido na culinária das regiões Norte e Nordeste do país. Segundo Souza & Faria (2000), os resíduos dos frutos após a extração das sementes, servem para alimentação animal, adubo orgânico ou cobertura morta. Ainda, segundo estes autores, aproximadamente 2.500 t de subproduto do urucum após a extração da bixina são obtidos no Brasil a cada ano, principalmente na região Nordeste, onde quase 97% do subproduto não é aproveitado.

O valor do urucum é determinado pelo seu teor de bixina, um corante vermelho natural que está contido nas sementes, sendo muito utilizado em temperos para alimentos e na coloração de balas e chocolates em geral. Também é utilizado na indústria de cosméticos e na fabricação de tintas para a indústria têxtil. Quando o teor de bixina superar a 2,5%, o urucum obtém seu mais alto valor comercial. Após a extração da bixina, o subproduto do urucum apresenta a seguinte composição bromatológica: 85,08% de matéria seca (MS), 14,57% de proteína bruta (PB), 55,91% de fibra em detergente neutro (FDN), 23,39% de fibra em detergente ácido (FDA), 2,90% de extrato etéreo (EE) e 32,52% de hemicelulose, com base na MS (GONÇALVES et al., 2004).

2.1.3 Caju (*Anacardium occidentale* L.)

O cajueiro é de origem brasileira, encontrado em várias regiões costeiras do Nordeste (SILVA, 1993). Os principais estados produtores de caju são Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo responsáveis por 88% da produção nacional de castanha de caju (VASCONCELOS et al., 2002). A produção de pedúnculos de caju no Nordeste é de aproximadamente 1 milhão de toneladas por ano (HOLANDA et al., 1996), sendo o pedúnculo de caju pouco aproveitado pelos produtores.

Os principais produtos da cultura de caju são castanha, que representa 10% do peso do caju, e pedúnculo, que representa 90% do peso do caju. O pedúnculo pode ser utilizado na obtenção de sucos, cajuína, bebidas fermentadas e destiladas (PAIVA et al., 2000), sendo que o bagaço do caju pode ser utilizado na alimentação animal.

Segundo Holanda et al. (1996), o pedúnculo de caju pode ser consumido pelos animais in natura, desidratado e como resíduo da extração do suco. Os principais resíduos do caju utilizados na alimentação animal, são a farinha de castanha de caju e o farelo de polpa de caju, obtidos a partir da industrialização da amêndoa e industrialização do pedúnculo do caju na extração de sucos, respectivamente (BARBOSA et al., 1989).

O farelo da polpa de caju apresenta a seguinte composição bromatológica: 89,40% de MS, 14,81% de PB, 13,65% de FB, 6,05% de EE e 61,86% de ENN, com base na MS (FONSECA FILHO & LEITÃO, 1996).

2.1.4 Manga (*Mangifera indica* L.)

A mangueira é originária da Ásia e atualmente produzida nas regiões tropicais e subtropicais, sendo os principais países produtores Índia e Paquistão, seguidos por México, Brasil e China (PIZZOL et al., 1998).

No Brasil, os principais estados produtores de manga são Minas Gerais, São Paulo, Paraíba, Piauí, Ceará, Pernambuco, Bahia e Alagoas, com uma área cultivada de aproximadamente 66.838 ha (PIZZOL et al., 1998; IBGE, 2000).

A área cultivada e a produtividade da cultura da mangueira cresceram, principalmente nas regiões Sudeste e Nordeste, sobretudo em áreas irrigadas, onde as condições edafo-climáticas favorecem a fruticultura no período de agosto a novembro (KIST et al.,1996), período em que ocorre a escassez de alimento animal.

A manga pode ser consumida *in natura* ou industrializada para fabricação de polpas e sucos, sendo que os subprodutos (casca, caroço e frutos refugos) podem ser utilizados na alimentação animal. De acordo com o IBGE (2000), a produção média anual de manga é de 105.214 t de frutos no Ceará. Após a extração da polpa de manga 69,4% são resíduos. Segundo Sá et al. (2004), o subproduto da manga após desidratado ao sol apresenta 90,78% de MS e 6,84% de PB, 33,68% de FDN, 23,13% de FDA e 5,81% de EE, com base na MS.

2.2 Qualidade da silagem de capim-elefante e uso de aditivos

O excesso de umidade do capim-elefante em estágio vegetativo é o principal limitante para ensilagem. Vários estudos têm sido realizados para avaliar a influência de técnicas como aditivos e emurchecimento sobre a qualidade da silagem de capim elefante. Segundo Briggs et al. (1961) aditivo é qualquer material adicionado à silagem no momento da ensilagem, que segundo Van Soest (1994), tem como finalidade elevar o teor de matéria seca, melhorar o processo fermentativo, impedir fermentações secundárias, melhorar a produção de ácido lático, além de elevar o valor nutritivo.

A conservação de forragem na forma de silagem modifica sua composição bromatológica, principalmente os carboidratos solúveis e proteína. Segundo Barnett, (1955 apud BERGEN et al., 1974), a principal transformação por bactérias é a produção de ácidos orgânicos a partir dos carboidratos solúveis e a conversão da proteína a nitrogênio não protéico. De acordo com Vilela (1998), a qualidade de uma silagem é determinada por meio da eficácia do processo fermentativo, aferida a partir do pH e concentração de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal (% do N total).

O teor de matéria seca é um fator determinante para se obter silagem com bom padrão de fermentação. Segundo Mccullough (1977), teores ideais de matéria seca devem estar em torno de 28 a 34%. Tosi (1973); Mcdonald (1981); Vilela

(1984) e Lavezzo (1985) sugerem teor de matéria seca de aproximadamente 30 a 35% para que a silagem seja bem preservada. O baixo teor de matéria seca favorece baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, que desdobram açúcares em ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, comprometendo a qualidade da silagem (McDONALD, 1981), com conseqüente redução na palatabilidade e consumo (WILKINSON, 1983).

Um outro fator que também deve ser observado na avaliação de silagem é o teor de carboidratos solúveis, que de acordo com Woolford (1984) deve ser de no mínimo 8 a 10% da matéria seca para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, responsáveis pela produção de ácido láctico que provoca rápida redução do pH da silagem e inibe o desenvolvimento das bactérias do gênero *Clostridium*, bem como a atividade proteolítica das enzimas vegetais (McDONALD, 1981; MUCK, 1988).

Elevados teores de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$, % do N total) estão associados à baixa qualidade da silagem, devido intensa degradação dos compostos protéicos. Silveira (1975) e McDonald (1981) classificam como silagens de boa qualidade as que apresentam pH igual ou inferior a 4,2; ácido butírico igual ou inferior a 0,2% e $N-NH_3$ (% N do total) igual ou inferior a 12%. Entretanto, Roth & Undersander (1995) consideram para um bom padrão de fermentação teor de ácido láctico entre 4 a 6%, com no máximo 0,1% de ácido butírico, 0,5% de ácido propiônico, 2% de ácido acético e 5% de $N-NH_3$ (% do N total).

O valor nutritivo de uma silagem é função da composição bromatológica, consumo voluntário e digestibilidade. O consumo de alimento é de fundamental importância na nutrição animal, já que o desempenho animal depende da quantidade de alimento ingerido. De acordo com Gomide et al. (1974), é importante conhecer o teor de matéria seca (MS) da forragem, devido seu efeito sobre a ingestão de MS, pelos ruminantes, pois forragens muito suculentas limitam o consumo diário de energia, enquanto forragens com teores elevados de MS resultam em baixo consumo.

Silveira et al. (1979) verificaram que tanto o emurhecimento como o ácido fórmico como aditivo produzem silagens de capim-elefante de boa qualidade, visto que a concentração de ácido butírico e o teor de $N-NH_3$ (% do N total) são reduzidos.

Segundo Tosi et al. (1989), a adição de 30 a 40% de bagaço-de-cana reduziu o teor de umidade; contudo foi responsável pela redução no teor de proteína da massa ensilada, bem como não limitou a atividade produtora de ácido butírico e decomposição intensa das proteínas, devido favorecer o crescimento das bactérias do gênero *Clostridium*, enquanto o emurchecimento da forragem limitou a produção de ácido butírico e de N-NH₃ ficando em níveis aceitáveis para ser classificada como silagem de boa qualidade.

Neiva et al. (1999), obtiveram aumento no teor de matéria seca da silagem de capim-elefante em 2,84 pontos percentuais a cada 1% de adição de cana-de-açúcar desidratado (CAD), enquanto os teores de proteína bruta decresceram 0,70 pontos percentuais para cada 1% de adição de CAD. Não houve efeito sobre o N-NH₃ e pH da silagem, ficando em níveis aceitáveis para se classificar como de boa qualidade.

Segundo Faria et al. (1972), a adição de polpa de laranja seca nos níveis de 15 a 20% na silagem de capim-elefante propiciou silagem de boa qualidade, com teor de matéria seca de 27,94 e 32,41%, baixo pH (4,08 a 4,07) e reduzido ou inexistente teor de ácido butírico (0,01 a 0,00%), enquanto, Evangelista et al. (1996), verificaram efeito positivo da adição de até 30% polpa cítrica seca, na qualidade da silagem desta gramínea.

Ferrari Júnior & Lavezzo (2001), ao avaliar a qualidade de silagens de capim-elefante com adição de farelo de mandioca, verificaram elevados valores de N-NH₃ (% do N total) (17,52 a 18,99%) e ácido butírico (0,17 a 0,51%), ficando evidente a ocorrência de fermentações indesejáveis.

Neiva et al. (2001) obtiveram aumento nos teores de proteína bruta (PB) e decréscimos nos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) na silagem de capim-elefante com adição de bagaço de caju. Ferreira et al. (2004) ensilando o capim-elefante com adição de bagaço de caju, verificaram melhoria das características fermentativas da silagem, além de elevar o teor de PB e reduzir o teor de FDN.

A adição de sabugo de milho na silagem do capim-elefante melhorou apenas o teor de MS, enquanto os teores de N-NH₃ (% do N total) foram considerados altos e característicos de silagem de baixa qualidade. Os teores de FDN e FDA foram aumentados, com redução nos teores de PB e na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), considerando um aditivo inadequado para silagem (TOSI et al., 1999).

Souza et al. (2003) e Bernardino et al. (2005), adicionaram casca de café na silagem de capim-elefante e verificaram aumento do teor de MS, proporcionando um ambiente favorável ao desenvolvimento das bactérias lácticas, contribuindo para um declínio rápido do pH e baixo teor de N-NH₃ (% do N total), enquanto, o teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total) aumentou linearmente e reduziu o teor de FDN e a DIVMS.

Neiva et al. (2006), verificaram que a adição do subproduto do processamento do maracujá (SPM) em até 14% ao capim-elefante aumentou o consumo de matéria seca e proteína bruta da silagem em 1,29 e 0,20 g/kg^{0,75}, respectivamente, para cada 1% de adição de SPM. Para cada 1% de adição de SPM houve aumento de 0,66, 2,36 e 0,87 pontos percentuais nas DMS, DPB e NDT das silagens, respectivamente. Reis et al. (2000) obtiveram melhores consumos e digestibilidade de nutrientes com adição de 50 e 75% do subproduto do processamento do maracujá em silagens de capim-elefante.

A ensilagem de capim-elefante com adição de planta de girassol proporcionou maior DIVMS (59,91%) no nível de 23% (REZENDE et al., 2002).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, H.P.; FIALHO, E.T.; FREITAS, A.R. Composição química, energética proteína digestível de alguns alimentos para suínos. **Boletim da Indústria Animal**, v.46, n.1, p.99-112. 1989.

BERGEN, W.G.; CASH, E.H.; HENDERSON, H.E. Changes in nitrogenous compounds of the whole corn plant during ensiling and subsequent effects on dry matter intake by sheep. **Journal of Animal Science**, v.39, n.3., p.629-637, 1974.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

BOTREL, M.A.; PEREIRA, A.V.; XAVIER, M.J.A. et al. Avaliação de novos clones de capim-elefante, para utilização sob pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.489-491.

BRIGGS, A.R.; LANGSTON, C.W.; ARCHIBALD, J.C. Definition of silage terms. **Agronomy Journal**, v.53, n.4, p.280-282, 1961.

BRUNKEN, J.N.A. Systematic study of *Pennisetum* Sect. *Pennisetum* (Graminae). **American Journal of Botany**, v.64, n.2, p.161-176, 1977.

EVANGELISTA, A.R.; SILVA, L.V.; CORREIA, L.F.A. Efeito de diferentes níveis de polpa cítrica, como aditivo seco na silagem de capim Napier (*P. purpureum* Schum.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33., Fortaleza, 1996. **Anais...** Fortaleza: SBZ, 1996. p.354-355.

FARIA, V.P. Evolução no uso do capim-elefante: uma visão histórica. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba, 1993. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1993, p.19-45.

FARIA, V.P. Técnicas de Produção de Silagens. In: PEIXOTO, A.M., MOURA, J.C., FARIA, V.P. (Ed.) **Pastagens**: Fundamentos de exploração racional. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.695-719.

FARIA, V.P.; TOSI, H.; GODOY, C.R.M. Polpa de laranja fresca e seca como aditivos para a ensilagem do capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.). **O Solo**, v.64, n.1, p.41-47, 1972.

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

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

FONSECA FILHO, V.M.; LEITÃO, S.C. Dosagem dos componentes químicos-bromatológicos, minerais e teores de tanino e aminoácidos do farelo de resíduo industrial do pseudofruto do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.). In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., Natal, 1996. **Anais...** Natal: SNPA, 1996. p.189.

GOMIDE, J.A., CHRISTMAS, E.P., GARCIA, R. et al. Competição de gramíneas forrageiras para corte em um latossolo vermelho distrófico sob vegetação de cerrado do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.2, p.191-209, 1974.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. et al. 2. ed. **Capim-elefante: produção e utilização**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.79-112.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; SÁ, C.R.L. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo com diferentes níveis de adição do subproduto de sementes do urucum (*Bixa orellana* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

HOLANDA, J.S.; FURUSHO, I.F.; LIMA, G.F.C. et al. Perspectiva de uso de pedúnculo de caju na alimentação animal. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., Natal, 1996. **Anais...** Natal: SNPA, 1996. p.155-161.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2000. Disponível em: <[http://www. Sidra.ibge.gov.br](http://www.Sidra.ibge.gov.br)> Acesso em: 14/06/2004.

JACQUES, A.V.A. Caracteres morfofisiológicos e suas implicações no manejo. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. et al. 2. ed. **Capim-elefante: produção e utilização**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.31-46.

KIST, H.; MANICA, I.; RECH, N.L. Características físico-químicas dos frutos de mangueira cultivadas em região subtropical (Porto Lucena, RS). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.18, n.3, p.329-337, 1996.

LAVEZZO, W. Silagem de capim-elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.

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

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.13, n.49, p.49-52, 1977.

MOURA, J.C. Capim-elefante. In: MOURA, J.C.; ANDRADE, N.O.; OLIVEIRA, J.S. (Ed.) **Capineiras: capim-elefante, cana-de-açúcar como volumoso para bovinos e cana + uréia na recria de bovinos**. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1992, p.1-6.

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

NEIVA, J.N.M.; FERREIRA, A.C.H.; VASCONCELOS, V.R. et al. Use of dehydrated sugar cane (*Saccharum officinarum* L.) as additive to Napier grass (*Pennisetum purpureum*, Schum.) ensilage. In: SILAGE MAKING IN THE TROPICS WITH PARTICULAR EMPHASIS ON SMALLHOLDERS, 161., Rome, 1999. **Proceedings...** Rome: FAO, 1999. p.167-168.

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.C.; LÔBO, R.N.B. et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto de pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.

NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006.

NOGUEIRA, D.; PAIVA, F. **Urucum: opção natural**, 2000. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br>> Acesso em: 22/08/2004.

PAIVA, F.F.A.; GARRUTI, D.S.; SILVA NETO, R.M. **Aproveitamento Industrial do Caju**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT/SEBRAE/CE, 2000. 88p. (EMBRAPA-CNPAT. Documentos, 38).

PATEL, B.M., PATIL, C.A., DHAMI, B.M. Effect of different cutting intervals on the dry matter and nutrient yield of Napier hybrid grass. **Indian Journal of Agriculture Science**, v.37, p.404-409, 1967.

PEREIRA, A.V. Germoplasma e diversidade genética do capim-elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE CAPIM-ELEFANTE, 2., Juiz de Fora, 1994. **Anais...** Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1994. p.1-11.

PIZZOL, S.J.; MARTINES FILHO, J.G.; SILVA, T.H.S. et al. **O Mercado da Manga no Brasil**: Aspectos gerais, 1998. Disponível em <<http://www.emater.mg.gov.br>> Acesso em: 22/08/2004.

REIS, J.; PAIVA, P.C.A.; TIESENHAUSEN, I.M.E. V.V. et al. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto do maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.1, p.213-224, 2000.

REZENDE, A.V.; EVANGELISTA, A.R.; BARCELOS, A.F. et al. Efeito da mistura da planta de girassol (*Helianthus annuus* L.), durante a ensilagem do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) no valor nutritivo da silagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.5, p.1938-1943, 2002.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn Silage Production Management and Feeding**. Madison: Madison American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

SÁ, C.R.L.; NEIVA, J.N.M.; GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

SILVA, V.A. **Aspectos Agroeconômicos Sobre a Cultura do Cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 124p.

SILVEIRA, A.C. LAVEZZO, W., TOSI, H. et al. Avaliação química de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.8, n.2, p.287-300, 1979.

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, Piracicaba, 1975. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.156-186.

SOUZA, A.L.; BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R. et al. Valor nutritivo de silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.828-833, 2003.

SOUZA, I.; FARIA, J.O. **A cultura do urucum**, 2000. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br>> Acesso em: 22/08/2004.

TCACENCO, F.A.; BOTREL, M.A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; XAVIER, D.F. et al. 2. ed. **Capim-elefante: produção e utilização**. Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.489-491.

TOSI, H.; BONASSI, I.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P. et al. Avaliação química e microbiológica da silagem de capim-elefante, cultivar Taiwan A-148, preparada com bagaço de cana-de-açúcar. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.24, n.11, p.1313-1317, 1989.

TOSI, H. Conservação de forragem como conseqüência do manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 1973, Piracicaba, 1973. **Anais...** Piracicaba, 1973. p.117-140.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R.; ROGÉRIO, M.C.P. et al. **Utilização de Subprodutos da Indústria Frutífera na Alimentação de Caprinos e Ovinos**. Sobral: EMBRAPA-Caprinos, 2002. 36p. (EMBRAPA-Caprinos. Documentos, 42).

VILELA, D. **Aditivos na Ensilagem**. Coronel Pacheco: EMBRAPA-CNPGL, 1984. 32p. (EMBRAPA-CNPGL. Circular Técnica, 21).

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

WILKINSON, J.M. Silage made from tropical and temperate crops. 2. Techniques for improving the nutritive value of silage. **World Animal Review**, v.46, p.35-40. 1983.

WOOLFORD, M.K. **The Silage Fermentation.** New York: Marcel Dekker, 1984.
350p.

CAPÍTULO I

CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO SUBPRODUTO DO URUCUM

RESUMO

Esta Pesquisa foi conduzida no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Avaliaram-se as características bromatológicas e fermentativas das silagens de capim-elefante contendo níveis crescentes de adição do subproduto do processamento do urucum (SPU), à ensilagem. Foram testados os seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPU, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPU, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPU e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPU, com base na matéria natural. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), os valores de pH e teores nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico. Verificou-se efeito linear crescente da adição de SPU sobre os teores de MS, MO, PB, EE, CNF, valor de pH e teor de ácido propiônico. Não foi verificada diferença significativa entre as silagens quanto aos teores hemicelulose, NIDN (% do N total), ácido láctico, acético e butírico. Para NIDA (% do N total) e N-NH₃ (% do N total) houve efeito quadrático e para FDN, FDA e CHOT observou efeito linear decrescente em função da adição do SPU. Conclui-se que o SPU melhora as características bromatológicas e fermentativas das silagens, recomendando-se a adição de 16%, na matéria natural, no momento da ensilagem do capim-elefante.

CHEMICAL AND FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH ANNATTO BY-PRODUCT

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. The chemical and fermentative characteristics elephant grass silages with increasing levels of annatto by-product processing (ABP) addition at ensiling were evaluated. The following treatments were used: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with 4% of annatto seed by-product processing (ABP), T3 - Elephant grass silage with 8% of ABP, T4 - Elephant grass silage with 12% of ABP and T5 - Elephant grass silage with 16% of ABP, on a fresh matter basis. A randomized completely design with four replicates was adopted. As experimental silos, plastic drums of 210 L were used. The dry matter (DM), the organic matter (OM), the crude protein (CP), the neutral detergent fiber (NDF), the acid detergent fiber (ADF), the hemicelluloses, the ether extract (EE), the total carbohydrates (TC), the non-fibrous carbohydrates (NFC), the neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN,% total N), the acid detergent insoluble nitrogen (ADIN, % total N), the pH values, the ammonia nitrogen (in percentage of the total nitrogen, $N-NH_3$, % total N), the lactic acid, the acetic acid, the butyric acid and the propionic acid levels were determined. A linear increasing effect ($P<0.01$) of the ABP addition on the DM, OM, CP, EE, NFC, acid propionic levels and on the pH values was verified. There was no significant difference among the silages on the hemicellulose, NDIN (% total N), lactic acid, acetic acid and acid butyric levels. With regard to ADIN (% total N) and $N-NH_3$ (% total N) there was a quadratic effect and to NDF, ADF and TC a decreasing linear effect of the ABP addition was observed. One concludes that ABP improves the chemical and fermentative characteristics of the silages, recommending 16% of addition, in a fresh matter basis, at the elephant grass ensilage.

INTRODUÇÃO

A conservação de forragens é muito importante para melhorar o desempenho animal, principalmente para fornecimento no período seco do ano, quando as plantas forrageiras perdem em quantidade e qualidade, assim como, armazenar excesso de forragens, a fim de ofertar alimento de melhor qualidade durante todo o ano.

A utilização de gramíneas tropicais na produção de silagem vem se destacando devido apresentar elevado potencial produtivo. Porém no estágio vegetativo, quando o valor nutritivo é adequado, o teor de umidade é muito elevado, o que dificulta a conservação da forragem na forma de silagem, favorecendo a fermentação butírica e elevada produção de efluentes. Quando o teor de umidade é adequado ocorre redução no teor de proteína e elevação dos conteúdos de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina e, conseqüentemente, redução no consumo e digestibilidade da forragem (FERREIRA, 1998).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) é uma gramínea importante e difundida em toda a região tropical e subtropical do mundo (TCACENCO & BOTREL, 1997). Contudo, a utilização como silagem desta gramínea, implica em elevado teor de umidade no ponto ideal de corte.

Segundo McDonald (1981) e Wilkinson (1983), o baixo teor de matéria seca no processo de ensilagem promove a baixa pressão osmótica, favorecendo o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, as quais desdobram açúcares, ácido lático, proteína e aminoácidos a ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, ocorrendo perdas significativas na qualidade da silagem.

A utilização de subprodutos da agroindústria pode ser uma alternativa de elevar o teor de matéria seca em silagem de capim-elefante, além de reduzir os impactos ambientais. Muitas vezes estes subprodutos são deixados em locais tornado-se poluentes para o meio ambiente.

O urucum (*Bixa orellana* L.) é uma planta nativa das florestas tropicais, cultivado em poucos países do mundo, notadamente no Brasil, seu maior produtor (SOUZA & FARIA, 2000). Após a extração da bixina, o subproduto do urucum

apresenta a seguinte composição bromatológica: 85,08% de matéria seca (MS), 14,57% de proteína bruta (PB), 55,91% de fibra em detergente neutro (FDN), 23,39% de fibra em detergente ácido (FDA), 2,90% de extrato etéreo (EE) e 32,52% de hemicelulose, com base na MS (GONÇALVES et al., 2004a). Aproximadamente 2.500 t de subproduto de urucum, após a extração da bixina são obtidos no Brasil, principalmente na região Nordeste, onde quase 97% do resíduo não é aproveitado (SOUZA & FARIA, 2000).

Diante da disponibilidade deste subproduto no Nordeste brasileiro e com a possibilidade de se elevar o teor de matéria seca da forragem de capim-elefante para ensilagem, objetivou-se avaliar as características bromatológicas e fermentativas de silagens de capim-elefante com adição de subproduto do urucum.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição de subproduto do processamento do urucum (SPU), na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, consistindo nos tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPU, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPU, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPU e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPU.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida, processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O SPU foi obtido na empresa Serra Grande LTDA em Sobral-CE, a partir da extração da bixina dos caroços do urucum. O material obtido na indústria foi moído em moinho tipo martelo com peneira de malha 1 cm.

Após a pesagem e homogeneização do capim-elefante e SPU, o material foi compactado no interior do silo. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 22,01% de matéria seca (MS), 88,51% de matéria orgânica (MO), 5,00% de proteína bruta (PB), 77,31% de fibra em detergente neutro (FDN), 48,08% de fibra em detergente ácido (FDA), 29,23% de hemicelulose, 3,90% de extrato etéreo (EE), 79,61% de carboidratos totais (CHOT), 2,30% de carboidratos não fibrosos (CNF), 48,70% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 16,23% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O SPU apresentava 92,87% de MS, 92,92% de MO, 16,61% de PB, 42,44% de FDN, 22,25% de FDA, 20,19% de hemicelulose, 7,16% de EE, 69,15% de CHOT, 26,71% de CNF, 34,94% de NIDN (% do N total) e 12,21% de NIDA (% do N total), com base na MS.

Após 65 dias, os silos foram abertos e retirou-se amostras de 800 g das silagens, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -10 °C para posteriores análises bromatológicas e fermentativas.

No Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, as amostras foram submetidas a pré-secagem em estufa de circulação forçada a 55 °C e moídas em moinho com peneira de malha de 1,0 mm de diâmetro, para posteriores determinações de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, NIDN (% do N total), NIDA (% do N total), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

O valor de pH foi determinado conforme Silva & Queiroz (2002) e o teor de N-NH₃ (% do N total) foi determinado seguindo metodologia desenvolvida por Vieira (1980) e Bolsen et al. (1992) e adaptada por Cândido (2000).

Para determinação dos ácidos orgânicos, foi coletado o suco das silagens utilizando-se prensa hidráulica. Coletou-se 50 mL de suco e colocou-se em recipientes contendo 10 mL de solução ortofosfórica a 25%, que após tampados foram colocados em freezer a -10 °C, para posteriores análises.

As concentrações de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) foram determinadas no Laboratório de Polímeros do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica do Centro de Ciências da UFC. Depois de descongeladas as amostras, transferiu-se aproximadamente 5 mL para tubos de centrifuga (Sigma Laboratory Centrifuges 4k15) com capacidade para 10 mL e centrifugou-se a 5.000 rpm a 10 °C, durante 15 minutos. Os ácidos orgânicos foram determinados por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo metodologia descrita por Mathew et al. (1997), filtrando-se aproximadamente 2 mL do sobrenadante de cada amostra de suco da silagem em membrana de acetato de celulose com porosidade 0,45 µm.

As análises em HPLC foram realizadas usando coluna Phenomenex, Rezex 8µ 8% H⁺, com 300 mm de comprimento e 7,8 mm de largura, solvente de solução aquosa de H₂SO₄ a 8 mM e taxa de eluição de 0,5 mL/minuto. O equipamento foi calibrado por injeção de soluções padrões contendo 10-50 mM de ácido lático/L, 10-60 mM de ácido acético/L, 15-150 mM de ácido propiônico e 10-50mM de ácido

butírico, onde também os padrões foram filtrados em membrana de acetato de celulose com porosidade de 0,45 μm . Os picos de concentração de ácidos orgânicos das amostras do suco de silagens foram obtidos a partir das suas áreas em relação à curva de calibração para cada padrão injetado, utilizando-se *Software Origin 6.0 Professional*.

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para N-NH₃ (% do N total) foram transformados para (Log₁₀ N-NH₃) para se proceder à análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos às características bromatológicas e fermentativas das silagens. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotada o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição bromatológica das silagens contendo diferentes níveis de subproduto do processamento do urucum (SPU) estão apresentados na Tabela 1.

A adição de SPU elevou os teores de MS das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de inclusão observou elevação de 0,61 pontos percentuais nos teores de MS das silagens. O teor de MS da forragem é um fator importante para se obter silagem com bom padrão de fermentação. Os valores observados nesta pesquisa estão próximos dos obtidos por vários autores. Gonçalves et al. (2006) e Gonçalves et al. (2004b) observaram elevações no teor de MS de 0,56 e 0,55 pontos percentuais no teor de MS em silagens de capim-elefante com níveis crescentes de subproduto do urucum e acerola, respectivamente. Andrade & Lavezzo (1998a) trabalhando com silagem de capim-elefante com níveis crescentes de sacharina elevaram o teor de MS em 0,56 pontos percentuais. A adição de casca de café em silagem de capim-elefante elevou o teor de MS em 0,69 pontos percentuais (BERNARDINO et al., 2005). Enquanto, Ferrari Júnior & Lavezzo (2001) observaram elevação da MS em 0,45 pontos percentuais quando da inclusão de farelo de mandioca em silagens de capim-elefante, inferior a este estudo.

Ainda de acordo com o estudo de regressão, observou que com a adição de 10,4% de SPU às silagens o teor de MS de 28% foi atingido, o que segundo McCullough (1977), já garante uma boa fermentação da forragem ensilada. Sabe-se que baixos teores de MS favorecem a baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* que desdobram açúcares, ácido lático, proteína e aminoácidos em ácido butírico, acético, amônia e gás carbônico, ocorrendo redução significativa na qualidade da silagem, (McDONALD, 1981); na sua aceitabilidade e no seu consumo (WILKINSON, 1983). Assim, a partir da adição de 10,4% de SPU foi suficiente para impedir fermentações indesejáveis.

Tabela 1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPU					Equação de regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
MS	22,03	23,03	27,38	28,76	31,29	$\hat{Y} = 21,65 + 0,61x^{**}$	0,90	4,27
MO	89,37	89,44	90,03	90,61	90,58	$\hat{Y} = 89,24 + 0,10x^{**}$	0,48	0,68
PB	5,87	6,98	7,07	8,60	8,22	$\hat{Y} = 6,08 + 0,16x^{**}$	0,70	8,05
FDN	73,68	70,84	69,75	66,78	67,00	$\hat{Y} = 73,09 - 0,43x^{**}$	0,72	2,22
FDA	48,12	44,13	43,72	42,57	40,43	$\hat{Y} = 47,18 - 0,42x^{**}$	0,74	3,28
HCEL	25,56	26,71	26,02	24,22	26,56	$\hat{Y} = 25,81 \pm 1,31$	-	5,07
EE	2,13	2,51	3,19	3,18	3,29	$\hat{Y} = 2,27 + 0,07x^{**}$	0,62	11,53
CHOT	81,36	79,95	79,77	78,83	79,34	$\hat{Y} = 80,89 - 0,13x^{**}$	0,39	1,12
CNF	7,69	9,11	10,03	12,04	12,33	$\hat{Y} = 7,80 + 0,30x^{**}$	0,64	12,70
NIDN (% N total)	27,84	26,77	27,20	26,30	28,36	$\hat{Y} = 27,29 \pm 2,49$	-	9,11
NIDA (% N total)	18,03	15,83	15,67	14,15	16,32	$\hat{Y} = 18,07 - 0,65x + 0,03x^{2**}$	0,33	9,35

**1% de probabilidade.

A inclusão dos níveis de SPU na silagem de capim-elefante promoveu elevação nos teores de MO das silagens ($P < 0,01$) o que pode estar associado ao maior teor de MO do SPU (92,92%) em relação ao capim (88,51%).

Para cada 1% de adição de SPU na silagem de capim-elefante houve elevação de 0,10 pontos percentuais na MO da silagem. O SPU foi semelhante aos aditivos sacharina (0,12 pontos percentuais) e farelo de trigo (0,11 pontos percentuais) na elevação da porcentagem de MO de silagem de capim-elefante, obtida por Andrade & Lavezzo (1998b).

A adição do SPU na silagem de capim-elefante promoveu aumento no teor de PB ($P < 0,01$). Para cada 1% de adição de SPU na silagem de capim-elefante houve

elevação de 0,16 pontos percentuais no teor de PB da silagem. O teor de PB das silagens alcançou os teores mínimos de 6 a 8%, valor mínimo necessário para a boa fermentação ruminal (VAN SOEST, 1994).

A adição de SPU reduziu os teores de FDN e FDA das silagens ($P < 0,01$). Decréscimos nos teores de FDN e FDA foram de 0,43 pontos percentuais e 0,42 pontos percentuais, respectivamente, para cada 1% de adição de SPU na ensilagem de capim-elefante. Estas reduções podem ser explicadas pelos menores teores de FDN e FDA do SPU (42,44% de FDN e 22,25% de FDA) em relação ao capim-elefante (77,31% de FDN e 48,08% de FDA). A redução nos teores de FDN das silagens pode contribuir para aumentar o consumo de matéria seca (RESENDE et al., 1994), bem como, aumentar a densidade energética da ração de ruminantes (JUNG e ALLEN, 1995). Segundo Van Soest (1965) elevados teores de FDN e FDA interferem no consumo e na digestibilidade da matéria seca. Assim, com a redução da FDN e FDA com a adição do SPU nas silagens pode-se melhorar estes parâmetros nutricionais.

A hemicelulose não foi alterada com o aumento dos níveis de SPU na silagem de capim-elefante ($P > 0,05$), sendo o valor médio $25,81 \pm 1,31\%$.

A porcentagem de extrato etéreo aumentou com a adição do SPU na silagem de capim-elefante ($P < 0,01$), estimando-se um acréscimo de 0,07 pontos percentuais para cada 1% de adição de SPU. O que pode ser explicado pela maior porcentagem de extrato etéreo no SPU (7,16%) comparado ao capim-elefante (3,90%) no momento da ensilagem. Apesar do SPU ter elevado a porcentagem de extrato etéreo na silagem não chegou a ultrapassar o limite de 6 a 7% na matéria seca, a partir do qual poderia haver interferência na fermentação ruminal, na taxa de passagem do alimento e na sua digestibilidade, segundo o NRC (2001).

O teor de CHOT reduziu com a adição do SPU na silagem ($P < 0,01$), com redução de 0,13 pontos percentuais para cada 1% de adição do SPU. Fato justificado pelo menor teor de CHOT do SPU (69,15%) em relação ao capim-elefante (79,61%). A redução dos teores de CHOT das silagens está associada à diminuição dos teores de FDN e FDA das silagens, o que contribui para melhorar o consumo e digestibilidade das mesmas.

Já para o teor de CNF houve aumento com a adição do SPU na ensilagem. A cada 1% de adição de SPU estimou-se um acréscimo de 0,30 pontos percentuais nos teores de CNF das silagens, devido o SPU apresentar maior teor de CNF (26,71%) quando comparado ao capim-elefante (2,30%) no momento da ensilagem. O elevado teor de CNF das silagens pode estar também associado à quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente hemicelulose (TOSI et al., 1999).

Os CNF servem de substratos para as bactérias do gênero *Lactobacillus* melhorando a qualidade da silagem, além de aumentar seu valor nutritivo. Contribui para elevar o valor energético da silagem e são considerados carboidratos de elevada digestibilidade (VAN SOEST, 1994).

Os teores de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) foram semelhantes entre as silagens, apresentando valor médio de $27,29 \pm 2,49\%$. O processo de ensilagem modificou os teores de NIDN (% N total) das silagens, pois o teor de NIDN (% do N total) do capim-elefante e do SPU antes da ensilagem era de 48,70% e 34,94%, respectivamente, que pode ter decorrido das enzimas presentes na silagem terem agido sobre o nitrogênio ligado à FDN, provocando redução nos teores de NIDN das silagens.

Foi observado efeito quadrático dos teores de NIDA (% do N total) com a adição do SPU na ensilagem, observando-se valor mínimo 14,55% com a adição de 10,83% de SPU. Segundo Roth & Undersander (1995) em silagens bem conservadas o teor de NIDA (% do N total) deve ser inferior a 12%, o que se observa que todas as silagens apresentaram superiores a este limite.

Os valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % do N total) e ácidos láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) em silagens de capim-elefante, estão apresentados na Tabela 2.

A adição de SPU elevou os valores de pH das silagens ($P < 0,01$). Estimando-se acréscimo de 0,01 no valor de pH para cada unidade percentual de adição do SPU. Apesar do aumento do pH nas silagens, os valores encontram-se dentro da faixa ideal que é entre 3,8 a 4,2 sugeridos por McDonald (1981) para silagens bem

preservadas, restringindo a ação de enzimas proteolíticas da planta e inibindo o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium* (MUCK, 1988).

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH e teores nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPU					Equação de regressão	R ² (%)	CV (%)
	0	4	8	12	16			
pH	3,85	3,90	3,90	4,13	4,01	$\hat{Y} = 3,85 + 0,01x^{**}$	0,29	2,86
N-NH ₃ (% do N total)	15,69	10,37	12,38	10,93	16,10	$\text{Log}_{10}(\hat{Y}) = 1,18 - 0,04x + 0,002x^{2**}$	0,52	5,73
Lático (% na MS)	3,97	4,64	5,26	3,95	4,15	$\hat{Y} = 4,40 \pm 0,86$	-	19,49
Acético (% na MS)	0,40	0,38	0,53	0,42	0,59	$\hat{Y} = 0,47 \pm 0,15$	-	32,70
Propiônico (% na MS)	0,19	0,22	0,36	0,22	0,39	$\hat{Y} = 0,19 + 0,01x^{**}$	0,30	31,08
Butírico (% na MS)	0,08	0,03	0,03	0,03	0,00	$\hat{Y} = 0,03 \pm 0,06$	-	6,05

**1% de probabilidade.

AB = Ácido butírico.

Foi observado efeito quadrático ($P < 0,01$) dos níveis de adição de SPU, em que os teores de N-NH₃ (% do N total) apresentaram valor mínimo 9,55% com adição de 10% de SPU. Apesar do valor mínimo de N-NH₃ (% do N total) ser obtido com 10% de SPU e considerando-se teor de N-NH₃ (% do N total) inferior a 12% para silagens bem preservadas (SILVEIRA, 1975), observa-se que a partir do nível 3% até o de 16% de SPU foi suficiente para produzir silagem inferior a este limite.

Os teores de ácido láctico, acético e butírico foram semelhantes entre as silagens, com valores médios $4,40 \pm 0,86$; $0,47 \pm 0,15$ e $0,03 \pm 0,06\%$, respectivamente. A quantidade necessária de ácido láctico para reduzir rapidamente o pH é de 4 a 6% (ROTH & UNDERSANDER, 1995), sendo que a quantidade de ácido láctico foi

suficiente para baixar o pH das silagens, assim como inibir a atividade proteolítica e fermentações indesejáveis, em todas as silagens.

O ácido acético de todas as silagens é considerado baixo, o que representa a baixa ação das bactérias do gênero *Coliforme*, das bactérias lácticas heterofermentativas e bactérias Clostrídicas, que pode estar relacionado com o grau de compactação da massa ensilada.

A porcentagem de ácido propiônico aumentou com a adição do SPU na silagem, estimando-se acréscimo de 0,01 pontos percentuais a cada 1% de adição de SPU. Apesar de não influenciar na qualidade da silagem, visto que, estes teores obtidos neste trabalho são considerados baixos, segundo Roth & Undersander (1995).

A presença de ácido butírico no material ensilado está relacionada ao efeito depressivo das bactérias do gênero *Clostridium*, havendo perdas significativas na qualidade da silagem e, conseqüentemente, redução na palatabilidade e consumo (WILKINSON, 1983). Segundo Roth & Undersander (1995), em silagens bem preservadas, o teor de ácido butírico deve ser inferior a 0,1%, o que se observa para os teores de ácido butírico obtidos neste estudo.

CONCLUSÃO

O subproduto do urucum melhorou as características bromatológicas e fermentativas das silagens, recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural, no momento da ensilagem do capim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem de capim-elefante. II. Qualidade das silagens amostradas por dois métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1873-1882, 1998a.

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

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

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

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

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

FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, v.19, n.192, p.66-72, 1998.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; SÁ, C.R.L. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo com diferentes níveis de adição do subproduto de sementes do urucum (*Bixa orellana* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004a. CD-ROM.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.228-234, 2006.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; VIEIRA, N.F. 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, 2004b.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

JUNG, H.G.; ALLEN, M.S. Characteristics of plant cell walls affecting intake and digestibility of forages by ruminants. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2774-2790, 1995.

MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. **Indian Journal of Animal Science**, v.67, n.9, p.805-807, 1997.

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.13, n.49, p.49-52, 1977.

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

MUCK, R.E. Factors influencing silage quality and their implications for management. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.11, p.2992-3002, 1988.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7. ed. Washington: National Academy Press, 2001. 362p.

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn Silage Production Management and Feeding**. Madison American Society of Agronomy, 1995. p.27-29.

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

SILVEIRA, A.C. Técnicas para produção de silagens. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 1975, Piracicaba, 1975. **Anais...** Piracicaba: ESALQ, 1975. p.156-186.

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

SOUZA, I.; FARIA, J.O. **A cultura do Urucum**, 2000. Disponível em: <<http://www.ruralnews.com.br>>. Acesso em: 22/08/2004.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

TCACENCO, F.A.; BOTREL, M.A. Identificação e avaliação de acessos e cultivares de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M.; ALVIN, M.J.; XAVIER, D.F. et al. **Capim-elefante: produção e utilização**. Brasília: Embrapa-SPI/Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.1-28.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

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

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

WILKINSON, J.M. Silage made from tropical and temperate crops. 2. Techniques for improving the nutritive value of silage. **World Animal Review**, v.46, p.35-40, 1983.

CAPÍTULO II

CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E BALANÇO DE NITROGÊNIO DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE CONTENDO SUBPRODUTO DO URUCUM

RESUMO

Esta Pesquisa foi conduzida no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Foram utilizados 20 ovinos machos SRD em ensaio de digestibilidade, distribuídos ao acaso nos seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de subproduto do processamento do urucum (SPU), T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPU, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPU, T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPU, com base na matéria natural. Foram avaliados os consumos e digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), além do teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e do balanço de nitrogênio (BN) das silagens. A adição de SPU elevou os consumos de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT, CNF e NDT expresso em %PV e g/kg^{0,75}. A digestibilidade da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE e CNF, não foi influenciada pelos níveis de adição do SPU, observando-se valores médios de 55,95±5,18; 58,19±4,81; 45,34±7,97; 52,79±5,82; 45,79±6,54; 34,96±14,77 e 99,86±0,03%, respectivamente. A inclusão de SPU na silagem de capim-elefante promoveu aumento na digestibilidade dos CHOT, no teor de NDT e no BN. Conclui-se que adição de SPU na ensilagem de capim-elefante apesar de não ter alterado a digestibilidade de nutrientes, exceto dos carboidratos totais, melhorou o consumo de nutrientes e o balanço de nitrogênio, recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural.

DIGESTIBILITY AND NUTRIENTS INTAKE AND NITROGEN BALANCE OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH ANNATO BY-PRODUCT

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. Twenty male sheep without defined breed were used in a digestibility trial, randomly allocated at the following treatments: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with the addition of 4% of annatto by-product processing (ABP), T3 - Elephant grass silage with 8% of ABP addition, T4 - Elephant grass silage with 12% of ABP addition and T5 - Elephant grass silage with 16% of ABP addition, on a fresh matter basis. The intakes and digestibilities of the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) as well as the nitrogen balance (NB) of the silages. The ABP addition increased ($P < 0.05$) the DM, OM, CP, NDF, ADF, EE, TC, NFC, and the TDN intakes, expressing in %BW, as well as in $\text{g/kg}^{0.75}$. The DM, OM, CP, NDF, ADF, EE and the NFC digestibilities were not affected by the ABP levels addition, averaging values of 55.95 ± 5.18 ; 58.19 ± 4.81 ; 45.34 ± 7.97 ; 52.79 ± 5.82 ; 45.79 ± 6.54 ; 34.96 ± 14.77 ; and $99.86 \pm 0.33\%$, respectively. The addition of the ABP at the elephant grass ensilage increased the digestibility of TC, the TDN levels and NB. One concludes that the ABP addition at the elephant grass ensiling, in spite of not have been altered the nutrients digestibility, except the TC, increased the nutrients intake and the N balance, recommending the addition of 16%, in a fresh matter basis.

INTRODUÇÃO

A baixa disponibilidade de forragem no período seco do ano leva à baixa capacidade de suporte das pastagens, tornando imprescindível o estabelecimento de uma estratégia para conservação de forragem, sendo a silagem e o feno as formas mais utilizadas (VILELA & CARNEIRO, 2002). As gramíneas tropicais devido a sua alta taxa de crescimento com o avanço do estágio vegetativo, apresentam aumento na produção de matéria seca enquanto seu valor nutritivo é reduzido. Na definição do momento para se conservar as forragens deve ser aliado produção por área e bom valor nutritivo. O valor nutritivo das gramíneas tropicais é baixo no período seco, onde a maioria não atinge o valor mínimo de 7% de proteína bruta, limitando o desenvolvimento dos microrganismos do rúmen, a digestibilidade e o consumo da forragem, o que resulta em baixo desempenho dos animais (CORREIA & VOLTOLINE, 2003).

O consumo voluntário é influenciado por características do animal e também da forragem (McDONALD, 1981). Segundo Lavezzo (1994), o valor nutritivo de uma silagem pode ser considerado função do consumo voluntário, digestibilidade e eficiência pelos quais os nutrientes são utilizados. Segundo este autor, o principal fator que limita a produção dos animais ingerindo silagens é o nível de consumo voluntário. Desta forma, Vilela (1998) afirma que o método de conservação normalmente afeta mais o consumo que a digestibilidade das silagens.

O teor de umidade por si parece ter pouca influência, sendo que há evidência de que o baixo consumo de silagem pode está associado com elevado conteúdo de ácidos orgânicos (McDONALD, 1981). Wilkins et al. (1971), estabeleceram que o baixo consumo de silagem está associado com a degradação das silagens caracterizadas pela elevada quantidade dos ácidos acético e butírico, pela elevada porcentagem de nitrogênio amoniacal e uma grande quantidade de aminas.

A conservação de forragem na forma de silagem depende do teor de matéria seca (MS) ideal para que ocorra uma boa fermentação, que deve estar em torno de 28 a 34% de MS, segundo Mccullough (1977). Dentre as gramíneas tropicais o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) vem se destacando para produção de silagem, devido apresentar elevado potencial de produção e bom valor nutritivo em estágio vegetativo, que ocorre em torno de 60 dias de rebrota, porém o teor de umidade é muito elevado, o que dificulta a conservação da forragem sob forma de

silagem, favorecendo a fermentação butírica e elevando a produção de efluentes. Para produzir silagem de gramíneas tropicais de boa qualidade é necessário utilizar técnicas no momento da ensilagem, como emurhecimento, bem como utilizar aditivos que têm como finalidade elevar o teor de matéria seca, melhorar o processo fermentativo, melhorar a produção de ácido láctico, reduzir perdas no valor nutritivo com fermentações clostrídicas, interferindo principalmente no consumo.

Com a instalação de agroindústrias no Nordeste brasileiro, diversos subprodutos vêm sendo disponibilizados e avaliados, a fim de se utilizar como alimentos alternativos na pecuária da região, podendo reduzir custos na produção animal. Aproximadamente 2.500 t de subproduto do urucum (*Bixa orellana* L.), após a extração da bixina (corante) são obtidas no Brasil (SOUZA & FARIA, 2000), principalmente na região Nordeste, onde quase 97% do resíduo não é aproveitado.

Esta pesquisa teve como objetivo a avaliação do consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio de dietas à base de silagem de capim-elefante com adição de subproduto do urucum.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição de subproduto do processamento do urucum (SPU), na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, constituindo nos tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPU, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPU, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPU e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPU.

O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida, processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O SPU foi obtido na empresa Serra Grande LTDA., em Sobral, CE, a partir da extração da bixina dos caroços do urucum. O material obtido na indústria foi moído em moinho tipo martelo com peneira de malha 1 cm.

As silagens foram obtidas em 20 silos do tipo tambor plástico de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. Após a pesagem e homogeneização do capim-elefante e SPU, o material foi colocado nos silos e compactado. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 22,01% de matéria seca (MS), 88,51% de matéria orgânica (MO), 5,00% de proteína bruta (PB), 77,31% de fibra em detergente neutro (FDN), 48,08% de fibra em detergente ácido (FDA), 29,23% de hemicelulose, 3,90% de extrato etéreo (EE), 79,61% de carboidratos totais (CHOT), 2,30% de carboidratos não fibrosos (CNF), 48,70% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 16,23% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O SPU apresentava 92,87% de MS, 92,92% de MO, 16,61% de PB, 42,44% de FDN, 22,25% de FDA, 20,19% de hemicelulose, 7,16% de EE, 69,15% de CHOT, 26,71% de CNF, 34,94% de NIDN (% do N total) e 12,21% de NIDA (% do N total), com base na MS. Na Tabela 1 estão apresentados a composição bromatológica das silagens estudadas.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante

Variáveis (%)	Níveis de adição (%) de SPU				
	0	4	8	12	16
MS	22,03	23,03	27,38	28,76	31,29
MO	89,37	89,44	90,03	90,61	90,58
PB	5,87	6,98	7,07	8,60	8,22
FDN	73,68	70,84	69,75	66,78	67,00
FDA	48,12	44,13	43,72	42,57	40,43
HCEL	25,56	26,71	26,02	24,22	26,56
EE	2,13	2,51	3,19	3,18	3,29
CHOT	81,36	79,95	79,77	78,83	79,34
CNF	7,69	9,11	10,03	12,04	12,33
NIDN (% do N total)	27,84	26,77	27,20	26,30	28,36
NIDA (% N do total)	18,03	15,83	15,67	14,15	16,32

Para avaliação da digestibilidade das silagens, foram utilizados 20 carneiros machos, sem raça definida, com peso vivo médio inicial de 18,80 kg. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 4, 8, 12 e 16% de adição de SPU) e quatro repetições, sendo o animal considerado a unidade experimental. Para cada animal foi utilizada a silagem oriunda de único silo experimental. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento.

Os ovinos foram alojados em gaiolas de metabolismo, com cochos, para fornecimento de água, mistura mineral e dietas experimentais. O experimento teve duração de 17 dias, sendo 12 dias para adaptação dos animais às dietas e ao ambiente experimental e 5 dias para coleta de amostras. As silagens foram fornecidas diariamente *ad libitum* em dois períodos, manhã e tarde, sendo a

quantidade oferecida calculada diariamente, a partir do consumo do dia anterior, de modo que permitisse sobras de aproximadamente 15%.

A determinação do consumo foi realizada por meio da pesagem do alimento oferecido e sobras, durante o período de coleta de dados. Nessa ocasião, foram tomadas amostras compostas dos alimentos, sobras e fezes, que foram conservadas a -10°C para análises posteriores.

A urina foi medida pela manhã, ocasião na qual uma alíquota de 10% do total era colhida e acondicionada em frascos e conservada a -10°C para posteriores análises. Foram adicionados nos recipientes coletores de urina, 20 mL de ácido clorídrico 1:1, visando-se evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

Foram avaliados os consumos de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT, CNF e NDT e as digestibilidades da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT e CNF, bem como o balanço de nitrogênio das silagens (SILVA & LEÃO, 1979), e o teor de NDT, segundo Sniffen et al. (1992).

Os teores de MS, MO, PB, FDN, FDA e EE foram determinados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ e $NDT (\%) = PBD\% + FDND\% + CNFD\% + (2,25 \times EED\%)$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para digestibilidade de CNF, foram transformados para Log_{10} para se proceder à análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos a consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotado o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes a consumo de nutrientes expressos em % do peso vivo (%PV) e unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) estão apresentados na Tabela 2.

Verificou-se efeito linear ($P < 0,05$) dos níveis crescentes de adição de subproduto do processamento do urucum (SPU) sobre os CMS das silagens. Para cada 1% de adição de SPU o CMS foi elevado em $1,95 \text{ g/kg}^{0,75}$. Enquanto para CMS expresso em %PV a adição de SPU elevou em 0,093 pontos percentuais a cada 1% de adição de SPU. Que pode ser explicado pelos maiores teores de matéria seca das silagens contendo o SPU. De acordo com Gomide et al. (1974); Pereira et al. (1993) e Van Soest (1994), a ingestão de matéria seca aumenta com o incremento do conteúdo de matéria seca dos alimentos. O que é justificado pela correlação positiva entre teor de MS e consumo de MS ($\text{g/kg}^{0,75}$), que foi $R = 0,63$ ($P < 0,01$).

Os CMS das silagens de capim-elefante sem e com adição de SPU foram superiores ao CMS estabelecido pelo ARC (1980) de $42 \text{ g/kg}^{0,75}$ para carneiros consumindo forragens. A partir da adição de 4,1% de SPU a exigência nutricional de manutenção de ovinos adultos para CMS ($53,2 \text{ g/kg}^{0,75}$) foi atendida de acordo com o NRC (1985).

De acordo com Crampton et al. (1960) a ingestão ideal de uma forragem de elevada palatabilidade, como no caso de feno de alfafa é da ordem de $80 \text{ g de MS/g/kg}^{0,75}$ para carneiros, onde se observa que o consumo obtido com a silagem de capim-elefante com inclusão de 16% de SPU ($76,4 \text{ g/kg}^{0,75}$) ficou próximo deste valor.

Neiva et al. (2006), observaram elevações de $1,29 \text{ g/kg}^{0,75}$ para cada 1% de inclusão de subproduto do processamento do maracujá (SPM), como aditivo da silagem de capim-elefante, sendo este aumento inferior ao obtido nesta pesquisa. O que pode ser justificado pelo menor teor de MS (24,30%) das silagens com adição de 14% de SPM.

Hawkins et al. (1970) trabalhando com silagem de alfafa emurcheada a quatro concentrações de MS (22, 40, 45 e 80%) obtiveram consumo de MS variando de 49,13 a $63,25 \text{ g/kg}^{0,75}$, sendo valores semelhantes aos níveis de adição de SPU 2 e 9,3%.

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPU					Equação de Regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
	(%PV)					(%PV)		
CMS	2,39	2,41	3,06	2,34	4,28	$\hat{Y} = 2,16 + 0,093x^{**}$	0,39	22,24
CMO	2,11	2,14	2,75	2,13	3,89	$\hat{Y} = 1,90 + 0,09x^{**}$	0,42	22,28
CPB	0,15	0,18	0,23	0,22	0,35	$\hat{Y} = 0,14 + 0,011x^{**}$	0,66	20,07
CFDN	1,68	1,65	2,08	1,49	2,82	$\hat{Y} = 1,52 + 0,05x^{**}$	0,28	23,95
CFDA	1,05	1,00	1,27	0,94	1,66	$\hat{Y} = 0,95 + 0,03x^*$	0,25	22,74
CEE	0,05	0,06	0,09	0,06	0,12	$\hat{Y} = 0,05 + 0,003x^{**}$	0,45	27,66
CCHOT	1,91	1,90	2,43	1,85	3,41	$\hat{Y} = 1,71 + 0,07x^{**}$	0,39	22,55
CCNF	0,23	0,25	0,35	0,36	0,59	$\hat{Y} = 0,19 + 0,02x^{**}$	0,66	24,09
CNDT	1,16	1,26	1,64	1,25	2,39	$\hat{Y} = 1,05 + 0,06x^{**}$	0,47	23,88
	$(\text{g/kg}^{0,75})$					$(\text{g/kg}^{0,75})$		
CMS	50,48	50,62	63,97	48,00	90,79	$\hat{Y} = 45,17 + 1,95x^{**}$	0,37	23,07
CMO	44,63	44,91	57,40	43,63	82,61	$\hat{Y} = 39,70 + 1,87x^{**}$	0,40	23,12
CPB	3,20	3,73	4,79	4,43	7,52	$\hat{Y} = 2,86 + 0,23x^{**}$	0,65	20,78
CFDN	35,46	34,58	43,45	30,61	59,83	$\hat{Y} = 31,83 + 1,12x^*$	0,26	24,86
CFDA	22,25	20,95	26,50	19,18	35,13	$\hat{Y} = 20,00 + 0,60x^*$	0,24	23,29
CEE	1,17	1,26	1,89	1,23	2,66	$\hat{Y} = 1,05 + 0,07x^{**}$	0,43	28,88
CCHOT	40,26	39,91	50,71	37,97	72,42	$\hat{Y} = 35,78 + 1,56x^{**}$	0,37	23,37
CCNF	4,79	5,33	7,26	7,36	12,59	$\hat{Y} = 3,94 + 0,44x^{**}$	0,66	24,07
CNDT	25,50	26,46	34,26	25,60	50,84	$\hat{Y} = 21,96 + 1,29x^{**}$	0,44	25,19

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

Os consumos de matéria seca ($\text{g/kg}^{0,75}$) das silagens com adição de SPU foram superiores aos obtidos por Bezerra et al. (1993) para silagem de milho ($45,4 \text{ g/kg}^{0,75}$) e Silveira et al. (1980) para a silagem de capim-elefante napier emurchecida e com adição de ácido fórmico ($38,95 \text{ g/kg}^{0,75}$).

Dietas ricas em concentrados, o consumo pode ser determinado pela demanda energética, portanto dietas de baixa qualidade e densidade energética, devido restrições por enchimento têm o consumo determinado pela capacidade física do trato gastrointestinal (VAN SOEST, 1994). Segundo Mertens (1994), a limitação do consumo pela capacidade física para bovinos leiteiros ocorre em dietas com teores de FDN acima de 1,2%PV. O consumo de FDN observado com adição de 16% de

SPU foi de 2,32%PV, sendo que até este limite, não influenciou negativamente no consumo.

A adição de SPU elevou o consumo de matéria seca em relação à silagem sem aditivo, que segundo Van Soest (1994) o consumo de nitrogênio da dieta influencia na fermentação e na velocidade de passagem de forragem de menor qualidade.

A adição de SPU proporcionou aumento ($P < 0,05$) nos consumos de MO, em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$. Para o consumo expresso em %PV, o aumento foi de 0,09 pontos percentuais para cada 1% de adição do SPU. Enquanto, para o consumo expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, a cada 1% de inclusão de SPU, o consumo de MO aumentou em 1,87 $\text{g/kg}^{0,75}$.

A adição de SPU na silagem de capim-elefante promoveu efeito linear crescente ($P < 0,01$) para consumo de PB. Para cada 1% de adição de SPU na ensilagem de capim-elefante ocorreu elevações de 0,011 pontos percentuais. Já para consumo expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, a cada 1% de inclusão de SPU, o consumo de PB aumentou em 0,23 $\text{g/kg}^{0,75}$. O que se justifica pela correlação positiva entre teor de PB e consumo de PB ($\text{g/kg}^{0,75}$), que foi $R = 0,63$ ($P < 0,01$).

Bezerra et al. (1993) trabalhando com silagem de milho obtiveram consumo de 3,4 $\text{g PB/kg}^{0,75}$, sendo este valor próximo para a silagem com até 4% de SPU e inferior para as demais silagens, o que pode estar associado ao teor de proteína bruta do subproduto (16,61%).

Verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos níveis de SPU sobre os consumos de FDN das silagens. Aumento no consumo de FDN das silagens expressos em %PV foi de 0,05 pontos percentuais para cada 1% de adição de SPU, portanto quando expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, o consumo de FDN elevou em 1,12 g para cada 1% de adição de SPU. Apesar dos teores de FDN das silagens terem sido reduzidos com a adição de SPU, ocorreu elevação nos consumos de FDN, o que pode ter decorrido do aumento do consumo de MS. Uma outra explicação também pode ter sido o aumento no teor de PB de 6,08 para 8,64%, favorecendo o crescimento microbiano que, por sua vez, aumentou a colonização na fração fibrosa acelerando o processo de fermentação e, conseqüentemente, reduzindo o tempo de retenção no rúmen, acarretando, desta forma, aumento no consumo.

Mizubuti et al. (2002), obtiveram consumo de FDN 32,44; 37,46 e 41,35 $\text{g/kg}^{0,75}$, das respectivamente silagens de sorgo, girassol e milho, sendo estes resultados

próximos dos encontrados neste estudo para os níveis 0; 5 e 8,5% de SPU. Reis et al. (2000) trabalhando com silagem de capim-elefante adicionando o subproduto de fruto de maracujá no nível de 50% obtiveram consumo de FDN ($42,97 \text{ g/kg}^{0,75}$) semelhante ao nível de 10% de SPU.

A adição de SPU promoveu elevação nos consumos de FDA das silagens. Para cada 1% de inclusão de SPU na ensilagem de capim-elefante ocorreu acréscimo de 0,03 pontos percentuais. Enquanto, para consumo em $\text{g/kg}^{0,75}$, a cada 1% de inclusão de SPU, o consumo de FDA aumentou em $0,6 \text{ g FDA/ kg}^{0,75}$.

Neiva et al. (2006) observaram que a adição do subproduto desidratado do maracujá às silagens de capim-elefante não influenciou os consumos de FDN e FDA, apresentando médias de 1,7 e 1,2%PV, respectivamente.

A análise de regressão revelou efeito linear crescente ($P < 0,01$) dos níveis de SPU sobre os consumos de EE nas silagens de capim-elefante. A cada 1% de adição de SPU na ensilagem de capim-elefante houve elevação de 0,003 pontos percentuais para o consumo em %PV. Já para o consumo expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, o aumento foi de $0,07 \text{ g EE/kg}^{0,75}$. O que pode ser explicado pela elevação dos teores de EE das silagens, sendo de 2,27 no nível 0% e 3,39 para o nível de 16% de SPU.

Observou-se efeito linear crescente ($P < 0,05$) dos consumos dos CHOT. Houve aumento de 0,07 pontos percentuais para cada 1% de adição de SPU. Para consumo expresso em $\text{g/kg}^{0,75}$, a cada 1% de inclusão de SPU, o consumo de CHOT aumentou em $1,56 \text{ g CHOT/kg}^{0,75}$.

A adição dos níveis de SPU na silagem de capim-elefante evidenciou efeito linear crescente ($P < 0,01$) para os consumos de CNF. Para cada 1% de inclusão de SPU na silagem de capim-elefante ocorreu elevação no consumo de CNF de 0,02 pontos percentuais. Enquanto, para $\text{g/kg}^{0,75}$, o aumento foi de $0,44 \text{ g/kg}^{0,75}$ para cada 1% de inclusão de SPU. O que pode ser explicado pela elevação do teor de CNF na silagem, quando da adição de SPU que foi de 7,8% no nível de 0% de SPU para 12,6% para o nível de 16% de SPU, ou seja, um aumento de 61,54% no teor de CNF. Os CNF são de fácil fermentação ruminal, o que permite maior aporte energético para o rúmen dos animais e conseqüentemente maior consumo de forragem.

Para cada 1% de adição de SPU observou-se incremento ($P < 0,01$) de 0,06 pontos percentuais nos consumos de NDT em %PV. Para consumo de NDT em $\text{g/kg}^{0,75}$, para cada 1% de inclusão de SPU, houve elevação de $1,29 \text{ g NDT/ kg}^{0,75}$. O

aumento no consumo de NDT está associado ao incremento da densidade energética das silagens com adição de SPU.

Trabalhando com silagem de cana-de-açúcar tratada com 0,5% de uréia e acrescidas de 0, 40, 80 e 120 kg de rolão-de-milho/t de cana-de-açúcar, Andrade et al. (2001), obtiveram aumento de consumo de NDT de 0,14 g NDT/kg^{0,75}, valor este por bem inferior a este estudo que foi de 1,29 g.

Os valores médios para digestibilidades dos nutrientes e para nutrientes digestíveis totais (NDT), bem como para balanço de nitrogênio (BN), encontram-se na Tabela 3.

Não houve diferença na digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CNF ($P > 0,05$) entre as silagens, sendo a média de 55,95±5,18; 58,19±4,81; 45,34±7,97; 34,96±14,77; 52,79±5,82; 45,79±6,54 e 99,86±0,03%, respectivamente.

Segundo Van Soest (1994) elevados teores de FDA das forragens estão associados a menores digestibilidades. Apesar do teor de FDA das silagens terem sido reduzidos de 48,12 no nível 0% de SPU para 40,43% no nível de 16% de SPU, não interferiu na digestibilidade da MS das silagens. Que pode ser em decorrência da correlação negativa entre teor de FDA e a digestibilidade da MS ($R = -0,55$) ($P < 0,05$). Bem como entre o teor de NIDA (% do N total) e digestibilidade da PB ($R = -0,59$) ($P < 0,01$).

Segundo Roston & Andrade (1992) a maioria das gramíneas tropicais apresenta digestibilidade da MS entre 50 a 65%, o que se verificou para as silagens avaliadas.

Ferreira et al. (2003) trabalhando com silagem de capim-elefante contendo 0; 3,5; 7; 10,5 e 14% de subproduto do suco de abacaxi não verificaram diferença para digestibilidade da MS, com média 53,31%, inferior à obtida neste trabalho (55,95%). Souza et al. (2003) trabalhando com silagens de híbridos de sorgo encontraram digestibilidade da MS de 55,34%, valor próximo a este estudo.

Aguiar et al. (2004) não obtiveram diferença para digestibilidade da MS, PB, EE, FDN, FDA e CNF de dietas contendo silagem de capim-elefante napier com 5, 10, 15 e 20% de bagaço de mandioca em novilhas leiteiras.

A inclusão de SPU na silagem de capim-elefante promoveu efeito linear ($P < 0,05$) para digestibilidade dos CHOT e no valor de NDT. Para cada 1% de inclusão de SPU observou-se aumento de 0,35 e 0,4 pontos percentuais, respectivamente. O aumento no valor de NDT pode estar associado à diminuição

nos teores de FDN e FDA e aumento no teor de EE das silagens. Verificou-se elevada correlação positiva entre digestibilidade da MO e valor de NDT das silagens (R= 0,98) (P<0,01).

Tabela 3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R²) e coeficiente de variação (CV), para as digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes de subproduto do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPU					Equação de Regressão	R ²	CV (%)
	0	4	8	12	16			
DMS (%)	51,64	56,27	56,27	56,92	58,66	$\hat{Y} = 55,95 \pm 5,18$	-	9,26
DMO (%)	54,22	58,37	58,32	59,50	60,55	$\hat{Y} = 58,19 \pm 4,81$	-	8,27
DPB (%)	36,67	44,26	42,79	48,40	44,55	$\hat{Y} = 45,34 \pm 7,97$	-	18,40
DEE (%)	20,06	35,29	46,48	33,22	39,73	$\hat{Y} = 34,96 \pm 14,77$	-	42,24
DFDN (%)	50,65	53,58	52,53	51,63	55,24	$\hat{Y} = 52,79 \pm 5,82$	-	11,02
DFDA (%)	44,46	46,95	46,87	45,33	45,33	$\hat{Y} = 45,79 \pm 6,54$	-	14,24
DCHOT (%)	56,62	60,27	60,18	61,61	62,96	$\hat{Y} = 57,52 + 0,35x^*$	0,15	6,94
DCNF (%)	100,00	100,00	100,00	100,00	99,29	$\hat{Y} = 99,86 \pm 0,03$	-	1,34
NDT (%)	48,26	52,67	53,56	53,56	55,92	$\hat{Y} = 49,55 + 0,40x^{**}$	0,18	8,58
BN (g/dia)	1,07	1,46	1,72	1,92	3,74	$\hat{Y} = 0,82 + 0,14x^{**}$	0,49	42,01

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

Silagens de capim-elefante com níveis de 0, 8, 16 e 24% de sacarina, farelo de trigo e rolão de milho apresentaram teores de NDT 58,54; 62,45 e 67,08%, respectivamente (ANDRADE & LAVEZZO, 1998), superiores aos valores obtidos neste trabalho.

Houve efeito linear (P<0,01) da inclusão do SPU para BN, sendo que para cada 1% de adição do SPU ocorreu retenção de 0,14 g de N/dia. Foi observada correlação positiva entre digestibilidade da PB e BN (R= 0,51) (P<0,05). O BN positivo é indicativo de que as silagens suprem as necessidades protéicas para manutenção de ovinos. O aumento na retenção de nitrogênio pode ser consequência do melhor balanço energia-proteína do alimento (SILVA & LEÃO, 1979), ocorrendo maior eficiência no aproveitamento da proteína.

Gonçalves et al. (1998) obtiveram balanço negativo para silagem de milho sem aditivo e Ferrari Júnior et al. (1999) obtiveram BN negativo para silagem de capim-

elefante não tratada, emurhecido ou com adição de 2, 4, 8 e 12% de farelo de mandioca. Reis et al. (2000) obtiveram BN positivo para silagens de capim-elefante adicionadas de subproduto do fruto do maracujá nos níveis de 25, 50, 75 e 100%, bem como para a silagem com 93% de capim-elefante + 7% de aditivo (3,5% de farelo de algodão e 3,5% de farelo de trigo).

CONCLUSÃO

A adição do subproduto do urucum na ensilagem de capim-elefante apesar de não ter alterado a digestibilidade de nutrientes, exceto dos carboidratos totais, melhorou o consumo de nutrientes e o balanço de nitrogênio, recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. III. Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.2015-2023, 1998.

ANDRADE, J.B.; FERRARI JÚNIOR, E.; BRAUN, G. Valor nutritivo da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia e acrescida de rolão-de-milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.36, n.9, p.1169-1174, 2001.

AGUIAR, M.S.M.A.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M. et al. Digestibilidade dos nutrientes de dietas contendo silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) aditivadas com bagaço de mandioca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes. NR-387.

AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). **The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock**. England: Agricultural Research. Council, Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.

BEZERRA, E.S.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho associado com sorgo e rebrotas de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.1044-1053, 1993.

CORREIA, P.S.; VOLTOLINE, T.V. **Suplementação de Bovinos a Pasto**. Piracicaba: USP, 2003.

CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, n.4, p.538-544, 1960.

FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W.; VIEIRA, M.P. et al. Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. II. Valor nutritivo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., Porto Alegre, 1999. **Anais...** Porto Alegre: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1999. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes. NUR-096.

FERREIRA, A.C.H.; RODRIGUES, N.M.; NEIVA, J.N.M. et al. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de abacaxi. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: SBZ, 2003. CD-ROM.

GOMIDE, J.A.; CHRISTMAS, E.P.; GARCIA, R. et al. Competição de gramíneas forrageiras para corte em um latossolo vermelho distrófico sob vegetação de cerrado do Triângulo Mineiro. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.3, n.2, p.191-209, 1974.

GONÇALVES, L.C.; BORGES, A.L.C.C.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo da silagem de milho adicionada de uréia e carbonato de cálcio e do rolão de milho. I- Consumo e digestibilidade aparente da matéria seca e da proteína e balanço de nitrogênio. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecia**, v.50, n.3, p.309-315, 1998.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

HAWKINS, D.R; HENDERSON, H.E.; PURSEN, D.B. Effect of dry matter levels of alfafa silage on intake and metabolism in the ruminant. **Journal of Animal Science**, v.31, p.617-625, 1970.

LAVEZZO, W. Ensilagem de capim elefante. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 10., Piracicaba, 1994. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1994. p.169-275.

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.13, n.49, p.49-52, 1977.

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

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage quality, evaluation and utilization**. FAHEY JR, G.C. (ed.) American Society of Agronomy. NATIONAL CONFERENCE ON FORAGE QUALITY, EVALUATION AND UTILIZATION, 1994. p.450-493.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.267-272, 2002.

NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, N.M.R. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006.

PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.31-38, 1993.

REIS, J.; PAIVA, P.C.A.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V. et al. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto de maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa*) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum.) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.1, p.213-224, 2000.

ROSTON, A.J.; ANDRADE, P. Digestibilidade de forrageiras com ruminantes: coletânea de informações. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, n.4, p.647-666, 1992.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de Alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba: Livro ceres, 1979. 380p.

SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA FILHO, S. et al. Consumo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.306-320, 1980.

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

SOUZA, I.; FARIA, J.O. **A Cultura do Urucum**. 2000. Disponível em: <<http://www.emater.mg.gov.br>>. Acesso em: 03/01/2005.

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; MORAES, S.A. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

VILELA, D.; CARNEIRO, J.C. Ensilagem do excedente de pasto: uma alternativa para o manejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DE PASTAGENS, 1., Viçosa, 2002. **Anais...** Viçosa: UFV, 2002. p.331-350.

WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F. et al. The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. **Journal of Agricultural Science**, v.77, n.3, p.531-537, 1971.

CAPÍTULO III

CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM ADIÇÃO DE PEDÚNCULO DE CAJU DESIDRATADO

RESUMO

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Avaliaram-se as características bromatológicas e fermentativas das silagens de capim-elefante contendo níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD). Foram testados os seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com adição de 4% de PCD, T₃ – silagem de capim-elefante com adição de 8% de PCD, T₄ – silagem de capim-elefante com adição de 12% de PCD e T₅ – silagem de capim-elefante com adição de 16% de PCD, com base na matéria natural. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), os valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico. Com a inclusão de PCD na ensilagem de capim-elefante, ocorreram elevações na MS, PB, EE, CNF, NIDN (% do N total), NIDA (% do N total), pH, ácido láctico e propiônico. Por outro lado, para FDN, FDA, hemicelulose, N-NH₃ (% do N total) e ácido butírico houve efeito linear decrescente. O PCD não influenciou nos teores de CHOT e ácido acético das silagens. Conclui-se que o PCD pode ser ensilado com o capim-elefante, uma vez que, aumentou os teores de PB e CNF e reduziram os teores de FDN e FDA, além de melhorar o padrão de fermentação das silagens. Porém, o aumento nos teores de NIDN e NIDA pode interferir na disponibilidade de nitrogênio para o animal e com isso interferir no consumo de MS do alimento.

CHEMICAL AND FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH DEHYDRATED CASHEW STALK

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. The chemical and fermentative characteristics elephant grass silages with increasing levels of dehydrated cashew stalk (DCS) addition at ensilage were evaluated. The following treatments were used: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with 4% of DCS, T3 - Elephant grass silage with 8% of DCS, T4 - Elephant grass silage with 12% of DCS and T5 - Elephant grass silage with 16% of DCS, on a fresh matter basis. A randomized completely design with four replicates was adopted. As experimental silos, plastic drums of 210 L were used. The dry matter (DM), the organic matter (OM), the crude protein (CP), the neutral detergent fiber (NDF), the acid detergent fiber (ADF), the hemicelluloses, the ether extract (EE), the total carbohydrates (TC), the non-fibrous carbohydrates (NFC), the neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN,% total N), the acid detergent insoluble nitrogen (ADIN, % total N), the pH values, the ammonia nitrogen (in percentage of the total nitrogen, N-NH₃, % total N), the lactic acid, the acetic acid, the butyric acid and the propionic acid levels were determined. As a consequence of the DSC at the elephant grass ensiling, the levels of DM, CP, EE, NFC, NDIN (% total N), ADIN (% total N), pH, lactic acid and acid propionic were increased. On the other hand, for NDF, ADF, hemicellulose, N-NH₃ (% total N) and butyric acid, there was a decreasing linear effect. The DCS did not exert influence on the TC and acetic acid silages levels. One concludes that the DCS should be ensiled with the elephant grass, as it increased the CP and CNF levels and reduced the NDF and ADF levels, beyond improving the silages fermentation pattern. But, the elevation of the ADIN and the NDIN levels can intervene on the N availability to the animal, with consequences to is dry matter intake.

INTRODUÇÃO

O uso de silagens pode ser uma alternativa para elevar a oferta de alimento, principalmente no período seco, reduzindo os efeitos da estacionalidade da produção vegetal na produção animal. Dentre as gramíneas tropicais o capim-elefante vem se destacando para produção de silagem devido sua elevada produtividade. Contudo, em estágio de maturação seu teor de matéria seca aumenta, ocorrendo redução drástica do valor nutritivo. Desta forma, deve ser observado o equilíbrio nutritivo, que ocorre aos 50 a 60 dias de rebrota (LAVEZZO, 1985).

De acordo com Vilela (1998), a qualidade de uma silagem é determinada por meio da eficácia do seu processo fermentativo, como o valor de pH e a concentração de ácidos orgânicos e nitrogênio amoniacal.

Para se obter sucesso na conservação de forragem na forma de silagem, é necessário observar o teor de matéria seca adequado a um bom padrão de fermentação, que deve estar em torno de 28 a 34% (McCULLOUGH, 1977); a concentração de carboidratos solúveis, que segundo Woolford (1984) os teores mínimos para o estabelecimento e crescimento de bactérias do gênero *Lactobacillus*, responsáveis pela estabilidade do pH e conseqüentemente melhor qualidade da massa ensilada, estão na faixa de 8 a 10% da matéria seca; e o poder tampão das forrageiras, que quando elevado necessita de maior quantidade de ácido láctico para reduzir o pH a valores adequados (3,8 a 4,2) (McDONALD, 1981; LAVEZZO, 1985).

Em contrapartida, o excesso de umidade do capim-elefante nesta fase é o principal limitante para ensilagem, pois favorece a baixa pressão osmótica (VILELA, 1998), proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, e acarretando perdas significativas na qualidade da silagem (McDONALD, 1981).

Assim, vários aditivos têm sido testados com a finalidade de melhorar o processo fermentativo e a qualidade da silagem do capim-elefante.

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é de origem brasileira, encontrado em várias estados do Nordeste (SILVA, 1993). Os principais estados produtores de caju são Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo responsáveis por 88% da

produção nacional de castanha de caju (VASCONCELOS et al., 2002). Os principais produtos da cultura de caju são a castanha, que representa 10% do peso do caju, e o pedúnculo, que representa 90%. Segundo Holanda et al. (1996), o pedúnculo de caju pode ser consumido pelos animais fresco, seco e como subproduto da extração do suco.

A produção de pedúnculos de caju no Nordeste é de aproximadamente 1 milhão de toneladas por ano (HOLANDA et al., 1996), sendo o pedúnculo de caju pouco aproveitado pelos produtores.

Alguns trabalhos relatam a utilização do bagaço de caju como aditivo da silagem de capim-elefante. Neiva et al. (2001) observaram aumento nos teores de proteína e decréscimo no teor de fibra da silagem de capim-elefante com adição de bagaço de caju, Ferreira et al. (2004) verificaram melhoria das características fermentativas, além de elevar o teor de proteína e redução dos teores de FDN.

Diante da disponibilidade e da possibilidade de utilização de subprodutos para elevar o teor de matéria seca da forragem de capim-elefante para ensilagem este trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar as características bromatológicas e fermentativas da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, resultando nos seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de PCD, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de PCD, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de PCD e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de PCD.

Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O pedúnculo de caju foi obtido na empresa Mossoró Agroindustrial S.A (MAISA) em Mossoró-RN, foi desidratado até atingir teor de umidade de 15%. A desidratação fez-se em estufa de circulação forçada a 45°C. Após desidratação, o PCD foi triturado em moinho com peneira de 1,0 cm de diâmetro.

Após pesagem e homogeneização do capim-elefante e PCD, o material foi compactado no interior do silo. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 16,80% de matéria seca (MS), 88,05% de matéria orgânica (MO), 5,58% de proteína bruta (PB), 76,57% de fibra em detergente neutro (FDN), 47,62% de fibra em detergente ácido (FDA), 28,95% de hemicelulose, 4,30% de extrato etéreo (EE), 78,17% de carboidratos totais (CHOT), 1,60% de carboidratos não fibrosos (CNF), 63,81% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 20,65% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O PCD apresentava 86,02% de MS, 94,80% de MO, 8,67% de PB, 31,53% de FDN, 26,48% de FDA, 5,05% de

hemicelulose, 5,29% de EE, 80,84% de CHOT, 49,31% de CNF, 64,19% de NIDN (% do N total) e 51,05% de NIDA (% do N total), com base na MS.

Após 56 dias, os silos foram abertos e retirou-se amostras de 800 g das silagens, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -10 °C para posteriores análises bromatológicas e fermentativas.

No Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm de diâmetro, para posteriores determinações da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, NIDN (% do N total), NIDA (% do N total) segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

O valor de pH foi determinado conforme Silva & Queiroz (2002) e o teor de N-NH₃ (% do N total) foi determinado seguindo metodologia desenvolvida por Vieira (1980) e Bolsen et al. (1992) e adaptada por Cândido (2000).

Para determinação dos ácidos orgânicos, foi coletado o suco das silagens utilizando-se prensa hidráulica. Coletou-se 50 mL de suco e colocou-se em recipientes contendo 10 mL de solução ortofosfórica a 25%, que após tampados foram colocados em freezer a -10 °C, para posteriores análises.

As concentrações de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) foram determinadas no Laboratório de Polímeros do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica do Centro de Ciências da UFC. Depois de descongeladas as amostras, transferiu-se aproximadamente 5 mL para tubos de centrifuga (Sigma Laboratory Centrifuges 4k15) com capacidade para 10 mL e centrifugou-se a 5.000 rpm a 10 °C, durante 15 minutos. Os ácidos orgânicos foram determinados por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo metodologia descrita por Mathew et al. (1997), filtrando-se aproximadamente 2 mL do sobrenadante de cada amostra de suco da silagem em membrana de acetato de celulose com porosidade 0,45 µm.

As análises em HPLC foram realizadas usando coluna Phenomenex, Rezex 8µm 8% H⁺, com 300 mm de comprimento e 7,8 mm de largura, solvente de solução aquosa de H₂SO₄ a 8 mM e taxa de eluição de 0,5 mL/minuto. O equipamento foi

calibrado por injeção de soluções padrões contendo 10-50 mM de ácido láctico/L, 10-60 mM de ácido acético/L, 15-150 mM de ácido propiônico e 10-50mM de ácido butírico, onde também os padrões foram filtrados em membrana de acetato de celulose com porosidade de 0,45 µm. Os picos de concentração de ácidos orgânicos das amostras do suco de silagens foram obtidos a partir das suas áreas em relação à curva de calibração para cada padrão injetado, utilizando-se *Software Origin 6.0 Professional*.

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para EE, pH, N-NH₃ (% do N total) e ácido butírico foram transformados para (1/EE), (pH^{0,5}), (1/raiz de N-NH₃) e [(ácido butírico + 1)^{0,1}] respectivamente, para se proceder a análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos às características bromatológicas e fermentativas das silagens. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotado o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os dados de composição bromatológica e equação de regressão ajustadas para silagens de capim-elefante com diferentes níveis de pedúnculo de caju desidratado (PCD).

A adição de PCD elevou os teores de MS das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de inclusão observou elevação de 0,36 pontos percentuais nos teores de MS das silagens. Ferreira et al. (2004), avaliando silagens de capim-elefante, observaram teor máximo de MS 23,75% com 18,33% de bagaço de caju, sendo semelhante ao obtido com adição de 16% de PCD (23,72% MS).

Os teores de MS obtido foram inferiores aos 28 a 34% preconizados por McCullough (1977) como ideais para uma boa conservação da silagem, sendo que mesmo as silagens tendo apresentado baixo teor de MS, o aditivo mostrou-se eficiente para produzir silagens de boa qualidade, o que pode estar associado ao elevado teor de CNF (49,31%) do PCD, tornando-se um bom substrato para as bactérias do gênero *Lactobacillus*, que produzem ácido láctico responsável pelo abaixamento rápido do pH.

A inclusão de PCD elevou os teores de MO das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de adição observou elevação de 0,21 pontos percentuais de MO na ensilagem de capim-elefante. Este aumento no teor de MO pode estar associado ao maior teor de MO do PCD (94,80%), quando comparado ao teor de MO do capim-elefante (88,05%), no momento da ensilagem.

A adição de PCD elevou os teores de PB das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de adição de PCD os teores de PB foram elevados em 0,12 pontos percentuais. Contudo, Ferreira et al. (2004), observaram efeito quadrático, obtendo teor máximo 9,55% de PB, com adição de 47,75% de bagaço de caju, teor superior ao obtido neste trabalho, o que pode estar associado ao maior nível de bagaço de caju, bem como no presente estudo foi utilizado o pedúnculo de caju (sem extração do suco) desidratado (8,67% de PB). As silagens apresentaram teores de PB entre 6 a 8%, mínimo desejado para o bom funcionamento do rúmen (VAN SOEST, 1994).

Tabela 1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de PCD					Equação de regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
MS	17,21	20,10	21,18	22,65	23,20	$\hat{Y} = 17,96 + 0,36x^{**}$	0,91	3,17
MO	88,60	88,13	89,60	89,91	89,92	$\hat{Y} = 87,15 + 0,21x^{**}$	0,79	0,70
PB	5,88	6,95	7,15	7,71	7,97	$\hat{Y} = 6,14 + 0,12x^{**}$	0,81	4,81
FDN	73,92	69,04	65,99	63,51	62,54	$\hat{Y} = 72,66 - 0,71x^{**}$	0,89	2,13
FDA	48,54	42,07	42,95	39,98	39,42	$\hat{Y} = 46,66 - 0,51x^{**}$	0,72	4,25
HCEL	25,38	26,96	23,04	23,52	23,12	$\hat{Y} = 26,00 - 0,20x^{**}$	0,40	5,58
EE	2,34	2,58	2,76	3,41	4,63	$1/EE(\hat{Y}) = 0,44 - 0,013x^{**}$	0,88	8,08
CHOT	78,39	78,60	79,70	78,79	77,32	$\hat{Y} = 78,56 \pm 0,53$	-	0,67
CNF	4,46	9,56	13,70	15,28	14,78	$\hat{Y} = 6,28 + 0,66x^{**}$	0,79	17,14
NIDN (% N total)	35,62	37,98	44,38	45,33	48,64	$\hat{Y} = 35,71 + 0,83x^{**}$	0,80	5,70
NIDA (% N total)	18,26	18,02	24,72	27,17	29,63	$\hat{Y} = 17,18 + 0,80x^{**}$	0,83	8,85

**1% de probabilidade.

Verificou-se efeito linear decrescente ($P < 0,01$) para teores de FDN e FDA da silagem de capim-elefante, a uma taxa de 0,71 e 0,51 unidades percentuais, respectivamente, para cada 1% de incremento na adição do PCD à silagem.

A redução no teor de FDN de 0,71 pontos percentuais para cada 1% de PCD pode estar associada ao menor teor de FDN (31,53%) do PCD, enquanto Ferreira et al. (2004), obtiveram redução de apenas 0,14 pontos percentuais para cada 1% de inclusão de subproduto da indústria do suco de caju, onde o teor de FDN do bagaço de caju era de 65,5%. Uma possível explicação é que neste estudo foi usado o pedúnculo de caju, o qual apresentou elevado teor de CNF (49,31%) e,

consequentemente, a adição nas silagens reduziu os constituintes da parede celular das mesmas.

A redução no teor de FDA é justificada pelo teor de FDA do PCD (26,48%) ser inferior ao do capim-elefante (47,62%) no momento da ensilagem. A silagem com 0% de PCD apresentou maior teor de FDA (46,66%), valor próximo aos obtidos para FDA da silagem exclusiva de capim-elefante por Ferrari Júnior & Lavezzo (2001); Ferreira et al. (2004), de 48,26 e 47,96%, respectivamente.

A adição de níveis crescentes de PCD provocou redução de 0,20 pontos percentuais nos teores de hemicelulose para cada 1% de adição do aditivo, que pode estar associado ao menor teor de hemicelulose do PCD (5,05%) quando comparado ao do capim-elefante (28,95%) no momento da ensilagem, bem como a hemicelulose pode ser utilizada pelas bactérias fermentativas no processo de ensilagem (McDONALD, 1981; CRESTANA et al., 2001).

Verificou-se efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de adição de PCD sobre os teores de EE das silagens. A cada 1% de adição de PCD ocorreu elevação de 0,13 pontos percentuais nos teores de EE das silagens, devido ao maior teor de EE do PCD (5,29%) em relação ao capim-elefante (4,30%).

A adição de PCD não alterou os teores de CHOT das silagens ($P > 0,05$), obtendo teor médio de 78,56%. O que pode ser explicado pelo teor de CHOT do PCD (80,84%) ser próximo ao do capim-elefante (78,17%), de modo a não interferir nos teores de CHOT das silagens, até o nível utilizado.

A adição de PCD elevou os teores de CNF das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de inclusão observou elevação de 0,66 pontos percentuais nos teores de CNF. A adição do PCD fez com que os teores de CNF elevassem de 6,28 no nível de 0% para 16,84% no nível de 16% de PCD, representando um acréscimo de 10,56 unidades percentuais. Esse resultado pode ser atribuído ao maior teor de CNF do PCD (49,31%) em relação ao do capim-elefante (1,60%), no momento da ensilagem. Outro fator que também pode ter contribuído para elevar os CNF das silagens é a quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente hemicelulose (TOSI et al., 1999).

O elevado teor de CNF do PCD possivelmente contribuiu para melhorar as características fermentativas das silagens, diminuindo pH, N-NH₃ (% do N total) e

ácido butírico do material ensilado, conseqüentemente, melhorou o valor nutritivo, reduzindo os constituintes da parede celular.

Os valores de NIDN (% do N total) das silagens foram influenciados pela adição do PCD. Observou-se aumento de 0,83 pontos percentuais do NIDN (% do N total) para cada 1% de adição do PCD à silagem. Apesar de se observar teores de NIDN (% do N total) do capim-elefante (63,81%) e do PCD (64,19%) semelhantes, os teores de NIDN (% do N total) foram reduzidos durante o processo de ensilagem, o que provavelmente pode ter decorrido das enzimas produzidas no processo de ensilagem agirem sobre o nitrogênio ligado aos constituintes da parede celular.

Verificou-se efeito linear ($P < 0,01$) dos níveis de PCD sobre os teores de NIDA (% do N total) das silagens. O PCD apresentou maior teor de NIDA (% do N total) (51,05%) em relação ao capim-elefante (20,65%) no momento da ensilagem. Desta forma, elevaram de forma linear os teores de NIDA (% do N total) das silagens. A cada 1% de adição de PCD os teores de NIDA (% do N total) das silagens foram elevados em 0,80 pontos percentuais.

Os dados referentes a valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico das silagens contendo diferentes níveis de PCD, estão apresentados na Tabela 2.

A adição de PCD promoveu redução do valor de pH ($P < 0,01$). Para cada 1% de inclusão de PCD proporcionou redução de 0,03 unidades no valor de pH das silagens.

Resultados diferentes foram obtidos por Ferreira et al. (2004), com valor mínimo de pH igual a 4,17 com a adição de 36,76% de bagaço de caju em silagens de capim-elefante, possivelmente devido os autores terem trabalhado com o bagaço de caju desidratado e na presente pesquisa foi o pedúnculo de caju desidratado.

Os teores de $N-NH_3$ (% do N total) diminuiram linearmente ($P < 0,01$) com a adição dos níveis crescentes de PCD nas silagens. Para cada 1% de adição do aditivo provocou redução de 1,02 pontos percentuais nos teores de $N-NH_3$ (% do N total). Elevados teores de $N-NH_3$ (% do N total) ($> 12\%$) está associado ao desdobramento de proteína e é indicativo de silagem de baixa qualidade (McDONALD, 1981), sendo evidenciado proteólise na silagem com até 3% de aditivo, que pode estar relacionado ao baixo teor de MS (19,04%). Quando o teor de

MS for baixo uma maior quantidade de carboidratos solúveis é necessário para produção de ácido láctico e obter silagem com baixo valor de pH. Apesar do valor de pH estar dentro da faixa ideal, pode ter ocorrido um abaixamento lento do pH e consequentemente elevada atividade das bactérias Clostrídicas

O aditivo a partir de 3,5% de PCD foi eficiente para reduzir o teor de N-NH₃ (% N do total) (11,89%). Contudo, não foi suficiente para elevar o teor de MS a níveis considerados adequados para uma boa fermentação, situado entre 28 a 34%, segundo Mccullough (1977), o que sugere que o elevado teor de CNF do aditivo foi suficiente para promover uma rápida redução do pH e consequentemente boa fermentação da silagem. Ferreira et al. (2004) verificaram que as silagens de capim-elefante com adição de bagaço de caju reduziram os teores de N-NH₃ para níveis inferiores a 12%, com o ponto mínimo de 2,75% com adição de 44,11% de bagaço de caju.

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R²) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH, teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de PCD					Equação de regressão	R ²	CV (%)
	0	4	8	12	16			
pH	4,22	3,68	3,67	3,62	3,69	$(\text{pH}^{-0,5}) (\hat{Y}) = 0,50+0,002x^{**}$	0,35	2,59
N-NH ₃ (% N total)	23,14	9,57	6,41	3,71	3,07	$(1/\text{raiz N-NH}_3) (\hat{Y}) = 0,22+0,02x^{**}$	0,94	8,26
Lático	2,81	7,00	7,97	7,81	9,26	$\hat{Y} = 4,23+0,34x^{**}$	0,57	24,05
Acético	1,41	0,72	1,26	1,09	0,77	$\hat{Y} = 1,05 \pm 0,43$	-	17,05
Propiônico	0,63	0,70	0,97	2,17	4,53	$\hat{Y} = -0,06+0,23x^{**}$	0,64	55,78
Butírico	0,74	0,00	0,00	0,00	0,00	$(AB+1)^{0,1} (\hat{Y}) = 1,03-0,003x^{**}$	0,30	2,17

**1% de probabilidade.

AA (Ácido acético), AB (Ácido butírico).

O teor de ácido láctico variou de 4,23 a 9,67% para os tratamentos 0% e 16% de PCD, respectivamente. O PCD favoreceu aumentos nos teores de ácido láctico de 0,34 pontos percentuais para cada 1% de adição de PCD. O aditivo foi eficiente para produzir a quantidade de ácido láctico necessário para reduzir rapidamente o pH do material ensilado.

O PCD não influenciou no teor de ácido acético das silagens, ficando a média de $1,05 \pm 0,43\%$, valor este abaixo do máximo permitido de 2% para considerar uma silagem de boa qualidade, segundo Roth & Undersander (1995).

Para cada 1% de adição do PCD na ensilagem de capim-elefante ocorreu elevação de 0,23 pontos percentuais de ácido propiônico na silagem. Todas as silagens apresentaram teor de ácido propiônico acima do limite (0,5%) sugerido por Roth & Undersander (1995). Na silagem com até 7% de PCD o elevado teor de ácido propiônico pode ser explicado pela possível ocorrência de fermentações Clostrídicas, devido à presença de ácido butírico. Nas demais silagens, o ácido propiônico pode ter sido proveniente do PCD e ter tido a função do aditivo ácido propiônico, que de acordo com McDonald (1981) pode ter contribuído na redução do teor de $N-NH_3$ (% do N total) e melhorando a fermentação láctica das silagens.

Enquanto o ácido butírico foi reduzido em 0,03 pontos percentuais a cada 1% de adição do PCD. A partir do nível de 7%, o PCD foi eficiente para reduzir o teor de ácido butírico das silagens a 0,09%, que segundo McDonald (1981) e Roth & Undersander (1995), teor superior a 0,1% de ácido butírico é indicativo de fermentações indesejáveis, devido intensa atividade das bactérias do gênero *Clostridium* que apresentam atividade proteolítica.

CONCLUSÃO

O pedúnculo do caju desidratado pode ser ensilado com o capim-elefante, uma vez que, aumentou os teores de PB e CNF e reduziram os teores de FDN e FDA, além de melhorar o padrão de fermentação das silagens. Porém, o aumento nos teores de NIDN e NIDA pode interferir na quantidade de nitrogênio disponível para o animal e com isso interferir no consumo de MS do alimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

CRESTANA, R.F.; AGUIAR, R.N.S.; BALSALOBRE, M.A.A. et al. Efeito da fermentação na fração fibra de silagens de capim Tanzânia. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. p.354-355.

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

FERREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de caju. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

HOLANDA, J.S.; FURUSHO, I.F.; LIMA, G.F.C. et al. Perspectiva de uso de pedúnculo de caju na alimentação animal. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, Natal, 6. **Anais...** Natal: SNPA, 1996. p.155-161.

LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50 – 57, 1985.

MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. **Indian Journal of Animal Science**, v.67, n.9, p.805-807, 1997.

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, n.49, v.13, 1977, p.49-52.

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

NEIVA, J.N.M.; TEIXEIRA, M.C.; LÔBO, R.N.B. et al. Avaliação do valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum*) com diferentes níveis de subproduto de pseudofruto do caju (*Anacardium occidentale*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Piracicaba, 38. **Anais...** Piracicaba: SBZ, 2001. CD-ROM.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: **Corn Silage Production Management and Feeding**. Madison: American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

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

SILVA, V.A. **Aspectos agroeconômicos sobre a cultura do cajueiro**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1993. 124p.

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

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2 ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R.; ROGÉRIO, M.C.P. et al. **Utilização de subprodutos da indústria frutífera na alimentação de caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA-Caprinos/CE. 2002. 36p. (EMBRAPA-Caprinos. Documentos, 42).

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

VILELA, D. Aditivos para silagens de plantas de clima tropical. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 35., Botucatu, 1998. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

WOOLFORD, M.K. **The Silage Fermentation**. New York, Marcel Dekker, 1984, 350p.

CAPÍTULO IV

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E BALANÇO DE NITROGÊNIO DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM ADIÇÃO DE PEDÚNCULO DE CAJU DESIDRATADO

RESUMO

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Foram utilizados 20 ovinos machos SRD em ensaio de digestibilidade, distribuídos ao acaso nos seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com adição de 4% de pedúnculo de caju desidratado (PCD), T₃ – silagem de capim-elefante com adição de 8% de PCD, T₄ – silagem de capim-elefante com adição de 12% de PCD e T₅ – silagem de capim-elefante com adição de 16% de PCD, com base na matéria natural. Foram avaliados os consumos e digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), além do valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e do balanço de nitrogênio (BN) das silagens. O PCD não influenciou os consumos de MS, MO, FDN, FDA, CHOT e NDT expresso em %PV e g/kg^{0,75}; e nas digestibilidades da MO, PB, FDN e CHOT das silagens. A adição do PCD promoveu aumento nos consumos de PB, EE e CNF (%PV e g/kg^{0,75}) e nas digestibilidades de EE, CNF e no teor de NDT e balanço de nitrogênio. Por outro lado, a inclusão de PCD na ensilagem do capim-elefante promoveu efeito linear decrescente na digestibilidade da FDA das silagens. Conclui-se que as silagens com adição de PCD podem ser utilizadas como volumoso para ruminantes, devido à melhoria no consumo de PB, EE e CNF e digestibilidade do EE e CNF, além do valor de NDT e BN das silagens, recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural.

INTAKE AND NUTRIENTS DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH DEHYDRATED CASHEW STALK

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. Twenty male sheep without defined breed were used in a digestibility trial, randomly allocated at the following treatments: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with the addition of 4% of dehydrated cashew stalk (DCS), T3 - Elephant grass silage with 8% of DCS addition, T4 - Elephant grass silage with 12% of DCS addition and T5 - Elephant grass silage with 16% of DCS addition, on a fresh matter. The intakes and digestibilities of the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) as well as the nitrogen balance (NB) of the silages. The consumptions and digestibilities of the DM OM, CP, NDF, ADF, EE, CT, CNF and TDN had been evaluated, beyond the NB of the ensilages. DCS did not influence the DM, OM, CT and NDT intakes, expressed in %BW nor in $\text{g/kg}^{0.75}$; as well as did not influence the digestibilities of OM, CP, NDF and TC of the silages. The addition of DCS increased the CP EE and CNF (%PV and $\text{g/kg}^{0.75}$) intakes as well as the digestibilities of EE, CNF and the TDN level and the NB. On the other hand, the DCS addition at the elephant grass ensiling linearly reduced the ADF digestibility of the silages. One concludes that the elephant grass silages containing DCS should be used as roughage to ruminants, because of the improves on the CP, EE and NFC intakes and on the EE and NFC digestibilities and because of the increase in the TDN levels and NB of the silages. It should be recommended 16% of addition, on a fresh matter basis.

INTRODUÇÃO

O uso de gramíneas tropicais para produção de silagem vem sendo cada vez mais adotado na alimentação de ruminantes, principalmente como forma de armazenar o excedente de forragens do período chuvoso para minimizar os problemas da falta de alimento no período seco. O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) vem se destacando como forragem para ensilagem devido sua elevada produção de matéria seca e bom valor nutritivo.

Lavezzo (1985) afirma que a associação ideal de produtividade e qualidade do capim-elefante ocorre com 50 a 60 dias de rebrota. No entanto, segundo Ferreira (1998), com o avanço do estágio de maturação, o teor de proteína é reduzido e os constituintes da parede celular são elevados, e como consequência a digestibilidade e o consumo da forragem são reduzidos, do que resulta baixa quantidade de nutrientes disponíveis para atender as exigências de manutenção e ganho de peso do animal.

No ponto ideal de corte, o capim-elefante apresenta baixo teor de matéria seca, interferindo negativamente no processo fermentativo, resultando em baixo valor nutritivo da silagem, tornando-se necessário a utilização de aditivos como forma de melhorar a qualidade da silagem.

O caju (*Anacardium occidentale* L.) é muito cultivado no Nordeste brasileiro. Os principais estados produtores são Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, sendo responsáveis por 88% da produção nacional de castanha de caju (VASCONCELOS et al., 2002). Sendo o pedúnculo de caju pouco aproveitado pelos produtores, apesar de poder ser utilizado como aditivo após desidratado. Ferreira (2002) trabalhando com silagem de capim-elefante colhido aos 70 a 80 dias de rebrota com adição de bagaço de caju, obtiveram aumento no consumo de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, considerando o bagaço de caju como um bom aditivo para a silagem de capim-elefante.

Esta pesquisa tem como objetivo a avaliação do consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de pedúnculo de caju desidratado.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, resultando nos tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de PCD, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de PCD, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de PCD e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de PCD.

O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida, processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O pedúnculo de caju foi obtido na empresa Mossoró Agroindustrial S.A (MAISA), em Mossoró, RN, foi desidratado até que atingisse teor de umidade em torno de 15%. A desidratação fez-se em estufa de circulação forçada a 45°C. Após desidratação, o PCD foi triturado em moinho com peneira de 1,0 cm de diâmetro.

As silagens foram obtidas em 20 silos do tipo tambor plástico de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. Após a pesagem e homogeneização do capim-elefante e PCD, o material foi compactado no interior do silo. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 16,80% de matéria seca (MS), 88,05% de matéria orgânica (MO), 5,58% de proteína bruta (PB), 76,57% de fibra em detergente neutro (FDN), 47,62% de fibra em detergente ácido (FDA), 28,95% de hemicelulose, 4,30% de extrato etéreo (EE), 78,17% de carboidratos totais (CHOT), 1,60% de carboidratos não fibrosos (CNF), 63,81% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 20,65% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O PCD apresentava 86,02% de MS, 94,80% de MO, 8,67% de PB, 31,53% de FDN, 26,48% de FDA, 5,05% de hemicelulose, 5,29% de EE, 80,84% de CHOT, 49,31% de CNF, 64,19% de NIDN (% do N total) e 51,05% de NIDA (% do N total), com base na MS. Na Tabela 1 estão apresentados a composição bromatológica das silagens estudadas.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante

Variáveis (%)	Níveis de adição (%) de PCD				
	0	4	8	12	16
MS	17,21	20,10	21,18	22,65	23,20
MO	88,60	88,13	89,60	89,91	89,92
PB	5,88	6,95	7,15	7,71	7,97
FDN	73,92	69,04	65,99	63,51	62,54
FDA	48,54	42,07	42,95	39,98	39,42
HCEL	25,38	26,96	23,04	23,52	23,12
EE	2,34	2,58	2,76	3,41	4,63
CHOT	78,39	78,60	79,70	78,79	77,32
CNF	4,46	9,56	13,70	15,28	14,78
NIDN (% N total)	35,62	37,98	44,38	45,33	48,64
NIDA (% N total)	18,26	18,02	24,72	27,17	29,63

Para avaliação da digestibilidade das silagens, foram utilizados 20 carneiros machos, sem raça definida, com peso vivo médio inicial de 18,20 kg. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 4, 8, 12 e 16% de adição de PCD) e quatro repetições, sendo o animal considerado a unidade experimental. Para cada animal foi utilizada a silagem oriunda de único silo experimental. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento.

Os ovinos foram alojados em gaiolas de metabolismo, com cochos, para fornecimento de água, mistura mineral e dietas experimentais. O experimento teve duração de 17 dias, sendo 12 dias para adaptação dos animais às dietas e ao ambiente experimental e 5 dias para coleta de amostras. As silagens foram fornecidas diariamente *ad libitum* em dois períodos, manhã e tarde, sendo a

quantidade oferecida calculada diariamente, a partir do consumo do dia anterior, de modo que permitisse sobras de aproximadamente 15%.

A determinação do consumo foi realizada por meio da pesagem do alimento oferecido e sobras, durante o período de coleta de dados. Nessa ocasião, foram tomadas amostras compostas dos alimentos, sobras e fezes, que foram conservadas a -10°C para análises posteriores.

A urina foi medida pela manhã, ocasião na qual uma alíquota de 10% do total era colhida e acondicionada em frascos e conservadas a -10°C para posteriores análises. Foram adicionados nos recipientes coletores de urina, 20 mL de ácido clorídrico 1:1, visando-se evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

Foram avaliados os consumos de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT, CNF e NDT e as digestibilidades da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT e CNF, bem como o balanço de nitrogênio das silagens (SILVA & LEÃO, 1979), e o teor de NDT, segundo Sniffen et al. (1992).

Os teores de MS, MO, PB, FDN, FDA e EE foram determinados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$ e $NDT (\%) = PBD\% + FDND\% + CNFD\% + (2,25 \times EED\%)$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para consumo de PB (% PV, $g/kg^{0,75}$), CHOT(% PV, $g/kg^{0,75}$) e os de NDT(%), foram transformados para \log_{10} , enquanto os de balanço de nitrogênio (BN) foi transformando em (BN + 1) para se proceder à análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos a consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotado o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para consumo expresso em % de peso vivo (%PV) e unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) estão apresentados na Tabela 2.

O pedúnculo de caju desidratado (PCD) não influenciou o CMS expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, sendo as médias de 2,22 e 46,38, respectivamente. Apesar da ingestão de MS aumentar com o incremento do teor de MS dos alimentos (PEREIRA et al. 1993; VAN SOEST, 1994) e os teores de MS das silagens terem elevado de 17,96% no nível 0% para 23,72% no nível 16% de PCD, enquanto o teor de FDN reduziu de 72,66% no nível 0% para 61,30% no nível 16% de PCD, não contribuíram para aumentar o CMS das silagens.

De acordo com Wilkins et al. (1971), Silveira et al. (1980) e McDonald (1981) o teor de ácido acético pode limitar o consumo. O teor de ácido acético das silagens foi inferior a 2%, considerado adequado para silagens bem conservadas, portanto pode não ter influenciado o consumo de MS das silagens. Um dos fatores que pode ter contribuído para o baixo CMS pode ser o elevado teor de NIDA do subproduto (51,05%), tornando indisponível o nitrogênio para a atividade microbiana ruminal.

Ferreira (2002) avaliando o consumo de silagens de capim-elefante com adição de 0, 12, 24, 36 e 48% de bagaço de caju obteve CMS (25,44 a $36,48 \text{ g/kg}^{0,75}$) inferiores aos obtidos neste trabalho. Consumo de MS semelhante ao deste estudo foram obtidos por Bezerra et al. (1993) para silagem de milho ($45,40 \text{ g/kg}^{0,75}$).

O consumo de MO não foi influenciado pela adição de PCD na silagem de capim-elefante, apresentando média $1,96 \pm 0,35\% \text{PV}$ e $41,04 \pm 7,06 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) em função de níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de PCD					Equação de Regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
	(%PV)					(%PV)		
CMS	2,07	2,43	2,17	2,10	2,32	$\hat{Y}=2,22\pm 0,38$	-	21,84
CMO	1,77	2,12	1,94	1,88	2,09	$\hat{Y}=1,96\pm 0,35$	-	26,40
CPB	0,13	0,18	0,16	0,17	0,19	$\text{Log}_{10}(\hat{Y})=$ $-0,85+0,008x^*$	0,22	10,26
CFDN	1,52	1,62	1,39	1,28	1,40	$\hat{Y}=1,44\pm 0,26$	-	18,38
CFDA	0,97	0,96	0,90	0,78	0,87	$\hat{Y}=0,90\pm 0,17$	-	62,00
CEE	0,05	0,07	0,06	0,07	0,11	$\hat{Y}=0,05+0,003x^{**}$	0,55	19,86
CCHOT	1,59	1,88	1,71	1,64	1,78	$\hat{Y}=1,72\pm 0,30$	-	33,37
CCNF	0,07	0,25	0,31	0,36	0,38	$\text{Log}_{10}(\hat{Y})=$ $-0,97+0,04x^{**}$	0,60	30,72
CNDT	1,12	1,38	1,25	1,27	1,43	$\hat{Y}=1,29\pm 0,22$	-	64,20
	$(\text{g/kg}^{0,75})$					$(\text{g/kg}^{0,75})$		
CMS	44,11	50,49	45,29	44,67	47,33	$\hat{Y}=46,38\pm 7,83$	-	4,51
CMO	37,68	44,14	40,45	40,44	42,51	$\hat{Y}=41,04\pm 7,06$	-	4,73
CPB	2,76	3,70	3,44	3,62	3,96	$\text{Log}_{10}(\hat{Y})=$ $=0,47+0,007x^*$	0,20	14,69
CFDN	32,25	33,78	29,16	27,31	28,55	$\hat{Y}=30,21\pm 5,55$	-	18,36
CFDA	20,59	19,99	18,80	16,67	17,64	$\hat{Y}=18,74\pm 3,54$	-	18,89
CEE	1,16	1,41	1,30	1,57	2,20	$\hat{Y}=1,08+0,06x^{**}$	0,54	19,23
CCHOT	33,76	39,03	35,70	34,92	36,34	$Y=35,95\pm 6,22$	-	4,97
CCNF	1,51	5,25	6,54	7,61	7,79	$\text{Log}_{10}(\hat{Y})=$ $=0,35+0,04x^{**}$	0,59	28,63
CNDT	23,83	28,72	26,23	27,02	29,11	$\hat{Y}=26,98\pm 4,39$	-	16,27

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

A adição do PCD promoveu aumento no consumo de PB de 0,003 pontos percentuais e 0,05 g para cada 1% de adição de PCD, para os consumos expressos em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente. O incremento no consumo de PB pode está relacionado ao aumento no teor de PB das silagens de capim-elefante com a inclusão de PCD. O que é justificado pela correlação positiva entre teor de PB e consumo de PB ($R=0,61$) ($P<0,01$). Neiva et al. (2006) obtiveram aumento no

consumo de PB de $0,20 \text{ g/kg}^{0,75}$ para cada 1% de inclusão de subproduto do processamento do maracujá na silagem de capim-elefante.

Não foi verificada diferença no consumo de FDN das silagens ($P>0,05$), expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, em função da adição do PCD, obtendo-se valores médios $1,44\pm 0,26\%$ PV e $30,21\pm 5,55 \text{ g/kg}^{0,75}$. Ferreira (2002), ao avaliar a silagem de capim-elefante com 48% de bagaço de caju, obteve consumo de FDN 1,21%PV.

A adição do PCD não alterou os consumos de FDA das silagens, em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, com médias $0,90\pm 0,17 \%$ PV e $18,74\pm 3,54 \text{ g/kg}^{0,75}$.

A adição de PCD provocou elevação nos consumos de EE das silagens ($P<0,01$). Para cada 1% de adição do PCD houve elevação no consumo de EE de 0,003 pontos percentuais e $0,06 \text{ g/kg}^{0,75}$, respectivamente, para consumo de EE expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, o que se deve ao aumento do teor de EE das silagens de 2,27% no nível 0% de PCD para 4,81% no nível 16% de PCD.

A inclusão de PCD não influenciou ($P>0,05$) os consumos de CHOT das silagens, apresentando médias $1,72\pm 0,30\%$ PV e $35,95\pm 6,22 \text{ g/kg}^{0,75}$, o que pode ser explicado pelo teor de CHOT das silagens não terem sido modificados com a adição do PCD às silagens.

A adição de PCD elevou os consumos de CNF das silagens ($P<0,01$). Para cada 1% de adição de PCD ocorreu elevação de 0,02 pontos percentuais e $0,46 \text{ g/kg}^{0,75}$ nos consumos de CNF das silagens, em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente. O acréscimo no consumo de CNF pode ser explicado pelo aumento do teor de CNF de 6,28% no nível 0% de PCD para 16,84% no nível 16% de PCD nas silagens.

A adição do PCD em silagem de capim-elefante não alterou ($P>0,05$) os consumos de NDT, sendo as médias $1,29\pm 0,22\%$ PV e $26,98\pm 4,39 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Os valores médios para digestibilidade dos nutrientes e para nutrientes digestíveis totais (NDT), bem como para balanço de nitrogênio (BN), encontram-se na Tabela 3.

A digestibilidade da MS foi semelhante ($P>0,05$) entre as silagens, apresentando valor médio $61,67\pm 4,05\%$. Segundo Van Soest (1994) os constituintes da parede celular estão correlacionados negativamente com o consumo e digestibilidade dos alimentos. No entanto, a redução dos teores de FDN e FDA das silagens com a adição do PCD não influenciou na digestibilidade da MS.

Apesar do teor de CNF ter sido elevado com adição de PCD, a digestibilidade da MS não foi influenciada, sendo que outros fatores podem ter contribuído para tal resultado, como o elevado teor de NIDN e NIDA e taninos que tornam indisponível o nitrogênio para os microrganismos do rúmen.

Tabela 3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para as digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes de pedúnculo de caju desidratado (PCD) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de PCD					Equação de Regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
DMS (%)	51,28	61,53	61,14	63,03	63,39	$\hat{Y} = 61,67 \pm 4,05$	-	6,56
DMO (%)	60,71	63,74	63,47	65,74	65,28	$\hat{Y} = 63,79 \pm 3,92$	-	6,15
DPB (%)	46,90	41,82	40,25	40,78	42,02	$\hat{Y} = 42,35 \pm 6,71$	-	15,85
DFDN (%)	61,11	60,81	57,51	57,69	57,70	$\hat{Y} = 58,97 \pm 5,07$	-	8,60
DFDA (%)	56,96	50,37	50,96	47,41	46,83	$\hat{Y} = 55,15 - 0,58x^*$	0,27	10,35
DEE (%)	39,37	39,33	43,89	53,45	66,39	$\hat{Y} = 34,85 + 1,70x^{**}$	0,33	27,30
DCHOT (%)	62,57	66,67	66,41	68,86	67,67	$\hat{Y} = 66,44 \pm 3,88$	-	5,85
DCNF (%)	89,25	100,00	100,00	100,00	100,00	$\hat{Y} = 95,61 + 0,87x^*$	0,25	7,86
NDT (%)	54,06	57,21	58,13	60,52	61,90	$\text{Log}_{10}(\hat{Y}) = 1,74 + 0,003x^{**}$	0,38	1,39
BN (g/dia)	-0,11	0,43	0,67	0,96	1,04	$(\text{BN}+1)(\hat{Y}) = 1,03 + 0,07x^{**}$	0,33	34,72

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

A digestibilidade da MS das silagens de capim-elefante foi superior às obtidas por Mizubuti et al. (2002) para silagem de milho (55,87%) e sorgo (48,50%); por Souza et al. (2003) para silagem de sorgo (55,34%) e semelhante à silagem de capim-elefante com adição de rolão de milho nos níveis 0, 8, 16 e 24% (61,19%) (ANDRADE & LAVEZZO, 1998).

A adição do PCD à silagem de capim-elefante não influenciou ($P > 0,05$) a digestibilidade da MO, com média $63,79 \pm 3,92\%$. Resultados inferiores para digestibilidade da MO para silagens de sorgo (57,20%) foram obtidos por Souza et al. (2003).

A digestibilidade da PB não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) entre as silagens com adição de PCD, apresentando média $42,35\pm 6,71\%$. A baixa digestibilidade da PB das silagens com adição do PCD pode estar relacionada ao elevado teor de NIDA do PCD. De acordo com Van Soest (1994) aumento nos teores de NIDA promove diminuição acentuada na digestibilidade da proteína, tornando o nitrogênio indisponível para os microrganismos do rúmen.

Ferreira (2002) também obtiveram baixa digestibilidade da PB na silagem de capim-elefante com adição de níveis crescentes de bagaço de caju (0, 12, 24, 36 e 48%) apresentando maior digestibilidade da PB para o nível de 36% de bagaço de caju, que foi de 29,70%, valor inferior ao obtido neste trabalho.

Não houve diferença na digestibilidade da FDN ($P>0,05$) entre as silagens com a inclusão de PCD, com média $58,97\pm 5,07\%$. Resultados inferiores foram obtidos por Andrade & Lavezzo (1998) para silagem de capim-elefante com 0, 8, 16 e 24% de adição de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, apresentando médias de 48,28; 44,46 e 48,02%, respectivamente. Bezerra et al. (1993) obtiveram digestibilidade da FDN para silagem de milho de 68,00%, valor este superior ao obtido nesta pesquisa para silagem de capim-elefante com adição de PCD.

A inclusão de PCD na silagem de capim-elefante promoveu efeito linear decrescente ($P<0,01$) para digestibilidade da FDA. Para cada 1% de adição de PCD houve redução de 0,58 pontos percentuais na digestibilidade da FDA das silagens. A FDA é composta por celulose e lignina, como a lignina é menos digestível, sugere que o teor de lignina é mais elevado nas silagens com adição de PCD, que segundo Ferreira (2002), o teor de lignina aumentou com a adição de subproduto da agroindústria do caju.

Andrade & Lavezzo (1998) ao avaliarem a silagem de capim-elefante com níveis crescentes (0, 8, 16 e 24%) de sacharina, farelo de trigo e rolão de milho, obtiveram redução na digestibilidade dos componentes da parede celular.

A adição do PCD na silagem de capim-elefante promoveu aumento ($P<0,01$) na digestibilidade do EE. Para cada 1% de inclusão de PCD na ensilagem de capim-elefante ocorreu elevação de 1,70 pontos percentuais na digestibilidade do EE.

A digestibilidade dos CHOT das silagens não foi influenciada pela adição do PCD ($P>0,05$), apresentando média $66,44\pm 3,88\%$. Souza et al. (2003) trabalhando com híbridos de sorgo, observaram menor digestibilidade do CHOT (57,84%).

A adição do PCD à silagem de capim-elefante promoveu aumento na digestibilidade dos CNF de 0,87 pontos percentuais para cada 1% de inclusão de PCD, indicando que a adição do PCD melhorou a qualidade da silagem de capim-elefante. Os CNF são de fácil fermentação ruminal, o que permite maior aporte energético no rúmen.

Para os valores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi observado efeito linear crescente ($P < 0,01$) com a inclusão do PCD. Para cada 1% de adição de PCD ocorreu elevação de 0,40 pontos percentuais. O que pode ser explicado pela correlação positiva entre teor de MO e valor de NDT ($R = 0,56$) e entre digestibilidade da MO e valor de NDT ($R = 0,95$) ($P < 0,01$).

Ferreira (2002), para silagem de capim-elefante com inclusão de bagaço de caju obteve valor de NDT 45,92% no nível de 36% de bagaço de caju, resultado este inferior aos desta pesquisa.

Verificou-se efeito linear crescente para balanço de nitrogênio (BN) das silagens, com aumento de 0,07 g/dia no nitrogênio retido a cada 1% de adição do PCD. Este comportamento decorre do incremento verificado para a ingestão de PB das silagens com PCD. A partir de 1% de adição de PCD o BN foi positivo, indicando que as silagens com aditivo suprem as necessidades protéicas de ovinos em manutenção. Ferreira (2002), ao avaliar a silagem de capim-elefante com adição de bagaço de caju nos níveis 0, 12, 24, 36 e 48%, obteve BN positivo em todos os tratamentos estudados.

CONCLUSÃO

As silagens com adição de pedúnculo de caju desidratado podem ser utilizadas como volumoso para ruminantes, devido melhoria no consumo de PB, EE e CNF e digestibilidade do EE e CNF, além do valor de NDT e BN das silagens. Recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural do capim.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. III. Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.2015-2023, 1998.

BEZERRA, E.S.; TIESENHAUSEN, I.M.E. V.V.; OLIVEIRA, A.I.G. et al. Valor nutricional das silagens de milho, milho associado com sorgo e rebrotas de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.6, p.1044-1053, 1993.

FERREIRA, A.C.H. **Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos das indústrias do suco de caju**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2002.

FERREIRA, J.J. Alternativas de suplementação e valor nutritivo do capim-elefante sob pastejo rotacionado. **Informe Agropecuário**, v.19, n.192, p.66-72, 1998.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.

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

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.267-272, 2002.

NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, N.M.R. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006.

PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; GOMIDE, J.A. et al. Produtividade de uma variedade de milho (*Zea mays* L.) e de três variedades de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e o valor nutritivo de suas silagens. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.22, n.1, p.31-38, 1993.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba: Livro CERES, 1979. 380p.

SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA FILHO, S.; et al. Consumo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.306-320, 1980.

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

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; MORAES, S.A. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, V.R.; LEITE, E.R.; ROGÉRIO, M.C.P. et al. **Utilização de subprodutos da indústria frutífera na alimentação de caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA-Caprinos/CE. 2002. 36p. (EMBRAPA-Caprinos. Documentos, 42).

WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F. et al. The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. **Journal of Agricultural Science**, v.77, n.3, p.531-537, 1971.

CAPÍTULO V

CARACTERÍSTICAS BROMATOLÓGICAS E FERMENTATIVAS DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM ADIÇÃO DE SUBPRODUTO DA MANGA

RESUMO

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Avaliaram-se as características bromatológicas e fermentativas das silagens de capim-elefante contendo níveis crescentes de subproduto do processamento da manga (SPM). Foram testados os seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPM, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPM, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPM e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPM, com base na matéria natural. Utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico. Observou-se efeito linear crescente quando da adição do SPM para MS, MO, PB, EE, CNF, NIDN (% do N total), ácido láctico e propiônico. Já para FDN, FDA, hemicelulose, pH e N-NH₃ (% do N total), verificaram-se efeito linear decrescente quando da adição do SPM. Enquanto, Para ácido acético e butírico houve efeito quadrático e para CHOT e NIDA (% do N total) não foi verificada diferença significativa entre as silagens. Conclui-se que o SPM pode ser ensilado com o capim-elefante, devido aumentar os teores de MO, PB, EE e CNF e reduzir os teores de FDN e FDA das silagens. Porém, até o nível de 8,6% de SPM apresentou elevado teor de nitrogênio amoniacal, indicativo de silagem de baixa qualidade.

CHEMICAL AND FERMENTATIVE CHARACTERISTICS OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH MANGO BY-PRODUCT

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. The chemical and fermentative characteristics elephant grass silages with increasing levels of mango by-product (MB) addition at ensiling were evaluated. The following treatments were used: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with 4% of MB, T3 - Elephant grass silage with 8% of MB, T4 - Elephant grass silage with 12% of MB and T5 - Elephant grass silage with 16% of MB, on a natural matter basis. A randomized completely design with four replicates was adopted. As experimental silos, plastic drums of 210 L were used. The dry matter (DM), the organic matter (OM), the crude protein (CP), the neutral detergent fiber (NDF), the acid detergent fiber (ADF), the hemicelluloses, the ether extract (EE), the total carbohydrates (TC), the non-fibrous carbohydrates (NFC), the neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN, % total N), the acid detergent insoluble nitrogen (ADIN, % total N), the pH values, the ammonia nitrogen (in percentage of the total nitrogen, N-NH₃, % total N), the lactic acid, the acetic acid, the butyric acid and the propionic acid levels were determined. A linear increasing effect of MB addition was observed on the DM, OM, CP, EE, NFC, NDIN (% total N), lactic acid and propionic acid levels. On the other hand, a decreasing linear effect was verified to NDF, ADF, hemicellulose, pH and N-NH₃ (% total N) levels. In regard to acetic and butyric acids. Also, there was no significant difference among silages in relation to the TC and ADIN (% total N) levels. One concludes that the MB should be ensiled with elephant grass, as it increased the OM, CP, EE and NFC levels and decreased the silages NDF and ADF levels. However, up to 8.6% of addition, a high N ammonia level was observed, indicating silages of inferior quality.

INTRODUÇÃO

A estacionalidade da produção de forragem, caracterizada por um período de estiagem em que a forragem disponível não atende quantitativamente nem qualitativamente as necessidades nutricionais dos animais, tem levado os pecuaristas a introduzir práticas de conservação de forragem nas fazendas como forma de suprir a demanda de forragem durante o ano todo.

A utilização de silagem vem crescendo na preferência de produtores devido à necessidade da pecuária se tornar competitiva, com redução de custos e aumento da produtividade. A ensilagem bem conduzida contribui para minimizar os baixos índices produtivos da pecuária regional favorecendo um manejo racional dos rebanhos do Nordeste Brasileiro (LIMA & MACIEL, 1998).

O capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) vem se destacando para ensilagem, devido principalmente a elevada produtividade, que segundo Moura (1992) e Faria (1994) é de 80 t MS/ha x ano, quando bem manejado. À medida que a planta se desenvolve, a produção de matéria seca aumenta, contudo o valor nutritivo decresce. Assim, a ensilagem é recomendada quando ocorre elevada produtividade por área e um bom valor nutritivo, o que segundo Lavezzo (1985) e Patel et al. (1967) se verifica quando o capim-elefante é colhido aos 50 a 60 dias de rebrota. Portanto, esta gramínea apresenta como fator limitante o baixo teor de matéria seca, em torno de 18 a 20%. O teor de matéria seca é um fator determinante para se obter silagem com bom padrão de fermentação, que segundo Mccullough (1977) teores ideais devem estar em torno de 28 a 34% de MS.

O uso de aditivos na ensilagem altera a fermentação, favorecendo a preservação da silagem, além de elevar seu valor nutritivo (VAN SOEST, 1994).

Com o crescimento da fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro, vários subprodutos da agroindústria têm sido testados como aditivos de silagem, como é o caso da manga. Após a extração da polpa da manga, 69,4% são subprodutos que depois de desidratados podem ser utilizados como aditivo de silagem.

Diante da necessidade de se elevar o teor de matéria seca da forragem de capim-elefante para ensilagem, o subproduto do processamento da manga após desidratado pode ser adicionado, a fim de contribuir para a elevação do teor de matéria seca das silagens produzidas. Este trabalho teve como objetivo avaliar as

características bromatológicas e fermentativas da silagem de capim-elefante com adição de subproduto do processamento da manga.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição de subproduto do processamento da manga (SPM) na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, resultando nos tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPM, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPM, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPM e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPM.

Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições. Como silos experimentais, foram utilizados tambores plásticos de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida, processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O SPM foi obtido na empresa Mossoró Agroindustrial S.A (MAISA), em Mossoró-RN, proveniente da fabricação de sucos, composto por cascas e caroços, foi desidratado ao sol, até atingir teor de umidade 10%. Após desidratação, o SPM foi triturado em moinho com peneira de 1,0 cm de diâmetro.

Após pesagem e homogeneização do capim-elefante e SPM, o material foi compactado no interior do silo. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 19,43% de matéria seca (MS), 87,81% de matéria orgânica (MO), 5,39% de proteína bruta (PB), 77,41% de fibra em detergente neutro (FDN), 48,04% de fibra em detergente ácido (FDA), 29,37% de hemicelulose, 3,78% de extrato etéreo (EE), 78,64% de carboidratos totais (CHOT), 1,23% de carboidrato não fibroso (CNF), 45,38% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 14,89% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O SPM apresentava 94,60% de MS, 94,34% de MO, 6,09% de PB, 61,20% de FDN, 35,15% de FDA, 26,05% de

hemicelulose, 5,76% de EE, 82,49% de CHOT, 21,29% de CNF, 55,87% de NIDN (% do N total) e 20,66% de NIDA (% do N total), com base na MS.

Após 58 dias, os silos foram abertos e retirou-se amostras de 800 g das silagens, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a -10 °C para posteriores análises bromatológicas e fermentativas.

No Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFC, as amostras foram submetidas à pré-secagem em estufa de circulação forçada de ar a 55 °C e moídas em moinho com peneira de malha de 1mm de diâmetro, para posteriores determinações de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, NIDN (% do N total), NIDA (% do N total), segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $CHOT (\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%cinzas)$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

O valor de pH foi determinado conforme Silva & Queiroz (2002) e o teor de N-NH₃ (% do N total) foi determinado seguindo metodologia desenvolvida por Vieira (1980) e Bolsen et al. (1992) e adaptada por Cândido (2000).

Para determinação dos ácidos orgânicos, foi coletado o suco das silagens utilizando-se prensa hidráulica. Coletou-se 50 mL de suco e colocou-se em recipientes contendo 10 mL de solução ortofosfórica a 25%, que após tampados foram colocados em freezer a -10 °C, para posteriores análises.

As concentrações de ácidos orgânicos (lático, acético, propiônico e butírico) foram determinadas no Laboratório de Polímeros do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica do Centro de Ciências da UFC. Depois de descongeladas as amostras, transferiu-se aproximadamente 5 mL para tubos de centrifuga (Sigma Laboratory Centrifuges 4k15) com capacidade para 10 mL e centrifugou-se a 5.000 rpm a 10 °C, durante 15 minutos. Os ácidos orgânicos foram determinados por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo metodologia descrita por Mathew et al. (1997), filtrando-se aproximadamente 2 mL do sobrenadante de cada amostra de suco da silagem em membrana de acetato de celulose com porosidade 0,45 µm.

As análises em HPLC foram realizadas usando coluna Phenomenex, Rezex 8µm 8% H⁺, com 300 mm de comprimento e 7,8 mm de largura, solvente de solução aquosa de H₂SO₄ a 8 mM e taxa de eluição de 0,5 mL/minuto. O equipamento foi

calibrado por injeção de soluções padrões contendo 10-50 mM de ácido láctico/L, 10-60 mM de ácido acético/L, 15-150 mM de ácido propiônico e 10-50mM de ácido butírico, onde também os padrões foram filtrados em membrana de acetato de celulose com porosidade de 0,45 μm . Os picos de concentração de ácidos orgânicos das amostras do suco de silagens foram obtidos a partir das suas áreas em relação à curva de calibração para cada padrão injetado, utilizando-se *Software Origin 6.0 Professional*.

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para EE, N-NH₃ (% do N total), ácido butírico e ácido propiônico foram transformados para (EE²), (Log₁₀ N-NH₃), (ácido butírico + 1) e (ácido propiônico + 1), respectivamente, para se proceder a análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos às características bromatológicas e fermentativas das silagens. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotado o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à composição bromatológica das silagens de capim-elefante com adição de níveis crescentes do subproduto do processamento da manga (SPM) encontram-se na Tabela 1.

A adição de SPM elevou os teores de MS das silagens ($P < 0,01$). Ocorreu elevação no teor de MS de 0,49 pontos percentuais a cada 1% de adição de SPM. Gonçalves et al. (2004) observaram elevações de 0,50 pontos percentuais para cada 1% de adição de subproduto da goiaba em silagem de capim-elefante, valor este próximo ao SPM. Enquanto, Pompeu et al. (2006) trabalhando com níveis crescentes de subproduto do abacaxi em silagens de capim-elefante encontraram aumento no teor de MS de 0,71 pontos percentuais para cada 1% do subproduto.

O teor de MS ideal para que não ocorram fermentações indesejáveis está na faixa de 28 a 34% (McCULLOUGH, 1977), apesar de que até o nível de 16% de SPM ficou abaixo desta faixa (27,02%).

Verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,01$) para os teores de MO das silagens, havendo acréscimo de 0,21 pontos percentuais para cada 1% de adição de SPM, que pode estar associado ao maior teor de MO (94,34%) do SPM em relação ao capim-elefante (87,81%) no momento da ensilagem. Aumento da MO semelhante (0,22 pontos percentuais) foi obtido por Andrade & Lavezzo (1998) quando trabalhou com o aditivo rolão de milho nos níveis de 0, 8, 16 e 24% em silagens de capim-elefante.

Observou-se aumento nos teores de PB quando se adicionou o SPM ($P < 0,01$). A cada 1% de adição do SPM foi proporcionado elevação de 0,06 pontos percentuais nos teores de PB das silagens. Apesar de ter ocorrido este aumento, o teor de PB das silagens não foi suficiente para elevar ao teor mínimo de 7%, desejado para o bom funcionamento do rúmen, o que pode ser explicado pelo baixo teor de PB do SPM (6,09%).

Tabela 1. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total) em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPM					Equação de regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
MS	18,97	22,12	22,73	23,60	27,98	$\hat{Y} = 19,18 + 0,49x^{**}$	0,71	7,80
MO	86,89	87,60	88,99	89,72	89,99	$\hat{Y} = 86,97 + 0,21x^{**}$	0,83	0,62
PB	5,16	5,61	5,73	6,13	6,21	$\hat{Y} = 5,24 + 0,06x^{**}$	0,82	3,08
FDN	74,25	73,17	70,87	67,21	65,77	$\hat{Y} = 74,84 - 0,57x^{**}$	0,86	1,87
FDA	48,89	48,36	47,13	45,08	43,12	$\hat{Y} = 49,48 - 0,37x^{**}$	0,88	1,66
HCEL	25,36	24,80	23,74	22,13	22,65	$\hat{Y} = 25,36 - 0,20x^{**}$	0,52	4,64
EE	2,80	3,42	4,05	4,78	5,78	$(EE^2) (\hat{Y}) = 0,12 - 0,006x^{**}$	0,92	14,12
CHOT	78,93	78,56	79,21	78,81	77,85	$\hat{Y} = 78,67 \pm 0,64$	-	0,81
CNF	4,67	5,39	8,34	11,60	12,08	$\hat{Y} = 4,21 + 0,52x^{**}$	0,82	16,69
NIDN (% N total)	35,43	41,04	43,25	39,15	43,96	$\hat{Y} = 37,53 + 0,38x^{**}$	0,31	7,65
NIDA (% N total)	21,80	22,38	22,69	21,84	21,46	$\hat{Y} = 22,03 \pm 1,19$	-	5,38

**1% de probabilidade.

Os teores de FDN reduziram linearmente ($P < 0,01$) com a adição do SPM. Para cada 1% de adição de SPM diminuiu 0,57 pontos percentuais de FDN das silagens, que pode ser explicado pelo menor teor de FDN (61,20%) do SPM, quando comparado ao do capim-elefante (77,41%). A redução da FDN com a adição de SPM nas silagens de capim-elefante pode melhorar o consumo de MS das silagens, visto que, decréscimos nos teores de FDN da ração melhora a ingestão de MS (RESENDE et al., 1994).

Os teores de FDA e hemicelulose decresceram linearmente ($P < 0,01$) com a adição de SPM. A cada 1% de adição de SPM os teores de FDA e hemicelulose das silagens foram reduzidos em 0,37 e 0,20 pontos percentuais, respectivamente.

Sá et al. (2004) e Gonçalves et al. (2006) trabalhando com silagens de capim-elefante com adição dos subprodutos do processamento da manga e urucum, observaram reduções no teor de FDA de 0,24 e 0,81 pontos percentuais para cada 1% de adição de subprodutos da manga e urucum, respectivamente.

Houve elevação ($P < 0,01$) de 0,18 pontos percentuais no teor de EE das silagens para cada 1% de adição de SPM, o que pode estar associado em parte ao maior teor de EE (5,76%) do SPM. Os teores de EE das silagens foram superestimados, apesar da maior concentração de EE do SPM. Resultados semelhantes foram obtidos por Andrade & Lavezzo (1998), que obtiveram elevação no teor de EE das silagens devido parte dos ácidos orgânicos serem extraídos na análise de EE.

Não foram verificadas diferenças ($P > 0,05$) nos teores de CHOT das silagens em função do nível de adição do SPM, obtendo valor médio de 78,67%. Apesar do teor de CHOT do SPM (82,49%) ser superior ao do capim-elefante (78,64%) no momento da ensilagem, observou-se que até o nível estudado não alterou os teores de CHOT das silagens. O que é justificado pelo fato de que parte dos carboidratos solúveis serem utilizados pelas bactérias lácticas.

Já para CNF houve aumento ($P < 0,01$) de 0,52 pontos percentuais para cada 1% de SPM, o que pode estar associado ao maior teor de CNF (21,29%) do SPM. O elevado teor de CNF das silagens pode estar também associado à quebra de ligações químicas dos carboidratos estruturais, principalmente hemicelulose (TOSI et al., 1999). Os CNF podem servir de substrato para as bactérias do gênero *Lactobacillus* para melhorar a fermentação da silagem, assim como pode aumentar o consumo, a digestibilidade e a densidade energética da silagem.

Observou-se aumento linear ($P < 0,01$) nos teores de NIDN (% do N total) quando foi adicionado o SPM nas silagens, estimando-se aumento de 0,38 pontos percentuais para cada 1% de adição de SPM, o que pode ser explicado pelo maior teor de NIDN (% do N total) do SPM (55,87%) em relação ao capim-elefante (45,38%) no momento da ensilagem. Entretanto, os teores de NIDN (% do N total)

das silagens foram inferiores aos teores de NIDN (% do N total) do SPM e do capim-elefante, o que pode estar relacionado às enzimas produzidas durante a ensilagem agir sobre o nitrogênio ligado à FDN.

Não foram verificadas variações ($P > 0,05$) nos teores de NIDA (% do N total) nas silagens de capim-elefante com adição de SPM, sendo o teor médio de 22,03%. Apesar de se observar teores diferentes do NIDA (% do N total) do SPM (20,66%) e do capim-elefante (14,89%) no momento da ensilagem, os valores de NIDA (% do N total) das silagens foram superiores ao do SPM e do capim-elefante, o que comprova problema de aquecimento das silagens. O aquecimento em silagens promove acentuada redução na digestibilidade da proteína, devido aumento nos teores de NIDA (% do N total), que é indisponível para os microrganismos do rúmen (VAN SOEST, 1994).

Na Tabela 2, encontram-se os valores de pH e teores de nitrogênio amoniacal (N-NH_3 , % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico das silagens de capim-elefante contendo diferentes níveis de SPM.

O valor de pH foi influenciado pelos níveis de adição de SPM. O incremento de 1% de SPM proporcionou redução de 0,01 unidades no valor de pH das silagens. O pH das silagens é considerado adequado a uma boa fermentação, sendo que o valor de pH é um parâmetro de pouca importância quando avaliado isoladamente, pois para uma silagem ser considerada de boa qualidade necessita que ocorra um abaixamento rápido do pH, de modo a não elevar os teores de N-NH_3 (% do N total), assim como de ácido butírico.

Para o teor de N-NH_3 (% do N total) houve redução de 0,91 pontos percentuais para cada 1% de adição do SPM. Teores de N-NH_3 (% do N total) superiores a 12% (McDONALD, 1981) é indicativo de degradação da proteína, ocasionando perdas de nutrientes e produção de silagem de baixa qualidade. Apesar do valor de pH das silagens terem sido adequados, o N-NH_3 (% do N total) das silagens com nível de até 8,6% de SPM foram superiores a 12%.

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para valores de pH, teores de nitrogênio amoniacal em porcentagem do nitrogênio total (N-NH₃, % do N total), ácido láctico, acético, propiônico e butírico em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPM					Equação de regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
pH	3,77	3,86	3,68	3,67	3,69	$\hat{Y} = 3,81 - 0,01x^*$	0,21	2,39
N-NH ₃ (% N total)	24,47	14,83	11,21	8,14	7,00	$\text{Log}_{10}(\hat{Y}) = 1,34 - 0,03x^{**}$	0,91	5,60
Lático	3,15	2,46	4,38	4,72	4,76	$\hat{Y} = 2,80 + 0,14x^{**}$	0,45	21,65
Acético	0,16	0,42	0,71	0,49	0,50	$\hat{Y} = 0,16 + 0,09x - 0,004x^{2**}$	0,60	28,71
Propiônico	0,07	0,16	0,26	0,31	0,37	$(AP+1) (\hat{Y}) = 1,08 + 0,02x^{**}$	0,58	7,40
Butírico	0,00	0,21	0,49	0,49	0,09	$(AB+1) (\hat{Y}) = 0,95 + 0,12x - 0,007x^{2**}$	0,72	9,45

*Significativo a 5%. **Significativo a 1%.

AP (Ácido propiônico), AB (Ácido butírico).

Verificou-se efeito linear crescente ($P < 0,01$) da adição do SPM sobre os teores de ácido láctico das silagens, estimando-se um acréscimo de 0,14 pontos percentuais de ácido láctico para cada 1% de adição de SPM. Segundo Roth & Undersander (1995) para uma silagem ser considerada de boa qualidade deve apresentar teor de ácido láctico entre 4 a 6%. Neste caso, se verificou que o teor de ácido láctico de 4% foi atingido com a adição de 8,6% de SPM às silagens.

A análise de regressão revelou efeito quadrático para o teor de ácido acético ($P < 0,01$). Obtendo teor máximo de 0,66% de ácido acético quando da adição de 11,25% de SPM. O ácido acético é proveniente de fermentações por enterobactérias e bactérias lácticas heterofermentativas e clostrídicas (JOBIM & GONÇALVES, 2003), sendo que os valores de ácido acético obtidos nesta pesquisa são considerados baixos e adequados a silagens bem conservadas, de acordo com Roth & Undersander (1995).

A adição de SPM elevou os teores de ácido propiônico das silagens ($P < 0,01$). Para cada 1% de inclusão observou elevação de 0,02 pontos percentuais nos teores

de ácido propiônico. Segundo Roth & Undersander (1995), para uma silagem ser considerada de boa qualidade deve apresentar teor de ácido propiônico inferior a 0,5%, tendo todas as silagens se apresentando bem preservadas quanto a este parâmetro.

Observou-se efeito quadrático para o teor de ácido butírico das silagens ($P < 0,01$). Com teor máximo de 0,46% de ácido butírico para o nível de 8,57% de SPM. Porém após este nível o teor de ácido butírico foi reduzido. Estimando-se os valores de ácido butírico das silagens, somente a adição de 16% de SPM (0,08%) foi suficiente para produzir silagem com teor de ácido butírico inferior a 0,1%, caracterizando a mesma de boa qualidade.

CONCLUSÃO

O subproduto do processamento da manga pode ser ensilado com o capim-elefante, devido aumentar os teores de MO, PB, EE e CNF e reduzir os teores de FDN e FDA das silagens. Porém, até o nível de 8,6% de SPM apresentou elevado teor de nitrogênio amoniacal, indicativo de silagem de baixa qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem de capim-elefante. II. Qualidade das silagens amostradas por dois métodos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.11, p.1873-1882, 1998.

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

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

FARIA, V.P. Técnicas de Produção de Silagens. In: PEIXOTO, A.M.; MOURA, J.C.; FARIA, V.P. (ed.). **Pastagens: fundamentos de exploração racional**. Piracicaba: FEALQ, 1994. p.695-719.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; CÂNDIDO, M.J.D. et al. Composição bromatológica e características fermentativas de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo contendo níveis crescentes do subproduto da semente de urucum (*Bixa orellana* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v.37, n.2, p.228-234, 2006.

GONÇALVES, J.S.; NEIVA, J.N.M.; VIEIRA, N.F. 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.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

JOBIM, C.C.; GONÇALVES, G.D. Microbiologia de forragens conservadas. In: REIS, R.A.; BERNARDES, T.F.; SIQUEIRA, G.R. et al. **Volumosos na Produção de Ruminantes: valor alimentício de forragens**. Jaboticabal: FUNEP, 2003. p.1-26.

LAVEZZO, W. Silagem de capim elefante. **Informe Agropecuário**, v.11, n.132, p.50-57, 1985.

LIMA, G.F.C., MACIEL, F.C. A ensilagem como uma das ferramentas de inserção da pecuária nordestina nos mercados globalizados. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. Fortaleza, 1998. **Anais...** Fortaleza: SNPA, 1998, p.59-77.

MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. **Indian Journal of Animal Science**, v.67, n.9, p.805-807, 1997.

McCULLOUGH, M.E. Silage and silage fermentation. **Feedstuffs**, v.13, n.49, p.49-52. 1977.

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

MOURA, J.C. Capim–elefante. In: MOURA, J.C. et al. (ed.). **Capineiras: capim-elefante, cana-de-açúcar como volumoso para bovinos e cana + uréia na recria de bovinos**, 1992. p.1-6.

PATEL, B.M., PATIL, C.A., DHAMI, B.M. Effect of different cutting intervals on the dry matter and nutrient yield of Napier hybrid grass. **Indian Journal of Agriculture Science**, v.37, p.404-409, 1967.

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

RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A. et al. Rações com diferentes níveis de fibra em detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.23, n.3, p.366-376, 1994.

ROTH, G.; UNDERSANDER, D. Silage additives. In: Corn **Silage Production Management and Feeding**. Madison American Society of Agronomy, 1995. p. 27-29.

SÁ, C.R.L.; NEIVA, J.N.M.; GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

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

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

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

TOSI, P.; MATTOS, W.R.S.; TOSI, H. et al. Avaliação do capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cultivar Taiwan A-148, ensilado com diferentes técnicas de redução de umidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.5, p.947-954, 1999.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1980. 98p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1980.

CAPÍTULO VI

CONSUMO, DIGESTIBILIDADE DE NUTRIENTES E BALANÇO DE NITROGÊNIO DA SILAGEM DE CAPIM-ELEFANTE COM ADIÇÃO DE SUBPRODUTO DA MANGA

RESUMO

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza, CE. Foram utilizados 20 ovinos machos SRD em ensaio de digestibilidade, distribuídos ao acaso nos seguintes tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de subproduto do processamento da manga (SPM), T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPM, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPM, T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPM, com base na matéria natural. Foram avaliados os consumos e digestibilidades da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), além do valor de nutrientes digestíveis totais (NDT) e do balanço de nitrogênio (BN) das silagens. A adição de SPM não influenciou nos consumos de MS, PB, CHOT, NDT, digestibilidades da MO, CHOT, CNF e no valor de NDT das silagens. Com a inclusão de SPM na ensilagem de capim-elefante, ocorreram reduções nos consumos de FDN e FDA; digestibilidade da MS, PB, FDN e FDA e no BN. A inclusão de SPM promoveu efeito linear crescente ($P < 0,01$) para consumos de EE, CNF e digestibilidade do EE das silagens. Conclui-se que a silagem de capim-elefante com adição de SPM não deve ser utilizada como única fonte de alimento para ruminantes, uma vez que reduziu o consumo de FDN e FDA e as digestibilidades da MS, PB, FDN e FDA, além do BN.

INTAKE AND NUTRIENTS DIGESTIBILITY AND NITROGEN BALANCE OF ELEPHANT GRASS SILAGES WITH MANGO BY-PRODUCT

ABSTRACT

This research was carried out at the Forage Research Sector – NPF/DZ/CCA/UFC. Twenty male sheep without defined breed were used in a digestibility trial, randomly allocated at the following treatments: T1 – Elephant grass silage, T2 - Elephant grass silage with the addition of 4% of mango by-product (MB), T3 - Elephant grass silage with 8% of MB addition, T4 - Elephant grass silage with 12% of MB addition and T5 - Elephant grass silage with 16% of MB addition, on a fresh matter. The intakes and digestibilities of the dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), ether extract (EE), total carbohydrates (TC), non-fibrous carbohydrates (NFC) and total digestible nutrients (TDN) as well as the nitrogen balance (NB) of the silages. The MB addition did not influence the DM, CP, TC intakes, the TDN level nor the OM, CT, NFC digestibilities. On the other hand, the MB addition reduced the NDF and the ADF intakes, as well as the DM, CP, NDF, ADF digestibilities, and the NB. There was also a linear increasing effect of MB addition on the EE and NFC intakes, and on the EE digestibility. One concludes that the elephant grass silage with MB by-product must not be used as a single feed to ruminants, as it reduced the NDF and the ADF intakes and the DM, CP, NDF and ADF digestibilities, beyond reduced the NB.

INTRODUÇÃO

O uso de forragens conservadas na forma de silagem vem sendo cada vez mais utilizado pelos produtores, como forma de suprir a demanda de alimentos principalmente no período seco do ano. Dentre as gramíneas tropicais o capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.), muito utilizado em capineira para corte, tem se destacado como forragem para ensilagem, devido sua elevada produção por área e bom valor nutritivo, segundo Gomide (1997), isto ocorre quando a planta apresenta 50% de folha e 50% de colmo.

Assim, o excesso de umidade do capim-elefante no momento ideal de corte é o principal limitante para ensilagem, que de acordo com Wilkinson (1983) favorece baixa pressão osmótica, proporcionando o desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, contribuindo com perdas significativas na qualidade da silagem e redução na palatabilidade e consumo.

Para produzir silagem de capim-elefante de boa qualidade é necessário utilizar técnicas no momento da ensilagem, como o emurchecimento, bem como utilizar aditivos que têm como finalidade elevar o teor de matéria seca, melhorar o processo fermentativo, impedir fermentações secundárias, melhorar a produção de ácido lático, além de elevar o valor nutritivo (McDONALD, 1981; VAN SOEST, 1994).

Vários subprodutos da agroindústria têm sido utilizados como aditivos de silagem de capim-elefante, como a polpa de laranja, que promoveu melhor fermentação e elevação no valor nutritivo da silagem (FARIA et al., 1972); subproduto de maracujá, que além de melhorar o processo fermentativo melhorou o consumo e digestibilidade da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) (REIS et al., 2000); subproduto de abacaxi, que melhorou o consumo de MS (FERREIRA et al., 2003); casca de café, que aumentou o teor de MS, porém promoveu acréscimo nos teores de FDN, nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), além de redução da digestibilidade da MS (BERNARDINO et al., 2005).

A manga pode ser consumida *in natura* ou industrializada para fabricação de polpas e sucos, sendo que os subprodutos (cascas, caroço e frutos de refugo) podem ser utilizados na alimentação animal ou como aditivo da silagem de capim-

elefante. Após a extração da polpa de manga, 69,4% são resíduos. Segundo SÁ et al. (2004), o subproduto da manga após desidratado ao sol apresenta 90,78% de MS e 6,84% de PB, 33,68% de FDN, 23,13% de FDA e 5,81% de EE, com base na MS.

Esta pesquisa teve como objetivo avaliar o consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio da silagem de capim-elefante com adição de subproduto da manga.

MATERIAL E MÉTODOS

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura-NPF no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, CE.

Foram avaliados cinco níveis de adição do subproduto do processamento da manga (SPM) na ensilagem do capim-elefante, com base na matéria natural, constituindo nos tratamentos: T₁ – silagem de capim-elefante, T₂ – silagem de capim-elefante com 4% de SPM, T₃ – silagem de capim-elefante com 8% de SPM, T₄ – silagem de capim-elefante com 12% de SPM e T₅ – silagem de capim-elefante com 16% de SPM.

O capim-elefante foi colhido manualmente com idade de aproximadamente, 70 dias e, em seguida, processado em picadeira de forragem em tamanho de 1 cm.

O SPM foi obtido na empresa Mossoró Agroindustrial S.A (MAISA), em Mossoró-RN, proveniente da fabricação de sucos, composto por cascas e caroços, foi desidratado ao sol, até atingir teor de umidade 10%.

As silagens foram obtidas em 20 silos do tipo tambor plástico de 210 L, sendo colocado em cada silo 126 kg de forragem, a fim de atingir a densidade de 600 kg/m³. Após desidratação, o SPM foi triturado em moinho com peneira de 1,0 cm de diâmetro.

Após pesagem e homogeneização do capim-elefante e SPM, o material foi compactado no interior do silo. Completado o enchimento, os silos foram vedados com lonas plásticas, presas com ligas de borracha.

No momento da ensilagem, o capim-elefante apresentava 19,43% de matéria seca (MS), 87,81% de matéria orgânica (MO), 5,39% de proteína bruta (PB), 77,41% de fibra em detergente neutro (FDN), 48,04% de fibra em detergente ácido (FDA), 29,37% de hemicelulose, 3,78% de extrato etéreo (EE), 78,64% de carboidratos totais (CHOT), 1,23% de carboidrato não fibroso (CNF), 45,38% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e 14,89% de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total). O SPM apresentava 94,60% de MS, 94,34% de MO, 6,09% de PB, 61,20% de FDN, 35,15% de FDA, 26,05% de hemicelulose, 5,76% de EE, 82,49% de CHOT, 21,29% de CNF, 55,87% de NIDN (% do N total) e 20,66% de NIDA (% do N total), com base na MS. Na Tabela 1 estão apresentados a composição bromatológica das silagens estudadas.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN, % do N total) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA, % do N total), em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPM				
	0	4	8	12	16
MS	18,97	22,12	22,73	23,60	27,98
MO	86,89	87,60	88,99	89,72	89,99
PB	5,16	5,61	5,73	6,13	6,21
FDN	74,25	73,17	70,87	67,21	65,77
FDA	48,89	48,36	47,13	45,08	43,12
HCEL	25,36	24,80	23,74	22,13	22,65
EE	2,80	3,42	4,05	4,78	5,78
CHOT	78,93	78,56	79,21	78,81	77,85
CNF	4,67	5,39	8,34	11,60	12,08
NIDN (% N total)	35,43	41,04	43,25	39,15	43,96
NIDA (% N total)	21,80	22,38	22,69	21,84	23,46

Para avaliação da digestibilidade das silagens, foram utilizados 20 carneiros machos, sem raça definida, com peso vivo médio inicial 18,33 kg. O delineamento adotado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (0, 4, 8, 12 e 16% de adição de SPM) e quatro repetições, sendo o animal considerado a unidade experimental. Para cada animal foi utilizada a silagem oriunda de único silo experimental. Os animais foram pesados no início e ao final do experimento.

Os ovinos foram alojados em gaiolas de metabolismo, com cochos, para fornecimento de água, mistura mineral e dietas experimentais. O experimento teve duração de 17 dias, sendo 12 dias para adaptação dos animais às dietas e ao ambiente experimental e 5 dias para coleta de amostras. As silagens foram fornecidas diariamente *ad libitum* em dois períodos, manhã e tarde, sendo a

quantidade oferecida calculada diariamente, a partir do consumo do dia anterior, de modo que permitisse sobras de aproximadamente 15%.

A determinação do consumo foi realizada por meio da pesagem do alimento oferecido e sobras, durante o período de coleta de dados. Nessa ocasião, foram tomadas amostras compostas dos alimentos, sobras e fezes, que foram conservadas a -10°C para análises posteriores.

A urina foi medida pela manhã, ocasião na qual uma alíquota de 10% do total era colhida e acondicionada em frascos e conservada a -10°C para posteriores análises. Foram adicionados nos recipientes coletores de urina, 20 mL de ácido clorídrico 1:1, visando-se evitar perdas de nitrogênio por volatilização.

Foram avaliados os consumos de MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT, CNF e NDT e as digestibilidades da MS, MO, PB, FDN, FDA, EE, CHOT e CNF, bem como o balanço de nitrogênio das silagens (SILVA & LEÃO, 1979), e o teor de NDT, segundo Sniffen et al. (1992).

Os teores de MS, MO, PB, FDN, FDA e EE foram determinados segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). Os valores de CHOT foram obtidos por diferença, de acordo com a metodologia descrita por Sniffen et al. (1992), em que $\text{CHOT (\%)} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{cinzas})$ e $\text{NDT (\%)} = \text{PBD\%} + \text{FDND\%} + \text{CNFD\%} + (2,25 \times \text{EED\%})$. Os teores de CNF foram calculados pela diferença entre CHOT e FDN, segundo Hall (2001).

Os dados obtidos foram inicialmente analisados quanto atendimento das pressuposições de normalidade, aditividade e homocedasticidade. Os dados obtidos para consumo de CNF ($\% \text{PV}$, $\text{g/kg}^{0,75}$) foram transformados para Log_{10} e balanço de nitrogênio (BN) foi transformado para $(\text{BN} + 1)$ para se proceder à análise de regressão.

Foi efetuada análise de variância e de regressão nos dados relativos a consumo e digestibilidade de nutrientes e balanço de nitrogênio. A escolha dos modelos baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, por meio do teste t de "Student", aos níveis de 1 e 5% de probabilidade. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, foi adotado o procedimento PROC REG do Software SAS (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para consumo, expresso em % de peso vivo (%PV) e unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) estão apresentadas na Tabela 2.

Não foram verificadas diferenças ($P>0,05$) no consumo de MS das silagens, em função do nível de adição do SPM, obtendo-se as médias $2,04\pm 0,48\%$ PV e $42,19\pm 10,17 \text{ g/kg}^{0,75}$. De acordo com Van Soest (1994), o incremento no consumo de MS pode ser explicado em parte pelo aumento no teor de MS das silagens. Enquanto, mesmo o teor de MS tendo-se elevado de 19,18% no nível 0% de SPM para 27,02% no nível 16% de SPM não contribuiu para aumentar o consumo de MS.

Outros fatores, como elevados teores de ácido acético e nitrogênio amoniacal, podem reduzir o consumo de MS (WILKINS et al., 1971; SILVEIRA et al., 1980), no entanto nestas silagens não se explica o baixo consumo, uma vez que apresentaram baixos teores de ácido acético (0,16 a 0,71%) e redução nos teores de nitrogênio amoniacal (21,88 a 7,24%).

Segundo Van Soest (1994) baixo teor de PB pode inibir o consumo voluntário das forragens. Fato este que pode ter reduzido o consumo, em consequência do baixo teor de PB das silagens (5,24 a 6,20%). O que se explica a correlação negativa entre teor de PB e consumo de MS ($R = -0,55$) ($P < 0,05$).

Silveira et al. (1980), ao avaliar as silagens de capim-elefante emurchecido e com ácido fórmico obtiveram consumo de 44,64 e 44,05 $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente, resultados próximos aos desta pesquisa (42,19 $\text{g/kg}^{0,75}$).

A inclusão de SPM não influenciou ($P>0,05$) os consumos de MO das silagens, sendo as médias $1,77\pm 0,42\%$ PV e $36,74\pm 9,01 \text{ g/kg}^{0,75}$.

Tabela 2. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA), extrato etéreo (CEE), carboidratos totais (CCHOT), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutriente digestíveis totais (CNDT), expressos em porcentagem de peso vivo (%PV) e em unidade de tamanho metabólico ($\text{g/kg}^{0,75}$) em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPM					Equação de Regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
	(%PV)					(%PV)		
CMS	2,52	2,37	1,57	1,73	1,99	$\hat{Y} = 2,04 \pm 0,48$	-	23,43
CMO	2,15	2,03	1,37	1,53	1,77	$\hat{Y} = 1,77 \pm 0,42$	-	23,83
CPB	0,15	0,15	0,10	0,12	0,14	$\hat{Y} = 0,13 \pm 0,02$	-	19,45
CFDN	1,84	1,69	1,08	1,15	1,35	$\hat{Y} = 1,72 - 0,04x^*$	0,23	25,86
CFDA	1,22	1,13	0,73	0,74	0,85	$\hat{Y} = 1,16 - 0,03x^{**}$	0,30	25,32
CEE	0,09	0,10	0,08	0,10	0,14	$\hat{Y} = 0,08 + 0,003x^{**}$	0,38	19,16
CCHOT	1,91	1,79	1,19	1,31	1,49	$\hat{Y} = 1,54 \pm 0,39$	-	25,09
CCNF	0,08	0,10	0,11	0,16	0,19	$\text{Log}_{10}(\hat{Y}) =$ $-1,12 + 0,02x^*$	0,23	21,52
CNDT	1,20	1,15	0,84	0,87	1,01	$\hat{Y} = 1,01 \pm 0,23$	-	23,16
	$(\text{g/kg}^{0,75})$					$(\text{g/kg}^{0,75})$		
CMS	51,09	48,33	33,83	36,35	41,36	$\hat{Y} = 42,19 \pm 10,17$	-	24,10
CMO	43,58	41,47	29,62	32,22	36,82	$\hat{Y} = 36,74 \pm 9,01$	-	24,52
CPB	3,06	3,05	2,13	2,52	2,95	$\hat{Y} = 2,74 \pm 0,55$	-	19,91
CFDN	37,15	34,40	23,34	24,16	28,00	$\hat{Y} = 35,12 - 0,71x^*$	0,20	23,31
CFDA	24,72	23,07	15,81	15,65	17,65	$\hat{Y} = 23,69 - 0,54x^*$	0,27	24,93
CEE	1,75	1,99	1,79	2,08	2,91	$\hat{Y} = 1,62 + 0,06x^{**}$	0,43	18,38
CCHOT	38,76	36,44	25,70	27,61	30,95	$\hat{Y} = 31,89 \pm 8,23$	-	25,80
CCNF	1,61	2,04	2,35	3,45	4,01	$\text{Log}_{10}(\hat{Y}) =$ $0,19 + 0,02x^*$	0,25	57,10
CNDT	24,35	23,45	18,06	18,38	20,98	$\hat{Y} = 21,04 \pm 5,06$	-	24,06

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

A adição de SPM na silagem de capim-elefante não influenciou ($P > 0,05$) o consumo de PB, tendo como média $0,13 \pm 0,02\%$ PV e $2,74 \pm 0,55 \text{ g/kg}^{0,75}$, o que se deve ao fato do teor de PB ter atingido até 6,20%, considerado limite crítico para a atividade microbiana ruminal (VAN SOEST, 1994).

Reis et al. (2000) trabalhando com silagens de capim-elefante contendo 75% de subproduto do fruto de maracujá observaram consumo de PB de $4,58 \text{ g/kg}^{0,75}$ em ovinos, valor superior desta pesquisa.

O consumo de FDN, em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, diminuiu linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão do SPM na silagem de capim-elefante. Para cada 1% de adição de SPM observou-se redução de 0,04 pontos percentuais e $0,71 \text{ g/kg}^{0,75}$ nos consumos de FDN expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente, o que pode ser explicado pelos menores teores de FDN das silagens contendo SPM. O que se verificou correlação positiva entre teor de FDN e consumo de FDN ($\text{g/kg}^{0,75}$) ($R=0,52$) ($P < 0,05$).

A adição de SPM reduziu o consumo de FDA ($P < 0,05$). Para cada 1% de inclusão observou-se redução de 0,03 pontos percentuais e $0,54 \text{ g/kg}^{0,75}$ nos consumos de FDA das silagens, expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente. Possivelmente, devido os menores teores de FDA das silagens contendo SPM. O que se observou correlação positiva entre teor de FDA e consumo de FDA ($\text{g/kg}^{0,75}$) ($R=0,56$) ($P < 0,01$).

A redução dos consumos de FDN e FDA pode estar relacionada com a redução das digestibilidades de FDN e FDA decorrente do baixo teor de PB das silagens, inferior a 7%, que é o mínimo necessário para o bom funcionamento ruminal.

Mizubuti et al. (2002) ao avaliar a silagem de sorgo, obtiveram consumo de FDN de $32,44 \text{ g/kg}^{0,75}$, valor este inferior à silagem de capim-elefante sem aditivo. Enquanto para consumo de FDA os autores obtiveram consumo de $27,33 \text{ g/kg}^{0,75}$, superior ao deste pesquisa.

Para consumo de EE, a inclusão de SPM promoveu efeito linear ($P < 0,01$). Para cada 1% de adição de SPM na silagem de capim-elefante ocorreu elevação no consumo de 0,003 pontos percentuais e $0,06 \text{ g/kg}^{0,75}$ expresso em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente.

O consumo de CHOT não diferiu ($P > 0,05$) entre as silagens, apresentando média $1,54 \pm 0,39\%$ PV e $31,89 \pm 8,23 \text{ g/kg}^{0,75}$, o que pode estar associado ao fato das silagens terem apresentado teores de CHOT semelhantes.

A inclusão de SPM elevou os consumos de CNF das silagens ($P < 0,05$). Para cada 1% de adição houve elevação 0,006 pontos percentuais e $0,11 \text{ g/kg}^{0,75}$ para consumo de CNF, expressos em %PV e $\text{g/kg}^{0,75}$, respectivamente, o que pode estar associado ao aumento dos teores de CNF das silagens.

O consumo de NDT não foi alterado ($P>0,05$) com a inclusão de SPM na silagem de capim-elefante, apresentando média $1,01\pm 0,23\%$ PV e $21,04\pm 5,06$ g/kg^{0,75}, o que pode ser explicado pelos teores de NDT se apresentarem próximos entre as silagens.

Os valores médios para digestibilidade e para nutrientes digestíveis totais (NDT), bem como para balanço de nitrogênio (BN), encontram-se na Tabela 3.

Verificou-se efeito linear ($P<0,05$) dos níveis de SPM sobre a digestibilidade da MS. Para cada 1% de adição de SPM na silagem de capim-elefante ocorreu redução de 0,47 pontos percentuais na digestibilidade da MS. A baixa digestibilidade da MS pode estar associada ao baixo teor de PB das silagens, ficando em níveis críticos (6,2%) para fermentação microbiana. A redução da digestibilidade da MS pode estar também associada à correlação positiva existente entre teor de FDA e digestibilidade da MS ($R=0,46$) ($P<0,05$).

Tabela 3. Equação de regressão, coeficiente de determinação (R^2) e coeficiente de variação (CV), para as digestibilidades da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), nutriente digestíveis totais (NDT) e balanço de nitrogênio (BN) em função de níveis crescentes de subproduto da manga (SPM) na silagem de capim-elefante

Variáveis	Níveis de adição (%) de SPM					Equação de Regressão	R^2	CV (%)
	0	4	8	12	16			
DMS (%)	51,19	51,83	52,24	47,88	43,78	$\hat{Y} = 53,14 - 0,47x^*$	0,18	10,41
DMO (%)	52,68	52,75	55,78	50,47	47,04	$\hat{Y} = 51,74 \pm 4,82$	-	9,32
DPB (%)	38,65	40,91	31,63	26,02	19,98	$\hat{Y} = 41,88 - 1,23x^{**}$	0,41	27,71
DFDN (%)	52,26	52,94	54,96	47,14	46,24	$\hat{Y} = 54,28 - 0,45x^*$	0,23	8,56
DFDA (%)	51,12	48,34	51,37	40,27	38,52	$\hat{Y} = 52,58 - 0,83x^{**}$	0,47	10,89
DEE (%)	46,14	55,36	64,27	67,42	69,87	$\hat{Y} = 48,71 + 1,49x^{**}$	0,39	16,99
DCHOT (%)	54,07	53,58	57,13	51,36	46,94	$\hat{Y} = 52,62 \pm 5,48$	-	10,43
DCNF (%)	91,43	56,51	80,45	84,42	85,37	$\hat{Y} = 79,64 \pm 17,77$	-	22,31
NDT (%)	48,01	48,68	53,26	50,26	51,21	$\hat{Y} = 50,28 \pm 4,01$	-	7,97
BN (g/dia)	0,82	0,92	-0,05	0,30	-0,14	$(BN+1) (\hat{Y}) = 1,87 - 0,06x^{**}$	0,30	38,57

*5% de probabilidade, **1% de probabilidade.

A adição de SPM não influenciou ($P>0,05$) a digestibilidade da MO das silagens, sendo o valor médio $51,74\pm 4,82\%$. A MO indica o valor energético do alimento, daí também não ter ocorrido diferença nos valores de NDT das silagens. O que se verificou correlação positiva entre digestibilidade da MO e valor de NDT das silagens ($R=0,52$) ($P<0,05$).

A inclusão de SPM à silagem de capim-elefante reduziu em 1,23 pontos percentuais a DPB a cada 1% de adição de SPM. Este comportamento pode estar associado ao aumento do nitrogênio ligado à parede celular (NIDN e NIDA) das silagens com maiores níveis de SPM, comprometendo a ação dos microrganismos ruminais sobre o nitrogênio.

Ferreira (2002), ao avaliar o valor nutritivo da silagem de capim-elefante com adição de bagaço de caju (0, 12, 24, 36 e 48%) obteve DPB 29,70% no nível de 36% de bagaço de caju, próximo ao nível de 9,90% de SPM.

A adição de SPM na silagem de capim-elefante promoveu efeito linear ($P<0,05$) para digestibilidade da FDN e FDA. Para cada 1% de SPM na silagem de capim-elefante ocorreu redução de 0,45 e 0,83 pontos percentuais na digestibilidade da FDN e FDA, respectivamente.

Andrade & Lavezzo (1998) obtiveram redução de 0,65 pontos percentuais na digestibilidade da FDN em silagens de capim-elefante com adição de sacharina. Enquanto Reis et al. (2000) obtiveram elevação de 0,15 pontos percentuais na digestibilidade da FDN das silagens de capim-elefante contendo subproduto do fruto do maracujá. Não se verificou alterações na digestibilidade da FDN e FDA em silagens de capim-elefante contendo níveis crescentes de bagaço de caju (FERREIRA, 2002).

Verificou-se efeito linear ($P<0,01$) dos níveis de adição do SPM sobre a digestibilidade do EE das silagens. Para cada 1% de adição de SPM à silagem de capim-elefante ocorreu elevações de 1,49 pontos percentuais na digestibilidade do EE. Bernardino et al. (2003), ao avaliar silagem de capim-elefante com casca de café como aditivo, obtiveram valor superior a este estudo, apresentando valor médio de 79,10%.

A adição de SPM à silagem de capim-elefante não influenciou a digestibilidade dos carboidratos totais (DCHOT) e carboidratos não fibrosos (DCNF) e

no valor de nutrientes digestíveis totais (NDT). A média geral para DCHOT, DCNF e NDT foi $52,62 \pm 5,48$, $79,64 \pm 17,77$ e $50,28 \pm 4,01\%$, respectivamente.

Souza et al. (2003) obtiveram digestibilidade dos CHOT de 57,84% para silagem de sorgo, e Neiva et al. (2006), para silagem de capim-elefante com adição de 14% do subproduto do processamento do maracujá, obtiveram NDT 51,29%.

Para balanço de nitrogênio (BN) foi observado efeito linear ($P < 0,01$) da adição de SPM. Para cada 1% de inclusão de SPM houve redução de 0,06 g/dia no nitrogênio retido. A redução do BN pode estar associada à baixa digestibilidade da PB. O que se explica pela correlação positiva entre digestibilidade da PB e BN ($R = 0,71$) ($P < 0,01$).

CONCLUSÃO

A silagem de capim-elefante com adição de subproduto do processamento da manga não deve ser utilizada como única fonte de alimento para ruminantes, uma vez que reduziu o consumo de FDN e FDA e as digestibilidades da MS, PB, FDN e FDA, além do BN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, J.B.; LAVEZZO, W. Aditivos na ensilagem do capim-elefante. III. Valor nutritivo e consumo voluntário e digestibilidade aparente em ovinos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, n.12, p.2015-2023, 1998.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; SOUZA, A.L. et al. Consumo e digestibilidade de nutrientes de silagens de capim-elefante contendo casca de café, em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C. et al. Produção e características do efluente e composição da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.2185-2291, 2005.

FARIA, V.P.; TOSI, H.; GODOY, C.R.M. Polpa de laranja fresca e seca como aditivos para a ensilagem do capim-elefante Napier (*Pennisetum purpureum* Schum.). **O Solo**, v.64, n.1, p.41-47, 1972.

FERREIRA, A.C.H. **Valor nutritivo das silagens de capim-elefante com diferentes níveis de subprodutos das indústrias do suco de caju**. Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2002. 101p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará, 2002.

FERREIRA, A.C.H.; RODRIGUES, N.M.; NEIVA, J.N.M. et al. Consumo voluntário e digestibilidade aparente da matéria seca das silagens de capim elefante com diferentes níveis de subprodutos da indústria do suco de abacaxi. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., Santa Maria, 2003. **Anais...** Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2003. CD-ROM. Nutrição de Ruminantes.

GOMIDE, J.A. Formação e utilização de capineira de capim-elefante. In: CARVALHO, M.M. et al. **Capim-elefante: produção e utilização**. Brasília: Embrapa-SPI/Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1997. p.79-112.

HALL, M.B. Recent advanced in non-ndf carbohydrates for the nutrition of lactating cows. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOS DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., Lavras, 2001. **Anais...** Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p. 139-148.

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

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; ROCHA, M.A. et al. Consumo e digestibilidade aparente das silagens de milho (*Zea mays* L.), sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) e girassol (*Helianthus annuus* L.). . **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.267-272, 2002.

NEIVA, J.N.M.; NUNES, F.C.S.; CÂNDIDO, N.M.R. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante enriquecidas com subproduto do processamento do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1843-1849, 2006.

REIS, J.; PAIVA, P.C.A.; TIESENHAUSEN, I.M.E.V.V. et al. Composição química, consumo voluntário e digestibilidade de silagens de resíduos do fruto do maracujá (*Passiflora edulis* Sims f. flavicarpa) e de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Cameroon e suas combinações. **Ciência Agrotécnica**, v.24, n.1, p.213-224, 2000.

SÁ, C.R.L.; NEIVA, J.N.M.; GONÇALVES, J.S. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) com níveis crescentes do subproduto da manga (*Mangifera indica* L.). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., Campo Grande, 2004. **Anais...** Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2002. 165p.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de Nutrição dos Ruminantes**. Piracicaba: Livro ceres, 1979. 380p.

SILVEIRA, A.C.; LAVEZZO, W.; SILVEIRA FILHO, S. et al. Consumo de silagens de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) submetidas a diferentes tratamentos. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.9, n.2, p.306-320, 1980.

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

SOUZA, V.G.; PEREIRA, O.G.; MORAES, S.A. et al. Valor nutritivo de silagens de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.3, p.753-759, 2003.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **User's Guide**. Cary, NC: SAS Institute, 2001.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2. ed., Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

WILKINS, R.J.; HUTCHINSON, K.J.; WILSON, R.F. et al. The voluntary intake of silage by sheep. I. Interrelationships between silage composition and intake. **Journal of Agricultural Science**, v.77, n.3, p.531-537, 1971.

WILKINSON, J.M. Silage made from tropical and temperate crops. 2. Techniques for improving the nutritive value of silage. **World Animal Review**, v.46, p.35-40. 1983.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

A adição do subproduto do processamento do urucum (SPU) na silagem de capim-elefante contribuiu para melhorar as características fermentativas e o valor nutritivo das silagens, podendo ser recomendada a adição de 16% de SPU na matéria natural, no momento da ensilagem.

A adição do pedúnculo de caju desidratado na ensilagem do capim-elefante melhorou o padrão de fermentação e o valor nutritivo das silagens. Recomendando-se a adição de até 16%, na matéria natural do capim.

O subproduto do processamento da manga pode ser ensilado com o capim-elefante devido melhorar as características bromatológicas e fermentativas das silagens. No entanto, não deve ser utilizada como alimento exclusivo para ruminante, uma vez que reduziu o consumo e digestibilidade de nutrientes. Assim, recomenda-se com uma suplementação protéica, de modo a permitir melhor desempenho animal.