

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE SANTA CRUZ

LUIZ GUSTAVO NEVES BRANDÃO

**COPRODUTOS DO SISAL COMO OPÇÃO PARA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES NO SEMI-ÁRIDO**

**ILHÉUS - BAHIA
2009**

LUIZ GUSTAVO NEVES BRANDÃO

**COPRODUTOS DO SISAL COMO OPÇÃO PARA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES NO SEMI-ÁRIDO**

Dissertação apresentada, para obtenção do título de Mestre em Ciência Animal, à Universidade Estadual de Santa Cruz.

Área de concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Luiz Gustavo Ribeiro Pereira

Co-orientador: José Augusto Gomes Azevedo

Co-orientadora: Salete Alves de Moraes

**ILHÉUS - BAHIA
2009**

B817

Brandão, Luiz Gustavo Neves.

Coprodutos do sisal como opção para alimentação de ruminantes no semi-árido / Luiz Gustavo Neves Brandão. – Ilhéus, BA: UESC, 2009.
xv, 59 f. : il.

Orientador: Luiz Gustavo Ribeiro Pereira.

Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Santa Cruz. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal.

Inclui bibliografias.

1. Nutrição animal. 2. Ruminante – Alimentação e ração. 3. Resíduos agrícolas como ração. I. Título.

CDD 636.085

LUIZ GUSTAVO NEVES BRANDÃO

**COPRODUTOS DO SISAL COMO OPÇÃO PARA ALIMENTAÇÃO DE
RUMINANTES NO SEMI-ÁRIDO**

Ilhéus - BA, 06 / 08 /2009

Luiz Gustavo Ribeiro Pereira – Dr.
Embrapa – Semiárido
(Orientador)

José Augusto Gomes Azevedo – Dr.
UESC/DCAA
(Co-orientador)

Tadeu Vinhas Voltolini – Dr.
Embrapa – Semiárido

“Rir muito e com frequência,
ganhar o respeito das pessoas inteligentes
e o afeto das crianças,
merecer a consideração de críticos honestos
e suportar a traição de falsos amigos,
apreciar a beleza,
encontrar o melhor nos outros,
deixar o mundo um pouco melhor
seja por uma saudável criança,
um canteiro de jardim ou uma redimida condição social,
saber que ao menos uma vida respirou mais fácil porque eu vivi.
Isso é ter tido sucesso!!

(Ralph Waldo Emerson)

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, que proporcionaram carinho, amor, compreensão e incentivo incondicionalmente

AGRADECIMENTO

À CAPES pela bolsa de estudo

Ao IDR Sisal pela confiança e ajuda financeira.

À Embrapa Semi-árido.

Aos produtores rurais de Valente-BA, que muito solícitos colaboraram com as coletas no campo e tornaram o trabalho ainda mais prazeroso.

À Deus, por me dar forças em todos os momentos, tendo sempre me abençoando com saúde e amigos de verdade.

Aos meus queridos e amados pais, Claudio e Nina, que sempre acreditaram e deram força em todos os momentos de minha vida, colocando sempre na minha educação a honestidade e a família como alicerce para o crescimento.

A minha noiva Gabrielle Borges, pelo amor, carinho, incentivo e ajuda. Sempre disposta, me fez perceber que nunca estive só e que junto a ela posso ir mais longe.

Aos meus irmãos, Duda e Quinho, que sempre valorizaram e apoiaram o caminho que escolhi.

Aos amigos Deni, Rousan, Léo, Paulo Henrique e Alex Aragão simplesmente por terem sido “irmãos” e, cada um do seu jeito, ter me ensinado algo valioso.

Aos amigos da Embrapa Semi-árido, Rafael “Gusmão” e André “Mr. Neves” pela ajuda durante o experimento e pelas horas de amizade e descontração.

A todos os amigos do Laboratório de Nutrição Animal da Embrapa: Laécio, Moara, Camila, Rafael Araújo, Samiris Cabral, Cris, Manuela Tosto, Vaqueiro, Pablo, Angeli, além dos técnicos Benedito e Alcides que entre outros amigos, colaboraram e/ou fizeram o meu dia mais feliz durante os trabalhos.

Ao meu orientador e amigo, Professor Luiz Gustavo Ribeiro Pereira, pelas oportunidades, ensinamentos, auxílio na concepção deste trabalho e principalmente pela amizade e companheirismo.

Ao professor José Augusto Gomes Azevedo pela orientação e apoio nos procedimentos estatísticos.

LISTA DE FIGURAS

- 1 Produção de gases (PCG) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal..... 27
- 2 Produção cumulativa de gases dos carboidratos não fibrosos (CNF) e dos carboidratos fibrosos (CF) dos componentes da planta e dos co-produtos do desfibramento do sisal..... 29

LISTA DE TABELAS**CAPÍTULO I:**

- 1 Teores de proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE) e cinzas dos componentes da planta e dos CDS..... 20
- 2 Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT) e lignina (LIG) dos componentes da planta e dos CDS..... 23
- 3 Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), volume de gases dos carboidratos não fibrosos (vCNF), taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (kCNF), latência (L), volume gases dos carboidratos fibrosos (vCF) e taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos (kCF) dos componentes da planta e dos CDS..... 26

CAPÍTULO II:

1	Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) dos aditivos utilizados nas silagens do CDS.....	37
2	Teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH ₃), pH e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens do CDS <i>in natura</i> e com diferentes aditivos.....	40
3	Teores de ácidos orgânicos das silagens do CDS <i>in natura</i> e com diferentes aditivos	41
4	Teores de proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), cinzas e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens do CDS <i>in natura</i> e com diferentes aditivos.....	43
5	Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) das silagens do CDS <i>in natura</i> e com diferentes aditivos.....	45
6	Qualificação da fermentação de silagens do CDS segundo Tomich et al. (2003).....	47

LISTA DE ABREVIATURAS

AGV – ácidos graxos voláteis
% - porcentagem
BR – Brasil
CDS – Coproduto do desfibramento do sisal
CEL – celulose
CF – carboidratos fibrosos
CHOT – carboidratos totais
CNF – carboidratos não fibrosos
CV – coeficiente de variação
EE – extrato etéreo
et al. – e colaboradores
FDA – fibra em detergente ácido
FDN – fibra em detergente neutro
g – gramas
h – hora
HEM – hemicelulose
kg – quilograma
Km – quilômetros
L – latência
LIG – lignina
mL - mililitro
MO – matéria orgânica
MS – matéria seca
N – nitrogênio
NDT – nutrientes digestíveis totais
NIDA – nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN – nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NNP – nitrogênio não protéico
°C – graus Celsius
PCG – produção cumulativa de gases
PB – proteína bruta
PD – proteína digestível

PDR – proteína degradável no rúmen

PE – Pernambuco

RMS – recuperação de matéria seca

SNK - Student-Newman-Keuls

kCNF – taxa de produção de gás dos carboidratos não fibrosos

kCF – taxa de produção de gás dos carboidratos fibrosos

vCNF – volume de produção de gás dos carboidratos não fibrosos

vCF – volume de produção de gás dos carboidratos fibrosos

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	vi
Lista de Tabelas.....	vii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	03
2.1 Caracterização da ovinocaprinocultura no semiárido brasileiro.....	03
2.2 A planta do sisal, <i>Agave sisalana</i> , Perrine.....	04
2.2.1 Origem e importância econômica.....	04
2.2.2 Botânica e morfologia.....	05
2.2.3 Clima, solo e tratamentos culturais.....	05
2.3 Desfibramento das folhas e obtenção do CDS.....	06
2.4 Utilização dos CDS na alimentação animal.....	07
2.5 O uso da silagem para conservação do CDS.....	08
2.5.1 Critérios para avaliação de qualidade de silagem.....	09
2.6 A técnica <i>in vitro</i> de produção de gases para avaliação de forrageiras.....	10
3 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	12
4 CAPÍTULO I.....	16
Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal de partes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal.....	16
4.1 INTRODUÇÃO.....	18
4.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	19
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	21
4.4 CONCLUSÕES.....	32
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	33
5 CAPÍTULO II.....	36
Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade das silagens do coproduto do desfibramento do.....	36

5.1 INTRODUÇÃO.....	38
5.2 MATERIAL E MÉTODOS.....	39
5.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	42
5.4 CONCLUSÕES	53
5.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	55
6 CONCLUSÕES.....	59

RESUMO

BRANDÃO, L. G. N. **Coprodutos do sisal como opção para alimentação de ruminantes no semiárido.** Ilhéus, Bahia, 2009. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Universidade Estadual de Santa Cruz, 2009.

Em dietas para ruminantes, o coproduto do desfibramento do sisal apresenta-se como uma nova opção de alimento complementar para a região semi-árida do Nordeste, precisamente na região sisaleira, onde a destaca-se a produção de fibras do sisal. Nesse sentido, avaliou-se o valor nutricional dos componentes da planta do sisal: bulbilho e pseudocaule e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS) na forma de silagem, feno e amonização (5% de uréia) e do pó da bateadeira das fibras de sisal. Foram avaliadas a composição bromatológica, os nutrientes digestíveis totais (NDT), a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a cinética de fermentação ruminal. Analisou-se também as características fermentativas e o valor nutricional da silagem do CDS submetido a sete tratamentos (aditivos protéicos e não protéicos). O CDS foi ensilado *in natura* e com os aditivos: farelo de soja, uréia, farelo de trigo, torta de dendê, pó da bateadeira, torta de licuri e torta de algodão. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetição. Os valores da matéria seca variaram de 11,4 a 89,7 % para a silagem e feno do CDS, respectivamente. Os aditivos protéicos (AP) e não protéicos (ANP) aumentaram os teores de MS nas silagens, com exceção da uréia. A silagem do CDS mais farelo de soja e o CDS amonizado destacaram-se com elevado valor de proteína bruta (PB) 27,2, 22,7%, respectivamente, seguidos da silagem mais uréia (21,5). Para o pseudocaule e o pó da bateadeira não foram detectadas a presença de extrato etéreo (EE). Entre as silagens o tratamento *in natura* e aditivado com torta de licuri apresentaram os menores valores de fibra em detergente neutro (FDN), 42,9 e 42,3%, respectivamente, e a torta de dendê elevou esses teores a 66,2%. Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram maiores para o pseudocaule, 72,7% e o bulbilho, 69,5%. Não houve diferença para os valores de DIVMS entre os alimentos avaliados. O pó da bateadeira apresentou os maiores valores de NDT e volume de produção de gases dos carboidratos não fibrosos. Os alimentos avaliados podem ser considerados volumosos de boa qualidade e as silagens foram consideradas de excelente ou boa qualidade. Os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, CNF e produção cumulativa de gases do pseudocaule,

bulbilhos e pó da bateadeira os qualificam como volumosos de baixos teores de fibra e alta digestibilidade, sendo que o pó da bateadeira apresenta-se como um co-produto de ampla disponibilidade e baixo custo na região do sisal e destaca-se como potencial aditivo para produção de silagens.

Palavras-chave: *Agave sisalana*, nutrição, ruminantes, volumoso

ABSTRACT

Sisal co product are becoming a new option to complement diets of ruminants in the Brazilian semi-arid region, especially in sisal region, where the sisal fiber production are expanded. Were evaluated the nutritional value of plant components: steam base and braird and sisal co-products: SC (in natura, ammonization, and hay) and A. sisalana dust. Were analyzed in terms of chemical composition and by the in vitro gas production technique. Were evaluated too the fermentation profile and nutritional value of sisal co-product silage (SC) subjected to seven treatments (additives). The SC was ensiled in natura and added with: soy meal, urea, wheat meal, palm cake, A. sisalana dust, licuri cake and cottonseed cake. Was used a completely randomized design with three replications. The DM values was 11.4% for silage and 89.7% for hay. The additives increased silages dry matter, exceed for urea. The SC silage with soy meal, SC ammonized with 5% urea and SC silage with urea present the high values of CP, 27.2, 22.7 and 21.5%, respectively. The steam base and A. sisalana dust not present values for EE. Among silages, the SC in natura and with licuri cake presents the low levels of neutral detergent fiber (NDF), 42.9 and 42.3%, respectively, the palm meal increased this values for 66.2%. The steam base and braird present the high values for NFC, 72.7 and 69.5%, respectively. There wasn't significant differences for IVDMD. This feeds can be alternative roughages for ruminants and the silages were qualified as good or excellent. The NDF, ADF, NFC, and PCG values of braird, A. sisalana dust and steam base characterize as roughages with fiber digestibility high and the A. sisalana dust stands out as a potential additive for sisal silage production.

Keywords: Agave sisalana, byproduct, chemical composition, semiarido

1 INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil possui uma área de 1.662.947 km² e nela está inserida o semiárido que totaliza aproximadamente 969.589 km² (IBGE, 2005). O clima característico da região é o tropical seco, com evaporação excedendo a precipitação, uma estação chuvosa curta e de verão-outono bem definidos (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1995). Em função das características edafoclimáticas, a pecuária, constitui-se ao longo do tempo, na atividade básica das populações rurais da região semiárida. As lavouras têm sido consideradas atividades complementares na maioria dos sistemas de produção predominantes, em face de sua maior vulnerabilidade às limitações ambientais.

O rebanho nordestino, representado por 23,89 milhões de bovinos, 9,5 milhões de caprinos e 8,01 milhões de ovinos (IBGE, 2005), destaca-se pelo maior efetivo caprino e ovino do país. Segundo Sayago (2007) a ovinocaprinocultura no semiárido é explorada por 66% das famílias, respondendo por 47%, em média, da renda da agricultura familiar. Porém devido principalmente a sazonalidade na oferta de forragem e à forte dependência da vegetação nativa como fonte básica de alimento, apresentam baixos índices zootécnicos (PEREIRA *et al.*, 2007).

A região semiárida abrange 70% da área do Nordeste (SÁ *et al.*, 2004) e nela está inserida a chamada “Região do Sisal” que é constituída por 33 municípios, todos incluídos no semiárido do estado da Bahia. Segundo dados da CONAB (2009) na safra de 2008, o Brasil foi o maior produtor mundial de fibra de sisal (*Agave sisalana*, Perrine) produzindo aproximadamente 254 mil toneladas, sendo os estados da Bahia e Paraíba responsáveis pela quase totalidade dessa produção.

Após o desfibramento da folha do sisal, a fibra obtida que representa apenas 4% da folha, é utilizada para fabricação de bolsas, chapéus, tapetes e cordas. O coproduto desse desfibramento corresponde a 14% da folha, o que gera aproximadamente 850 mil toneladas/ano de coprodutos na região sisaleira do estado da Bahia. Este material é comumente chamado de bagaço ou mucilagem na região.

A prática mais usada por produtores na região é abandonar o bagaço no campo. Em alguns casos, o bagaço abandonado é consumido diretamente pelos animais, fato que pode ocasionar constipação e timpanismo, devido a presença de fibras longas de sisal, que podem formar emaranhados e impedir o trânsito da digesta no trato gastrointestinal, podendo causar a morte dos animais. A perda da qualidade do material

que apodrece ao ar livre pode também comprometer a saúde dos animais. Poucos produtores utilizam o resíduo do sisal como adubo e, uma quantidade ainda menor, o utilizam como componente alimentar na dieta dos animais após processamento em peneira rotativa, tecnologia difundida pela Embrapa Algodão, para a retirada da fibra da mucilagem. Os produtores que usam o resíduo de sisal, como alimento para animais, o fazem de forma empírica, sem conhecimento do valor nutritivo e sobre as melhores formas de fornecimento e armazenamento.

Com a estacionalidade da produção de forragem, principal fator limitante da produção animal na região, o resíduo do sisal tem grande potencial para ser transformado em coproduto e constituir-se em alimento estratégico para a pecuária. A utilização de coprodutos agrícolas e agroindustriais na alimentação dos ruminantes é uma alternativa importante e precisa ser viabilizada, Porém são necessários estudos que esclareçam as melhores formas de armazenamento e fornecimento, assim como estudos sobre a composição bromatológica e digestibilidade dos coprodutos do sisal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os coprodutos do sisal como opção alimentar para ruminantes. Assim, foram realizados os ensaios: (i) Avaliação nutricional dos coprodutos do sisal e (ii) Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade das silagens do coproduto do desfibramento do sisal

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Caracterização da Ovinocaprinocultura no Semiárido brasileiro

O Semiárido brasileiro está limitado pelas latitudes 3° e 18° sul e longitudes 35° e 46° oeste de Greenwich, abrangendo parte dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Norte Setentrional de Minas Gerais, totalizando uma área de 969.589 km². O clima que predomina na região é do tipo BSh, com precipitação anual total média compreendida entre 380 e 760 mm (ARAÚJO FILHO *et al.*, 1995).

Segundo Sá *et al.* (2004), o Nordeste brasileiro é dividido nas zonas Litorânea, Sertão e Agreste. Estas duas últimas formam, essencialmente, a região semiárida, abrangendo 70% da área nordestina e 13% do Brasil. A área de domínio da Caatinga, único bioma exclusivamente brasileiro, compreende cerca de 800.000 km², ou seja, 55,60% da região Nordeste.

A região nordestina do Brasil possui um rebanho caprino que se aproxima a 9,5 milhões de cabeças e a um rebanho ovino com cerca de 8,01 milhões de animais (IBGE, 2005). Assim, Leite e Vasconcelos (2000) citam a produção de pequenos ruminantes como uma das mais importantes atividades econômica e social do semiárido nordestino.

A pecuária tem constituído a atividade básica das populações rurais distribuídas (SILVA *et al.*, 2002), onde a exploração da caprinovinocultura e seus produtos como carne, leite e derivados, contribuem para a melhoria da dieta alimentar e para o aumento da renda dos produtores locais.

Uma das grandes variantes para a produção animal na região do Semiárido brasileiro é a sazonalidade de produção de forrageiras ao longo do ano, levando a períodos de grande produção durante a estação chuvosa que pode ir de dezembro a março, seguida da estação seca com escassez de chuvas e conseqüentemente de pasto.

Segundo Souto *et al.* (2005), na época das chuvas a disponibilidade de forragens, na caatinga, é quantitativa e qualitativamente satisfatória; todavia, nas épocas críticas do ano, além da escassez de forragem, o valor nutritivo das mesmas se apresenta em níveis baixos, o que acarreta queda na produtividade.

Por ser explorada principalmente de modo extensivo, a ovinocaprinocultura no semiárido mostra-se altamente dependente da vegetação natural da caatinga, este fato aliado à utilização de genótipos não especializados, confere ao sistema baixos índices de

desempenho, destacando a alta mortalidade de animais jovens (em torno de 20%) e a elevada idade (15 meses) para atingir o peso de abate de 25 kg (GUIMARÃES FILHO et al., 2000).

Como ponto de partida para a estruturação dos sistemas produtivos sertanejos, deve-se almejar o planejamento para produção e conservação de forragens, bem como, a utilização de alimentos alternativos adaptados às condições locais e de resíduos agroindustriais que possam ser destinados à alimentação animal, evitando-se ou amenizando os efeitos negativos da falta de alimentos volumosos na época da seca.

2.2 A Planta do sisal, *Agave sisalana*, Perrine

2.2.1 Origem e Importância econômica

O sisal (*Agave sisalana*) é a principal fonte de extração de fibras duras vegetais do mundo. No Brasil, o seu cultivo ocupa extensa área na região semiárida dos estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte (SILVA e COUTINHO, 2006).

É uma planta originária do continente norte-americano e das Ilhas Caraíbas e pela sua beleza e rusticidade, também é muito utilizada como planta ornamental. O seu principal emprego, porém, é o aproveitamento integral das fibras estruturais contidas nas suas folhas, de ampla utilização na indústria de cordoalha (SUINAGA, 2007).

Segundo Silva, (1999) o agave foi levado do México para outras partes do mundo, passando a ser comercialmente cultivado devido às propriedades das suas fibras para a fabricação de diversos utensílios como tapetes, redes, cordas, bolsas, etc. e a sua facilidade de aclimação.

Importante na economia agrícola dos principais estados produtores, o sisal é um produto de exportação gerador de divisas. Destaca-se, também, pela capacidade de geração de empregos, por meio de uma cadeia de serviços que abrange desde os trabalhos de manutenção das lavouras (baseados na mão-de-obra familiar), extração e processamento da fibra para o beneficiamento, até as atividades de industrialização de diversos produtos (batedeiras de sisal), bem como seu uso para confecções de utensílios por artesãos (ALVES et al., 2004).

A fibra do sisal industrializada rende cerca de 80 milhões de dólares por ano para o Brasil, além de gerar mais de 500.000 mil empregos diretos e indiretos por meio

de sua cadeia produtiva, sendo o cultivo dessa planta um dos principais agentes de fixação do homem à região semiárida (SILVA e COUTINHO, 2006).

2.2.2 Botânica e Morfologia

A planta do sisal pertence à classe Monocotiledônea, série Liliiflôrea, família Agavaceae, subfamília Agavoidea, gênero *Agave*, espécie *A. sisalana*. O gênero acha-se subdividido em dois gêneros, distintos segundo as características do escapo floral: *Littaea* e *Euagave*, porém é nesta última que estão as espécies de interesse comercial para produção de fibra (SILVA, 1999).

A *Agave sisalana*, Perrine possui um sistema radicular fibroso e em forma de tufo. Não possui caule e sim um pseudocaule ou eixo principal onde se inserem as folhas funcionando também como órgão de armazenamento. A folha é lanceolada linear e sem pecíolo e são cortadas para o desfibramento com um comprimento médio de 1 metro (MOREIRA, 1999). Antes de florescer, o sisal emite o escapo floral na parte central da planta, também chamada de flecha, onde se inserem os Bulbilhos, que são pequenas plantas com 5 a 10 cm, em média, que ao caírem no solo são ingeridas pelos animais que eventualmente pastam nos campos de sisal. Os filhotes ou rebentos são mudas inseridas no coleto da planta e servem para propagação da planta mãe.

2.2.3 Clima, Solo e Tratos Culturais

Bem adaptada às regiões tropicais e subtropicais, o sisal suporta secas prolongadas e temperaturas elevadas caracterizando-se como uma planta semi-xerófila (AMORIM NETO e BELTRÃO, 1999). Adequa-se bem ao clima tropical semiárido e às regiões de clima quente com poucas chuvas.

Na região Nordeste do Brasil, o sisal se desenvolve na região semiárida, com temperatura média diária superior a 24°C, altitude máxima de 600m, precipitação média anual entre 650 e 1250mm, umidade relativa média anual do ar variando de 66 a 79% e ventos de 3m/s (SILVA, 1999).

Já o plantio do sisal deve ser realizado em solos sílico-arenosos, permeáveis, de média fertilidade e relativamente profundos, evitando áreas compactadas e encharcadas, que dificultam o seu pleno desenvolvimento. Áreas de baixada também podem ser exploradas, desde que sejam drenadas. A água em excesso no solo deve ser retirada para

garantir o bom desenvolvimento do sistema radicular e manter a capacidade produtiva da planta (SILVA e COUTINHO, 2006).

Especialmente nos dois primeiros anos o sisal é bastante sensível a concorrência das plantas invasoras, devido a isso Silva, (1999) recomenda duas a três capinas no primeiro ano e uma ou duas capinas no segundo ano, podendo ser a primeira após o início do período chuvoso e a segunda ao final deste período. A partir do terceiro ano, recomendam o roço manual ou tratorizado, uma ou duas vezes ao ano.

Após a colheita das folhas, é necessário retirar o excesso de rebentos (filhotes) na planta madura, para evitar a competição destes com a planta-mãe. Recomenda-se deixar um ou dois filhotes para substituir a planta mãe, a partir do terceiro ou quarto corte de folhas. Estes deverão ser vigorosos e estar alinhados à fileira de plantio segundo Silva e Coutinho (2006).

2.3 Desfibramento das folhas e obtenção da Mucilagem

O corte das folhas do sisal é feito no campo manualmente e logo em seguida essas folhas são desfibradas em máquinas que possuem um rotor-raspador para separar a fibra das folhas. Apenas 4% da folha estão sob a forma de fibra enquanto que o subproduto sólido do desfibramento representa aproximadamente 14% do total (SILVA, 1999).

Assim é comum na região sisaleira a integração lavoura sisaleira-pecuária em função da escassez de pastagens, onde alguns produtores utilizam o subproduto do desfibramento como alimento volumoso para os animais e/ou ainda, submetem os seus campos de sisal ao pastejo, permitindo que os animais se alimentem diretamente dos Bulbilhos que caem do escapo floral das plantas.

Devido à rusticidade e obsolência das máquinas de desfibramento do sisal, as perdas de fibra podem chegar a 30% do total da fibra contida em uma folha. Assim, o subproduto sólido é composto pela bucha (fibra que ficou no resíduo) e mucilagem. (SILVA, 1998). Segundo Silva e Beltrão, (1999) a bucha consiste num produto bastante fibroso, rico em celulose, sendo assim de difícil digestão. Desse modo quando a mucilagem é utilizada na alimentação animal deve estar isenta de fibras já que se ingerida continuamente poderá causar oclusão do rúmen e conseqüentemente Timpanismo (PAIVA et al., 1986).

Uma alternativa muito utilizada para separar a mucilagem da bucha é a peneira rotativa desenvolvida pela Embrapa Algodão, esta permite que o resíduo sólido seja peneirado, dando origem a mucilagem, que cai no solo e a “bucha” (porção fibrosa do resíduo) que fica retida na peneira. Este equipamento permitiu a viabilização do CDS (mucilagem) como alimento para os animais.

2.4 Utilização dos coprodutos do sisal na alimentação animal

Alguns autores descrevem a viabilidade da mucilagem do sisal como suplemento alimentar animal no Brasil. Dentre eles, Silva e Beltrão, (1999) que em estudo feito na Paraíba, conseguiram resultados favoráveis no ganho de peso de bovinos alimentados com folhas de sisal cortadas e palma forrageira com ganhos de peso de até 754g/dia.

Segundo Ferreira et al. (1977) houve aumento significativo na quantidade de matéria orgânica fermentada no rúmen, em novilhos fistulados com alimentação à base de mucilagem parcialmente seca e Leucena (*Leucaena leucocephalla*) e concluíram que se retirados o suco do sisal e suas fibras longas, este assemelha-se a cana-de-açúcar em termos de valor nutricional.

Paiva et al. (1986) afirma que a mucilagem do sisal é um alimento valioso para o período seco, porém não recomenda sua utilização exclusiva. Já Harrinson (1984) descreve a mucilagem como uma alternativa viável na alimentação de ruminantes, porém apresenta relação cálcio:fósforo da ordem de 50:1, quando a desejável situa-se em torno de 1,5:1, podendo causar diminuição do fósforo sérico em animais arraçoados exclusivamente com a mucilagem e conseqüentemente distúrbios metabólicos.

Faria et al. (2008b) não encontrou melhoria no valor nutritivo do resíduo do sisal submetido a auto fermentação utilizando diferentes doses de uréia, superfosfato simples, sulfato de magnésio e cloreto de sódio.

Porém, em outro estudo, Faria et al. (2008a) utilizando níveis de uréia em diferentes tempos de estocagem, concluíram que o uso da uréia melhorou o teor protéico do resíduo do sisal estocado, entretanto, reduziu os teores de carboidratos não fibrosos.

Yerena et al. (1977) em estudo feito com a mucilagem, capim buffel e leucena encontrou 18,5% de MS e 63,8% de digestibilidade para a mucilagem, utilizando a metodologia de coleta total de fezes em ovinos no México.

Alguns produtores rurais no município de Valente-BA utilizam a mucilagem como alimento para os animais, sendo comuns os relatos de bons resultados. Outros

relatos, menos freqüentes, são os de uso do pseudocaule, regionalmente chamado de “Cepa”, que é cortado antes da emissão do escapo floral e picado para o fornecimento aos animais. Outro coproduto disponível na região é o “pó da bateadeira”, material oriundo da varredura dos galpões de processamento e armazenamento da fibra.

O pó da bateadeira é comercializado em pequena escala, com fins de utilização na alimentação animal, apresentando baixo custo, dependendo da época do ano.

Já os bulbilhos do sisal, que são pequenas plantas (forma sexuada de multiplicação), caem naturalmente ou após o chacoalho manual do escapo floral, servindo de alimentos para os animais, principalmente na época das secas.

Todas estas opções, disponíveis na região do sisal, são utilizadas de forma empírica pelos produtores rurais, sem o prévio conhecimento do valor nutritivo e das melhores formas de fornecimento.

2.5 O uso da silagem para conservação da mucilagem

Uma das alternativas recomendadas para armazenamento das forragens para o período seco é a utilização de silagens. É chamada silagem a forragem verde, succulenta, conservada pelo processo de fermentação anaeróbica (CARDOSO e SILVA, 1995). Quando bem feita, o valor nutritivo de uma silagem é próximo ao da forragem verde, porém, o processo de ensilagem apresenta riscos que podem levar as perdas de nutrientes decorrentes de fermentações indesejáveis.

A inclusão de produtos externos (os aditivos), ao processo de ensilagem tem como função reduzir os riscos do processo, prevenindo as fermentações secundárias, aumentando o valor nutritivo e melhorando a estabilidade aeróbia da silagem produzida (HENDERSON, 1993). Segundo Woolford (1984) estes aditivos dividem-se em três categorias: estimulantes da fermentação (inoculantes bacterianos e enzimas), fontes de nutrientes e/ou absorventes de umidade (polpa cítrica peletizada, casca de soja peletizada) e inibidores de fermentação (ácidos orgânicos: propiônico, acético e fórmico; ácidos inorgânicos: sulfúrico e fosfórico).

Faria et al. (2008) ao avaliarem a composição bromatológica do resíduo do sisal estocado com uréia, sugeriu pesquisas com a desidratação prévia do co-produto para estocagem, ou adição de seqüestrantes de umidade, de modo a evitar a perda da qualidade do produto final.

Aditivos sequestrantes de umidade proporcionam no material ensilado aumento do teor de MS, redução da produção de efluentes e melhoria no valor nutritivo de silagens (McDONALD et al., 1991). A capacidade de retenção de umidade de um aditivo absorvente pode variar a partir de sua composição química, observando que aditivos com maiores graus de lignificação têm maior capacidade de retenção de umidade. Todavia tais aditivos provocam uma redução do valor nutritivo da silagem (JONES e JONES, 1996).

Segundo Souza (2008), a utilização da mucilagem do sisal para alimentação animal é uma prática comum no México e em países do continente africano; entretanto é de fundamental importância conhecer a composição química e o valor nutritivo deste co- produto para ser complementado com outros ingredientes.

2.5.1 Critérios para avaliação de qualidade de silagem

Teor de matéria Seca (MS)

O elevado teor de umidade favorece condições para obtenção de silagens butíricas de baixa qualidade, onde ocorre grande decomposição protéica, com evidente queda no valor nutritivo do material ensilado (FERRARI JÚNIOR e LAVEZZO, 2001).

Segundo Muck (1990) o teor de MS tem uma alta e negativa correlação com a proteólise na silagem, ou seja, quanto menor o conteúdo de MS no material ensilado maior vai ser a degradação de proteínas. Outro agravante do baixo teor de MS é a produção de efluentes que acarreta perdas de substâncias nutritivas (WEINBERG e ASHBELL, 2002).

pH

O pH de um alimento é um dos principais fatores que determina a proliferação e a sobrevivência dos microrganismos presentes, além de ser empregado como parâmetro na qualificação do processo de ensilagem (AMARAL et al., 2007). De acordo com Cherney e Cherney (2003), o pH é um bom indicador da qualidade de fermentação em silagens com baixo teor de MS, não sendo adequado para silagens com alto teor de MS.

Valores de pH entre 3,8 e 4,2 são considerados adequados às silagens bem conservadas, pois nessa faixa se tem a restrição das enzimas proteolíticas da planta e de enterobactérias e clostrídeos (TOMICICH et al., 2004). Entretanto não só o valor final do pH é importante para a conservação da silagem, mas também a rápida acidificação do meio, pois irá desnaturar de forma eficiente a maioria das enzimas que degrada as proteínas (VILELA, 1998).

Nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total – N-NH₃/NT

Um das principais modificações na ensilagem é o aumento do N-NH₃/NT, que é afetado pela ação de microrganismos (AMARAL, et al., 2007).

A quantificação dos valores de N-NH₃/NT das silagens pode ser utilizada como indicativo da eficiência do processo fermentativo, pois o é indicativo da presença de clostrídeos, uma vez que a produção desse composto é pequena por parte de outros microrganismos da silagem e enzimas da planta (McDonald ET AL., 1991), conseqüentemente ocorre uma queda na qualidade da silagem, por causa da degradação de compostos protéicos (proteínas verdadeira, peptídeos, aminoácidos, amins e amidas) por essas bactérias até amônia, a qual é perdida por volatilização durante a abertura do silo (CÂNDIDO et al., 2007).

A degradação das proteínas é exercida durante a fermentação do material ensilado quando não ocorrem condições ácidas suficientes para que as bactérias indesejáveis sejam inibidas (McDONALD et al., 1991).

Para Oshima e McDonald (1978) e Henderson (1993), silagens entre e abaixo de 8 a 11% de N-NH₃/NT apresentam fermentação eficiente para a conservação do material ensilado, não ocorrendo quebra excessiva da proteína em amônia. Valores maiores que 15% de N-NH₃/NT significam a quebra expressiva da proteína (FARIA et al., 2007).

2.6 A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases

Sabe-se da importância da determinação do valor nutritivo de plantas forrageiras. Ensaios *in vivo* que envolvem a produção animal e a digestibilidade são os métodos mais precisos para essa determinação. Porém, são métodos que trazem

dificuldades ao experimento, pois requerem o uso de animais, alimentos, mão-de-obra, tempo e elevado custo financeiro, limitando sua aplicação.

Os métodos biológicos capazes de simular o processo digestivo, através de microrganismos ruminais *in vitro* (Tilley e Terry, 1963) ou *in situ* (Ørskov et al., 1980) têm sido utilizados como alternativa ao método *in vivo* para a avaliação de alimentos. Entretanto, as desvantagens dos métodos *in vitro* e *in situ*, como não descrever a cinética da digestão ou superestimar a fermentação ruminal, respectivamente, têm resultado no emprego de outras técnicas, como por exemplo a de produção de gases (Maurício et al., 2003).

A técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases (Maurício et al., 1999) apresenta comprovado potencial em descrever a cinética da fermentação no rúmen, fornecer a taxa e a extensão da degradação das forrageiras, bem como medir produtos da fermentação de partes solúveis e insolúveis de substratos. Essa técnica apresenta alta acurácia nas medições, simplicidade no manuseio de equipamentos e baixo custo na implantação e por amostra analisada (Maurício et al., 2003) e tem sido aplicada como excelente alternativa para avaliação da cinética de fermentação ruminal de alimentos para ruminantes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, M. O. ; SANTIAGO, E. S. ; LIMA, A. R. M. **Diagnóstico socioeconômico da região nordestina produtora de sisal**. Fortaleza: BNB, 2004. 75 p

AMARAL, R. C.; BERNADES, T. F.; SIQUEIRA, G. R. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v.36, n.3, p.532-539, 2007.

AMORIM NETO, M. da S.; BELTRÃO, N.E. de M. Clima e solo. In: SILVA, O.R.R.F.; BELTRÃO, N.E. de M. (Org.). **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 205p.

ANDADRE, J. B. de; LAVEZZO, W. **Aditivos na ensilagem do capim-Elefante**. In: Composição bromatológica das forragens e das respectivas silagens. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília - DF, v.33, n.11, p.1859-1872, 1998.

ARAUJO FILHO, J.A. SOUSA, F.B.de. CARVALHO, F.C.de. Pastagens no semi-árido: pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPOSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS, 32, 1995, Brasília. Anais. Brasília: SBZ, 1995.. p.63-75.

CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Características fermentativas e composição química de silagens de capim-elefante contendo subproduto desidratado do maracujá. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1489-1494, 2007. (Suplemento)

CARDOSO, E.G. ; SILVA, J.M. **Silos, Silagem e Ensilagem**. Embrapa Gado de Corte. Campo Grande, MS, 14 fev. nº 02, 1995 .

CHERNEY, J. H.; CHERNEY, D. J. R. Assessing silage quality. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.). **Silage Science and Technology**. Madison, Wisconsin, USA. 2003. p. 141-198.

CONAB. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 25 de julho de 2009.

FARIA, D. J. G.; GARCIA, R.; PEREIRA, O. G.; et al. Composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante com níveis de casca de café. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa – MG, v.36, n.2, p.301-308, 2007.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal submetido à auto-fermentação. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v. 20, n. 1, p. 30-35, jan./mar., 2008b.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibrilamento do sisal tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol.37, nº 03, Viçosa, Março, 2008.

FERRARI JUNIOR, E.; LAVEZZO, W. Silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurhecido ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa - MG, v. 30, n. 5, p. 1424-1431, 2001.

FERREIRO, H. M.; ELLIOT, R.; RIOS, V.; et al. Rumen function and fermentation on sisal based diets. **Trop Anim. Prod**, v. 3, p. 30-35, 1978

GUIMARÃES FILHO, C.; SOARES, J. G. G.; ARAÚJO, G. G. L. de. Sistemas de produção de carnes caprina e ovina no semiárido nordestino. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB, 2000. p. 21-33.

HARRINSON, D.G. **Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminates**. Revista Mundial de Zootecnia, v.49, 1984.

HENDERSON, N. **Silage additives**. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2005. Disponível em www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/

JONES, R.; JONES, D.I.H. **The effect of in-silo effluent absorbents on effluent production and silage quality**. Journal of Agricultural Engineering Research, v.64, p.173-186, 1996.

LEITE, E. L.; VASCONCELOS, V. R. Estratégias de Alimentação de Caprinos e Ovinos em Pastejo no Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1., 2000, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SINCORTE, 2000. p. 71-80.

MAURICIO, R.M.; MOULD, F.L.; DHANOA, M.S. et al. A semi-automated *in vitro* gas production technique for ruminants feedstuff evaluation. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.79, p.321-330, 1999a.

MAURÍCIO, R.M.; PEREIRA, L.G.R.; GONÇALVES, L.C. et al. Potencial da técnica *in vitro* semi-automática de produção de gases para avaliação de silagens de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.4, p.1013-1020, 2003

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

MOREIRA, J. A. N.; BELTRÃO, N.E. de M.; SILVA, O. R.R. F. **Botânica e Morfologia do sisal**. In: SILVA, O.R.R.F.; BELTRÃO, N.E. de M. (Org.). O agronegócio do sisal no Brasil. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 205p

MUCK, R.E. Dry matter level on alfafa silage quality. II. Fermentation products and starch hydrolysis. **Transaction of ASAE**, v.33, n.2, p.373-381, 1990.

ØRSKOV, E.R; HOVELL, F.D.B.; MOULD, F. The use of the nylon bag technique for evaluation of feedstuffs. **Trop. Anim. Produc.**, v.5, p.195-213, 1980.

OSHIMA, M.; McDONALD, P. A review of changes in nitrogenous compounds in herbage during ensiling. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, London, v.29, n.6, p.497-505, 1978.

PAIVA, J.A. de J.; VALE, O.E. do; MOREIRA, W.M.; SAMPAIO, A.O. **Utilização do resíduo do desfibramento do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) na alimentação de novilhos**. Salvador: EPABA, 1986. p.27. (EPABA. Boletim de Pesquisa, 5).

PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; et al. Manejo Nutricional de Ovinos e Caprinos em Regiões Semiáridas In: PECNORDESTE-2007, 08, Fortaleza, CE. **Anais....** Fortaleza, 2007. 14p.

SAYAGO, D. Diagnóstico do Território do Sisal – BA PRELIMINAR. Programa de apoio à inovação tecnológica e novas formas de gestão na pesquisa agropecuária – agrofuturo. BID No. 1595/OC-BR. 2007.

SÁ, I. B., RICHÉ, G. R., FOTIUS, G. A. **As paisagens e o processo de degradação do semi – árido nordestino** In: BIODIVERSIDADE DA CAATINGA: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA – UFPE; Brasília, DF. p.17 – 36. 2004.

SILVA, O.R.F. da; BELTRAO, N.E. de M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 205p

SILVA, O.R.R.F. da; CARVALHO, O.S.; MOREIRA, J. de A.N.; et al. **Peneira rotativa CNPA, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 15p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa, 36).

SILVA, O. R. R. F da.; COUTINHO, W. M. **Cultivo do Sisal**. Campina Grande: Embrapa Algodão/CNPA. Dez./2006. Sistemas de Produção, No. 5 ISSN 1678-8710 Versão Eletrônica.

SILVA, D. S. da; PIMENTA FILHO, E. C.; MEDEIROS, A. N. de et al. **Programa de estabelecimento racional de forrageiras nativas do semiárido nordestino para o uso em sistemas de produção da caprinovinocultura**. 2002

SOUTO, J. C. R.; ARAÚJO, G. G. L. de; SILVA, D. S. da.; et al. Desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas contendo níveis crescentes de feno de erva

sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 36, n. 3, p. 376-381, 2005.

SOUZA, M. F.; et al. **Aproveitamento da Mucilagem de Sisal na Alimentação Animal**. Campina Grande: Embrapa Algodão/CNPA. 2008. 27p (Documentos)

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. da; COUTINHO, W. M.; et al. da. **Avaliação agronômica de oito genótipos de Sisal (agave ssp.)**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 3 p. (Comunicado Técnico, 340).

TILLEY, J. M. A.; TERRY, R. A. A. Two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal of the British Grassland Society**, v. 18, n. 2, p. 104-111, 1963.

VILELA, D. Aditivos para silagem de plantas de clima tropical. In: Simpósio sobre aditivos na produção de ruminantes e não ruminantes, reunião da sociedade brasileira de zootecnia, 35, 1998, Botucatu. **Anais...** Botucatu: SBZ, 1998. p.73-108.

TOMICH, T. R.; RODRIGUES, J. A. S.; TOMICH, R. G. P. et al. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, Belo Horizonte - MG, v. 56, n. 2, p. 258-263, 2004

WEINBERG, Z.G., ASHBELL, **Silage Production and Utilization**. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/AGP/AGPC/doc/silage/silage_israel/silage_israel.htm> . Acesso em 17 de janeiro de 2009.

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984, 305p.

YERENA, F.; FERREIRO, H. M.; ELLIOT, R.; GODOY, R.; PRESTON, T. R. Digestibility of Ramon (*Brosimum alicastrum*), *Leucaena leucocephala*, Buffel grass (*Cenchrus ciliaris*), sisal pulp and sisal bagasse (*Agave fourcroydes*). **Trop. Anim. Prod.** 1977.

Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos do sisal para alimentação de ruminantes

[Nutrition value of plant components and sisal co-products for ruminant nutrition]

Luiz Gustavo Neves Brandão¹, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira^{2*}, José Augusto Gomes Azevêdo³, Rafael Dantas dos Santos⁴, Alex dos Santos Lustosa Aragão⁵, Tadeu Vinhas Voltolini⁴, André Luis Alves Neves², Gherman Garcia Leal de Araújo⁴, Wellington Neves Brandão⁴

¹Mestrando em Ciência Animal – UESC – Ilhéus, BA

²Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco
36038-330 - Juiz de Fora - MG

Tel.: (32) 3249 4700 – Juiz de Fora, MG – luiz.gustavo@cnpqgl.embrapa.br

³Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – UESC – Ilhéus, BA

⁴Embrapa Semiárido – Petrolina, PE

⁵Aluno de pós graduação – UNIVASF – Petrolina, PE

RESUMO

Avaliou-se o valor nutricional dos componentes da planta do sisal: bulbilho e pseudocaule e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS) na forma de silagem, feno e amonização (5% de uréia) e do pó da bateadeira das fibras de sisal. Foram avaliadas a composição bromatológica, os nutrientes digestíveis totais (NDT), a digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e a cinética de fermentação ruminal. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições. Os valores da matéria seca variaram de 11,4 a 89,7 % para a silagem e feno do CDS, respectivamente. O CDS amonizado destacou-se com o maior valor de proteína bruta (PB), 22,7%, seguido pelo bulbilho (10,5%). Para o pseudocaule e o pó da bateadeira não foram detectadas a presença de extrato etéreo (EE). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram maiores para o pseudocaule, 72,7% e o bulbilho, 69,5%. Não houve diferença para os valores de DIVMS entre os alimentos avaliados. O pó da bateadeira apresentou os maiores valores de NDT e volume de produção de gases dos carboidratos não fibrosos. Os alimentos avaliados podem ser considerados volumosos de boa qualidade. Os teores de fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, CNF e produção cumulativa de gases do pó da bateadeira, bulbilhos e pseudocaule os qualificam como volumosos de baixos teores de fibra e alta digestibilidade.

Palavras-chave: *Agave sisalana*, alimentos alternativos, composição bromatológica, semiárido

ABSTRACT

Were evaluated the nutritional value of plant components: steam base and braird and sisal co-products: SC (in natura, ammonization, and hay) and beater powder. Were analyzed in terms of chemical composition and by the in vitro gas production technique. Was used a completely randomized design with three replications. The DM values was 11.4% for silage and 89.7% for hay. The SC ammonized with 5% urea present the high values of CP, 22.7% and braird, 10.5%. The steam base and beater powder not present values for EE. The steam base and braird present the high values for NFC, 72.7 and 69.5%, respectively. There wasn't significant differences for IVDMD. This feeds can be alternative roughages for ruminants. The NDF, ADF, NFC, and PCG values of braird, beater powder and steam base characterize as roughages with fiber digestibility high.

Keywords: Agave sisalana, byproduct, chemical composition, semiarido

INTRODUÇÃO

A criação dos pequenos ruminantes é uma das mais importantes atividades econômica e social do semiárido nordestino. Na região nordestina do Brasil estima-se que possui um rebanho caprino de aproximadamente 9,5 milhões de cabeças e rebanho ovino com cerca de 8,01 milhões (IBGE, 2005). Porém, os índices zootécnicos da ovinocaprinocultura nordestina ainda são muito baixos, fato principalmente relacionado à forte dependência da vegetação nativa como fonte básica de alimentos.

Para melhoria na produtividade da ovinocaprinocultura do semiárido, o planejamento alimentar, bem como, a utilização de alimentos regionais disponíveis e adaptados às condições locais devem ser prioridades.

Na região semiárida nordestina está inserida a região sisaleira que é responsável, juntamente com a Paraíba, pela quase totalidade da produção de sisal do Brasil, que é a maior do mundo (CONAB, 2009). Nessa região, a integração lavoura sisaleira-pecuária é uma realidade. Alguns produtores utilizam a “mucilagem” (co-produto gerado após a obtenção da fibra das folhas do sisal) como alimento volumoso para os animais na forma de silagem e feno ou ainda, submetem os seus campos de sisal ao pastejo, permitindo que os animais se alimentem do extrato herbáceo entre as fileiras de sisal e dos bulbilhos, (pequenas plantas de 5 a 10 cm), que caem do escapo floral das plantas de sisal.

Outros coprodutos do sisal, como o pó da batedeira (material oriundo da varredura de galpões de armazenamento e processamento da fibra do sisal), a base do escapo floral, ou pseudocaule, (parte interna do bulbo da planta, comumente chamado na região de “cepa” ou tronco”), além dos bulbilhos são potenciais coprodutos utilizados pelos produtores de forma empírica, sem o conhecimento prévio do seu valor nutricional.

A avaliação nutricional desses coprodutos e o desenvolvimento de estratégias de utilização dos mesmos, podem tornar esta região diferenciada quanto ao planejamento alimentar para o período das secas. Já que estima-se que a geração de coprodutos seja superior a 850 mil toneladas/ano (CONAB, 2009) na região sisaleira da Bahia.

Nesse contexto, o objetivo desse estudo foi avaliar a composição bromatológica, a digestibilidade *in vitro* da matéria seca e a cinética de fermentação ruminal pela técnica de produção de gases dos componentes da planta: pseudocaule e bulbilhos, e dos coprodutos do desfibramento do sisal (CDS) na forma de silagem, amonizado e feno) além do coproduto pó da batedeira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nas dependências no laboratório de nutrição animal da Embrapa Semi-Árido em Petrolina-PE. Analisou-se a composição bromatológica, digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) e cinética de fermentação ruminal *in vitro* através da técnica de produção de gases. Os tratamentos utilizados foram: pó da bateadeira, pseudocaule, bulbilho e o CDS na forma de silagem, amonização (5% de uréia na matéria natural) e feno.

O CDS foi obtido após o desfibramento das folhas do sisal em máquina do tipo “Paraibana”. Posteriormente, este foi processado em peneira rotativa (SILVA, 1998) para retirada do excesso de fibras. Uma parte do CDS foi ensilado e após 60 dias de fermentação, abriu-se o silo para amostragem da silagem.

Para produzir o feno, o CDS foi exposto ao sol por 16 horas sendo revirado a cada 2 horas e protegida por lona plástica durante o período da noite. O pó da bateadeira foi adquirido nas fazendas da região, que dispunham deste material que é resultante da varredura dos galpões de armazenamento e processamento das fibras.

O pseudocaule, parte interna do bulbo central de onde crescem as folhas, foi obtido após o corte de plantas que iniciavam o processo de emissão do escapo floral. Os bulbilhos foram coletados de várias plantas de sisal, nas fazendas da região, após chacoalho dos escapos florais e catação manual no solo.

Para a amonização, procedeu-se à pesagem e distribuição do CDS e uréia em sacos de polietileno, adotando-se a concentração de 5% de uréia, com base na matéria seca. Após a adição da uréia, fez-se a homogeneização e compactação do material, sendo que os sacos foram fechados com fitas adesivas e identificados. Quatro semanas após a amonização, os sacos foram abertos, permanecendo 24 horas ao ar livre para eliminação do excesso de amônia, quando se efetuou a coleta das amostras para as análises.

Aproximadamente 600 g das amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60° por 72h e processadas em moinho provido de peneira com crivos de 1 mm para posterior determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM), segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Os teores de carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados

pela equação: $CNF = 100 - (PB\% + EE\% + MM\% + FDN\%)$ de acordo com Sniffen et al. (1992).

O teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) foi obtido a partir da equação somativa proposta pelo NRC (2001): $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDNcpD + CNFD$, em que PBD, EED, FDNcp e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de MM e proteína) digestível e carboidratos não-fibrosos digestíveis.

Para análise da cinética de fermentação ruminal *in vitro* foram incubadas 1 g de amostra em frascos de 160 mL previamente injetados com CO₂. Frascos contendo somente líquido ruminal e meio de cultura (tampão) foram usados como controle. Para cada frasco foram adicionados 90 mL de meio de cultura preparado conforme Theodorou *et al.* (1994). Os frascos foram vedados com rolhas de borracha (14 mm). A inoculação (10 mL/frasco) foi feita usando líquido ruminal obtido de três bovinos fistulados mantidos em dieta a base de volumoso à vontade e 1 kg de concentrado por dia (20% de PB). O líquido ruminal foi filtrado em sacos de náilon e posteriormente, sob injeção contínua de CO₂, manteve-se em banho maria a 39 °C.

A pressão originada dos gases acumulados na parte superior dos frascos foram mensuradas com auxílio de um transdutor (PressDATA 800) de pressão conectado a uma agulha (0,6 mm). As leituras foram aferidas em maior frequência durante o período inicial de fermentação e reduzidas posteriormente (2, 4, 6, 8, 10, 12, 15, 19, 24, 30, 36, 48, 72, e 96 hs). Os dados de pressão (P em psi = pressão por polegada quadrada) foram convertidos em volume de gases, adotando-se a equação quadrática, $V = 0,17454 P^2$ (s.e. 0,0916) + 4,09089 P (s.e. 0,0637) + 0,00315 (s.e. 0,003), $R^2 = 0,99$, sugerida por Pereira et al. (2009).

O modelo matemático multifásico de Pell e Schofield et al. (1993) foi utilizado para a avaliação da cinética de fermentação,

$$V(t) = vCNF/(1+\exp(2-4*kCNF*(T-L))) + vCF/(1+\exp(2-4*kCF*(T-L))),$$

em que:

$vCNF$ - volume máximo de gases da fração de carboidrato não fibroso (CNF)

$kCNF$ – taxa de digestão para a fração de CNF

L – latência ou tempo de colonização

vCF - volume máximo de gases da fração de carboidratos fibrosos (CF)

kCF – taxa de digestão para a fração de CF

T – tempo de fermentação

Utilizou-se delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Student-Newman-Keuls (SNK) ao nível de 5% de probabilidade, com auxílio do programa Statistical Analysis System (SAS, 1985).

Posteriormente foi realizada uma análise multivariada visando o agrupamento dos coprodutos do desfibramento do sisal utilizando as variáveis discriminatórias MS, PB, FDN, FDA, HEM, lignina, EE, MM, NIDN, NIDA, NDT, VCNF, kdCNF, L, VCF e kdCF de acordo com Johnson e Wichern (1988), utilizando-se a distância euclidiana média, com variáveis padronizadas e o método de variância mínima.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores da MS variaram ($P < 0,05$) sendo observado valores de 11,4 a 89,7 % para a silagem e feno do CDS, respectivamente. O reduzido teor de MS na silagem do CDS, tratamento de menor ($P < 0,05$) teor de MS, pode ter impactos negativos na qualidade da silagem (McDonald, 1991), assim a secagem prévia do material ou adição de aditivos seqüestrantes de umidade podem ser indicados para a melhoria da qualidade da silagem do CDS.

Tabela 1. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) dos componentes da planta e dos CDS

Tratamentos	MS	PB (%MS)	NIDN (%MS)	NIDA (%MS)	EE (%MS)	MM (%MS)
Silagem do CDS	11,4 d	9,5 c	0,5 a	0,2 a	4,5 a	14,7 b
Feno do CDS	89,7 a	8,7 c	0,3 b	0,2 a	3,4 b	14,0 b
CDS amonizado	22,6 c	22,7 a	0,2 c	0,1 b	5,1 a	17,2 a
Bulbilho	32,3 b	10,5 b	0,0 d	0,0 c	0,8 c	4,2 c
Pó da bateadeira	87,1 a	5,9 d	0,2 c	0,1 b	0,0 d	12,5 b
Pseudocaule	25,9 c	2,7 e	0,0 d	0,0 c	0,0 d	5,4 c
Valor P	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	5,0	5,3	10,9	11,6	14,6	9,0

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK.

A justificativa para que o CDS amonizado diferisse ($P < 0,05$) em relação à silagem do CDS deve-se, provavelmente à exposição do material ao ar livre durante 24 h para volatilização do excesso de amônia. Outro fator que pode ter possibilitado esta diferença foi também observado por Faria *et al.* (2008) que ao avaliarem a mucilagem

do sisal sob níveis de amonização perceberam um comportamento quadrático com progressiva redução nos teores de MS e atribuíram, a esta redução, o poder higroscópico da uréia e da amônia fazendo com que o material absorva umidade do ambiente. Comportamento semelhante foi observado por Gesualdi et al. (2001) para o bagaço de cana-de-açúcar amonizado. O pseudocaule não diferiu ($P>0,05$) do CDS amonizado e assemelha-se bastante no aspecto morfológico e sensorial a raízes de outras plantas, como a mandioca, que possui 32,2% de MS (BORGES *et al.*, 2002).

O pó da bateadeira e o feno do CDS não diferiram entre si ($P>0,05$) e apresentaram os maiores teores de MS ($P<0,05$), 87,1% e 89,7%, respectivamente. Assim, o pó da bateadeira pode ser um aditivo de baixo custo para incrementar o teor de MS do CDS. Marques *et al.* (2000) avaliaram a farinha de varredura de mandioca oriunda de casa de farinha e encontraram 91,3% de MS.

A concentração de PB diferiu ($P<0,05$) entre os tratamentos, sendo que o CDS amonizado apresentou maior concentração ($P<0,05$) entre os tratamentos (22,7%) (Tab. 1). A maior concentração de PB no material amonizado deve-se à adição de nitrogênio não-protéico (NNP), pois segundo Shimidt et al. (2003), o incremento de PB promovida pela amonização está ligada à retenção de nitrogênio após transformação da uréia em amônia. Candido et al. (1999) e Faria *et al.* (2008) observaram o mesmo comportamento com bagaço de cana-de-açúcar e CDS sob níveis crescentes de uréia, respectivamente.

A concentração de PB do bulbilho, foi superior ($P<0,05$) a do feno e da silagem do CDS, sendo que estes últimos não diferiram entre si ($P>0,05$). Por tratar-se de plantas pequenas, novas e conseqüentemente, com baixo teor de lignificação, os bulbilhos possuem maiores concentrações protéicas em relação ao CDS.

Não houve diferença ($P>0,05$) para os teores de PB entre a silagem e o feno de CDS, 9,3 e 8,7%, respectivamente, demonstrando que não houve perdas no valor protéico com o processo de desidratação. Os valores de PB observados no CDS são superiores ao encontrados para outras gramíneas tropicais.

Observou-se menores concentrações ($P<0,05$) para o pó da bateadeira e pseudocaule, os quais diferiram entre si ($P<0,05$). Evidenciando que estes coprodutos devem ser complementados com outros ingredientes de maiores concentrações protéicas. Porém, a concentração de PB do pó da bateadeira foi superior aos da casca e farinha de varredura de mandioca, 3,7 e 1,2% de PB (Marques et al. 2000).

As concentrações de NIDN diferiram significativamente ($P < 0,05$), observando-se os maiores valores para a silagem do CDS, 0,5%, seguido do feno, 0,3%, havendo diferença entre os mesmos ($P < 0,05$). O pseudocaule e o bulbilho não apresentaram porção de nitrogênio insolúvel. Os maiores teores de NIDN na silagem e feno do CDS podem estar relacionadas aos processos de aquecimento e perdas no material durante o processo de ensilagem e fenação.

Amaral *et al.* (2007) observaram redução nos teores de N da parede celular quando melhorou as condições fermentativas (maior pressão de compactação) em silagens de capim Marandu.

Já o pó da bateadeira apresentou teor de NIDN de 0,2%, não diferindo ($P > 0,05$) do CDS amonizado que, em relação ao feno e a silagem, mostra-se com o teor de NIDN reduzido, decorrente provavelmente da solubilização parcial da hemicelulose devido a aplicação da uréia.

Resultados semelhantes foram observados por Carvalho *et al.* (2006) ao amonizarem cana-de-açúcar e Reis *et al.* (2001) ao avaliarem fontes de amônia para o tratamento de fenos. Os autores observaram menores teores de N associado à parede celular após a amonização e sugerem que tal diminuição pode estar relacionada com a reação do N adicionado com a hemicelulose solubilizada, formando amidas.

Os teores de NIDA diferiram ($P < 0,05$) e os maiores valores entre os tratamentos foram para a silagem e o feno do CDS, 0,2%, para ambos. Isso demonstra que apesar dos diferentes conteúdos de compostos nitrogenados associado à parede celular, estes se encontram na fibra solúvel e em pouca concentração na fibra indigestível.

O bulbilho e o pseudocaule não apresentaram teores de NIDA (0,0%) e diferiram ($P < 0,05$) em relação ao pó da bateadeira (0,1%), demonstrando que apesar de considerado baixo, o teor de N para esses alimentos encontra-se disponível na sua maior parte para utilização pelos microorganismos ruminais.

Os valores de EE (Tab. 1) diferiram ($P < 0,05$) entre os tratamentos. Os maiores valores foram obtidos para a silagem do CDS e CDS amonizado, 4,5 e 5,1%, respectivamente, sendo os mesmos semelhantes estatisticamente ($P > 0,05$). No pseudocaule e no pó da bateadeira não foram detectadas a presença de EE. Valores baixos de EE (0,6%) foram reportados também para coprodutos da mandioca (Dias *et al.* 2008 e Silva *et al.* 2007).

O menor teor de EE no feno (3,4%) que diferiu ($P < 0,05$) em relação à silagem do CDS e ao CDS amonizado, pode ser atribuído à exposição do material ao sol por 48

h. Harrinson, (1984) relatou valores de 3,1% de EE para o bagaço do sisal fresco e Faria *et al.* (2008) relataram 1,67% de EE para o CDS *in natura* ao avaliá-lo sob amonização.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de MM entre os tratamentos. O maior valor observado foi para o CDS amonizado, 17,2% e os menores para o bulbilho e pseudocaulé 4,2 e 5,4%, respectivamente, os quais não diferiram entre si.

Os teores de MM do feno, da silagem do CDS e do pó da bateadeira, 14,0 e 14,7 e 12,5%, respectivamente, foram semelhantes ($P > 0,05$) e menores apenas em relação ao CDS amonizado. Silva e Beltrão, (1999) observaram 10,0% de MM ao avaliarem o CDS *in natura*. Já Harrinson (1984) observou valores de 13,1% para a mucilagem fresca *in natura*.

O fato do pó da bateadeira ser material oriundo de varredura de galpões de processamento e armazenamento da fibra, deve ter proporcionado contaminação por partículas do solo e aumento nos teores da MM.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de FDN entre os tratamentos (Tab. 2). A silagem do CDS apresentou o maior teor ($P < 0,05$), 40,8% e o bulbilho o menor, 14,9%. O menor teor de FDN do CDS amonizado (33,7%) em relação a silagem do CDS e semelhante em relação ao feno (31,2%), demonstram que a adição de uréia pode ter solubilizado parte da hemicelulose. Rosa *et al.* (1998) e Reis *et al.* (2001) ao amonizarem feno de braquiária e fenos de gramíneas respectivamente, também observaram redução nos tores de FDN, atribuída à solubilização parcial da hemicelulose.

Tabela 2. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos (CNF) e lignina (LIG) dos componentes da planta e dos CDS

Tratamentos	FDN (%MS)	FDA (%MS)	LIG (%MS)	CNF (%MS)	NDT
Silagem do CDS	40,8 a	31,7 a	12,6 a	33,5 d	59,1 d
Feno do CDS	31,2 bc	23,3 c	9,6 a	44,5 c	64,9 c
CDS amonizado	33,7 b	26,5 b	13,3 a	22,1 e	59,6 d
Bulbilho	14,9 e	11,5 e	5,4 b	69,5 a	81,8 a
Pó da bateadeira	28,9 c	20,2 d	3,0 b	53,9 b	69,7 b
Pseudocaulé	19,9 d	12,0 e	1,5 b	72,7 a	81,7 a
Valor P	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001	<0,0001
CV%	7,16	5,96	30,63	5,81	3,57

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste SNK

Já o teor de FDN no feno do CDS, 31,2%, sugere que não houve perdas consideráveis durante o processo de fenação. As perdas de carboidratos solúveis na forragem cortada exposta ao ar são devidas principalmente à respiração e fermentação (Reis et al. 2001b). Assim, parece não ter ocorrido solubilização dos carboidratos solúveis e conseqüentemente maior concentração da FDN, já que os resultados são expressos em porcentagem da MS.

Na silagem, que obteve o maior valor de FDN ($P < 0,05$) em relação aos demais tratamentos, provavelmente ocorreram perdas durante a fermentação onde o teor de FDN encontra-se mais elevado. A fermentação de componentes solúveis da matéria seca da silagem do CDS pode ser a principal justificativa para a maior concentração de componentes da fração fibrosa (McDonald, 1991). Souza et al. (2003) e Loures et al. (2003) observaram o mesmo comportamento em silagens de capim-elefante com níveis de casca de café e diferentes níveis de compactação, respectivamente.

Os menores teores de FDN para o bulbilho, 14,9% e pseudocaule, 19,9%, os quais diferiram ($P < 0,05$) entre si, são característicos de plantas jovens com baixos teores de parede celular e de tecidos vegetais com características de armazenamento de carboidratos de reserva, respectivamente.

O pó da bateadeira apresentou 28,9% de FDN, teor maior ($P < 0,05$) que o do pseudocaule e bulbilho e que não diferiu ($P > 0,05$) do feno do CDS. O teor de FDN de do pó da bateadeira assemelha-se à de alimentos de bom valor energético como casca de mandioca, 28,6% (Marques et al., 2000) e jaca, 27,2% (Pereira et al., 2007).

Os teores de FDA (Tab. 2) diferiram entre os tratamentos ($P < 0,05$). Os menores teores ($P < 0,05$) observados entre os tratamentos foram para o bulbilho e pseudocaule, 11,5 e 12,0%, respectivamente, sem diferença ($P > 0,05$) entre ambos e devem-se, provavelmente, ao fato de serem oriundas de plantas jovens (bulbilho) ou de tecido vegetal responsável pelo acúmulo de carboidratos de reserva (pseudocaule).

O pó da bateadeira diferiu de todos os tratamentos ($P < 0,05$) e apresentou 20,2% de FDA, teores próximos ao da casca de mandioca, 20,4% de FDA (Marques et al., 2000).

Entre os tratamentos, o maior teor de FDA ($P < 0,05$) observado para a silagem do CDS, 31,7%, confirmou o aumento nos teores de parede celular devido ao efeito de diluição, possivelmente causado pela fermentação dos carboidratos solúveis.

Faria et al. (2008) ao avaliar a mucilagem sob diferentes níveis de amonização, encontraram teores de FDA próximos a 32,5% com 4% de uréia e elevação da FDA a

partir de 4 semanas de estocagem. No presente ensaio a dose de uréia de 5% e o período de estocagem de quatro semanas, não permitiu elevações no teor de FDA. Reis et al. (2001c) e Fadel et al. (2003), também observaram reduções nos níveis de FDA ao aplicarem uréia em fenos de gramíneas e palha de arroz, respectivamente,.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de lignina (Tab. 2) onde a silagem do CDS, o CDS amonizado e o feno do CDS apresentaram os maiores teores, 12,6, 13,3 e 9,6%, respectivamente e não diferiram entre si ($P > 0,05$). Os menores ($P < 0,05$) teores de lignina entre os tratamentos foram para o bulbilho (5,4%), pó da batedeira (3,0%) e pseudocaule (1,5%) que não diferiram entre si, e sugerem maior digestibilidade dos constituintes da parede celular.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de CNF entre os tratamentos, observando-se os maiores teores para o pseudocaule, 72,7% e o bulbilho, 69,5%, os quais não diferiram entre si ($P > 0,05$). Esses teores de CNF nesses alimentos sugerem os mesmos como alternativas de bom valor energético e de rápida fermentação ruminal, e são teores próximos aos do milho fubá (73,04% de CNF) apresentados nas Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes (Valadares Filho et al., 2006).

O pó de batedeira apresentou 53,9% de CNF diferindo ($P < 0,05$) dos outros tratamentos. Mesmo com teores menores de CNF em relação ao bulbilho e pseudocaule, os teores de CNF do pó da batedeira são próximos ao da casca de mandioca, (48%) observados por Marques (2000), e do farelo de trigo (40,4%) reportados por Valadares Filho et al. (2006). Além de ser alternativa como aditivo para incrementar o teor de MS, o pó da batedeira pode ser fonte de carboidratos solúveis.

Os menores teores de CNF foram observados para o CDS amonizado, silagem e feno do CDS, 22,1, 33,5 e 44,5%, respectivamente, os quais diferiram entre si ($P < 0,05$). Os teores de CNF do feno evidenciam que os processos foram bem conduzidos e ocasionaram poucas perdas de carboidratos solúveis. Comportamento semelhante observado por Nascimento et al. (2000) que não observaram grandes perdas em alfafa sob diferentes métodos de fenação.

Os teores de CNF da silagem do CDS sugerem utilização dos CNF durante os processos fermentativos. Segundo Castro Neto et al. (2003), a fermentação dos CNF por diferentes microrganismos (bactérias ácido-láticas e leveduras) presentes na silagem pode provocar extensas perdas de matéria seca, justificando o aumento proporcional da fração fibrosa.

Os teores de NDT diferiram ($P<0,05$) entre os tratamentos (Tab. 1). Os menores teores ($P<0,05$) encontrados, entre os tratamentos, foram para a silagem do CDS, 59,1% e CDS amonizado, 59,6%, que não diferiram entre si ($P>0,05$), seguido do feno do CDS, 64,9%. Esses valores podem ser considerados compatíveis quando comparados aos teores de NDT de volumosos tradicionais como silagem de milho (64,0%), silagem de sorgo (58,3%) e feno de capim tifton (55,6%) reportadas na Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes (Valadares Filho et al., 2006).

O pó da bateadeira diferiu dos demais tratamentos ($P<0,05$) e apresentou 69,7% de NDT, teor abaixo apenas do bulbilho e pseudocaule, apresentando-se próximo à de outros alimentos utilizados no semiárido, como casca de mandioca 76,6% (Ferreira et al. 2007). Já o bulbilho e o pseudocaule apresentaram os maiores teores ($P<0,05$) de NDT entre os tratamentos, 81,8 e 81,7%, respectivamente, e não diferiram entre si.

Os dados de composição bromatológica dos tratamentos avaliados apresentaram grande variação, principalmente no que diz respeito aos carboidratos da parede celular. Assim, as técnicas biológicas, como a de produção de gases são importantes para a avaliação destes alimentos.

Não houve diferença ($P>0,05$) para os valores de DIVMS entre os alimentos. A média encontrada para esse parâmetro foi de 69,9%, sendo superior a muitas forrageiras tropicais. O padrão de variação da DIVMS foi diferente do observado para o NDT, o que pode ser um indicativo de que as equações desenvolvidas em outras condições, como a sugerida pelo NRC (2001) podem não ser as mais adequadas para avaliar o valor energético dos alimentos tropicais.

Tabela 3. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), volume de gases dos carboidratos não fibrosos (vCNF), taxa de produção de gases dos carboidratos não fibrosos (kCNF), latência (L), volume de gases dos carboidratos fibrosos (vCF) e taxa de produção de gases dos carboidratos fibrosos (kCF) dos componentes da planta e dos CDS

Tratamentos	DIVMS %	vCNF	kCNF	L	vCF	kCF
Silagem do CDS	70,0	122,7 b	0,10 b	5,4 b	59,4 b	0,03
Feno do CDS	70,5	118,6 b	0,10 b	3,5 c	67,2 b	0,03
CDS amonizado	68,2	86,8 b	0,11 b	7,4 a	66,5 b	0,03
Bulbilho	67,2	113,6 b	0,17 a	3,2 c	111,7 ab	0,03
Pó da bateadeira	77,5	213,3 a	0,11 b	3,4 c	60,7 b	0,03
Pseudocaule	66,1	147,2 b	0,13 b	2,0 c	145,0 a	0,02
Média	69,9	133,7	0,12	4,2	85,12	0,12
Valor P	0,4789	0,0008	0,0162	0,0001	0,0161	0,4904
CV%	10,32	18,54	18,64	15,33	34,07	26,28

Médias seguidas de letras diferentes nas colunas diferem entre si ($P<0,05$) pelo teste SNK

Para a produção cumulativa de gases oriunda dos CNF (Tab. 3), observou-se o maior volume ($P<0,05$) para o pó da batedeira, 213,3 mL, em relação aos outros tratamentos. Esses valores sugerem que esse alimento possui carboidratos prontamente solúveis e que os mesmos podem ter colaborado para os maiores valores numéricos de DIVMS. Assim, o pó da batedeira pode ser indicado como um alimento com carboidratos de alta digestibilidade e a associação deste coproduto com alimentos protéicos de compatível degradabilidade ruminal, podem garantir sincronismo e máximo desempenho dos microrganismos ruminais, minimizando as perdas energéticas e nitrogenadas (Sniffen et al., 1992).

Quanto as taxas de produção de gases dos CNF, (kCNF) apresentadas na Tab. 3, houve diferença ($P<0,05$) apenas para o bulbilho em relação aos demais tratamentos, que apresentou o maior valor (0,17%/h).

Já para o período de latência (L), houve diferença ($P<0,05$) entre os alimentos. O menor tempo ($P<0,05$) foi para o pseudocaule (2,0 h), seguido de bulbilho (3,2 h), pó da batedeira (3,4 h) e feno do CDS (3,5 h), os quais não diferiram entre si ($P>0,05$). A mucilagem amonizada obteve o maior ($P<0,05$) tempo de latência (7,4 h).

Segundo Azevêdo et al. (2003) os componentes fibrosos dos alimentos apresentam um período de latência (L), onde não se verifica a degradação do alimento. Durante esse período, podem ocorrer hidratação das partículas do alimento, adesão e colonização no substrato pelos microrganismos ruminais, de modo que o alimento permanece inalterado no rúmen.

Houve diferença ($P<0,05$) para o vCF entre os tratamentos (Tab. 3). O maior valor ($P<0,05$) foi para o pseudocaule (145,0 mL) e bulbilho (111,7 mL), os quais não diferiram entre si. No entanto, o bulbilho não diferiu ($P>0,05$) dos demais tratamentos. Isso sugere que os teores de lignina no pseudocaule e bulbilho colaboraram para uma melhor fermentação microbiana e produção de ácido acético através da degradação da fibra.

Na Fig. 1, encontram-se o comportamento da cinética de fermentação dos carboidratos totais (CHOT) avaliado pela produção cumulativa de gases (PCG) em função do tempo de incubação para os componentes da planta e os CDS. Notou-se a superioridade do pseudocaule e do pó da batedeira. O CDS amonizado apresentou a menor PCG.

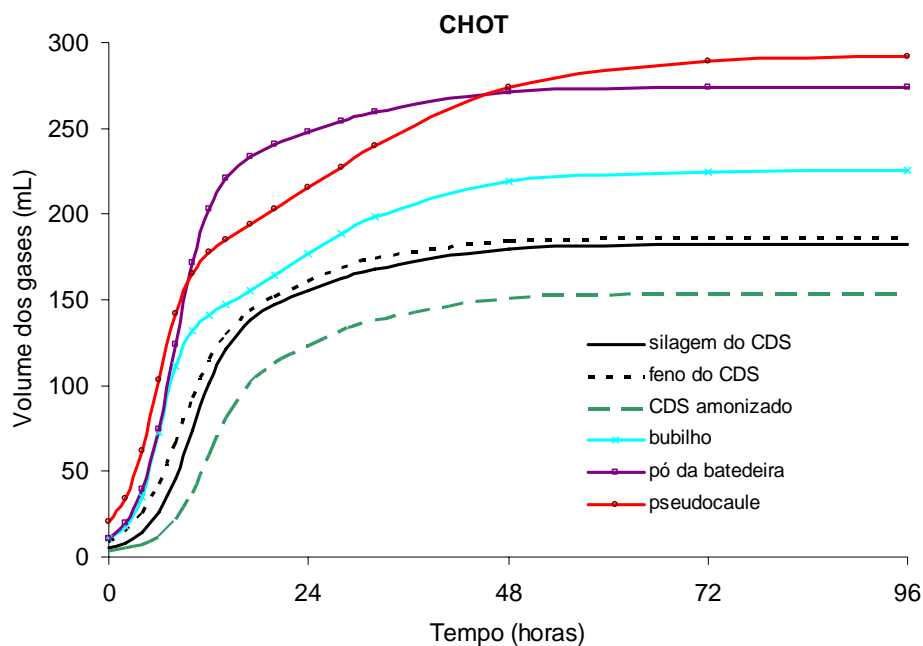


Figura 1. Produção de gases (PCG) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal

Nas primeiras 24 h de incubação *in vitro* observa-se uma maior PCG para o pó da bateadeira, porém após 48 h o pseudocaule apresentou a maior PCG. Segundo Azevêdo et al. (2003) a energia utilizada pelos microrganismos nas primeiras horas de incubação é proveniente, quase que totalmente, da fermentação dos CNF.

A curva de PCG do feno, silagem e mucilagem amonizada sugerem que o feno apresentou maior digestibilidade dos seus carboidratos e que a adição de uréia e o processo fermentativo reduziram o teor de CNF (Tab. 2) interferindo na PCG.

Na Fig. 2, são apresentados a PCG em função do tempo de incubação dos carboidratos fibrosos (gráfico a) e carboidratos não fibrosos (gráfico b) dos componentes da planta e dos CDS.

As curvas de produção de gases no gráfico (a) demonstram a maior oferta de carboidratos solúveis pelo pó da bateadeira. Já o bubilho sugere que seus teores de CNF (Tab. 2) podem ter sido fermentados a ácido propiônico. Segundo Van Soest (1994), a formação do propionato ($\text{glicose} + 2\text{H}_2 \rightarrow 2 \text{propionatos}$) é a única via que envolve a captura do hidrogênio (H_2) e não envolve a formação de dióxido de carbono (CO_2) o que não contribui para a formação direta dos gases mensurados pela técnica.

Assim, alimentos com maior concentração de fibra digestível, como o pó da bateadeira, possuem maior capacidade de produção de acetato e podem produzir maior

quantidade de gases quando comparados aos substratos ricos em amido os quais proporcionam maior produção de propionato.

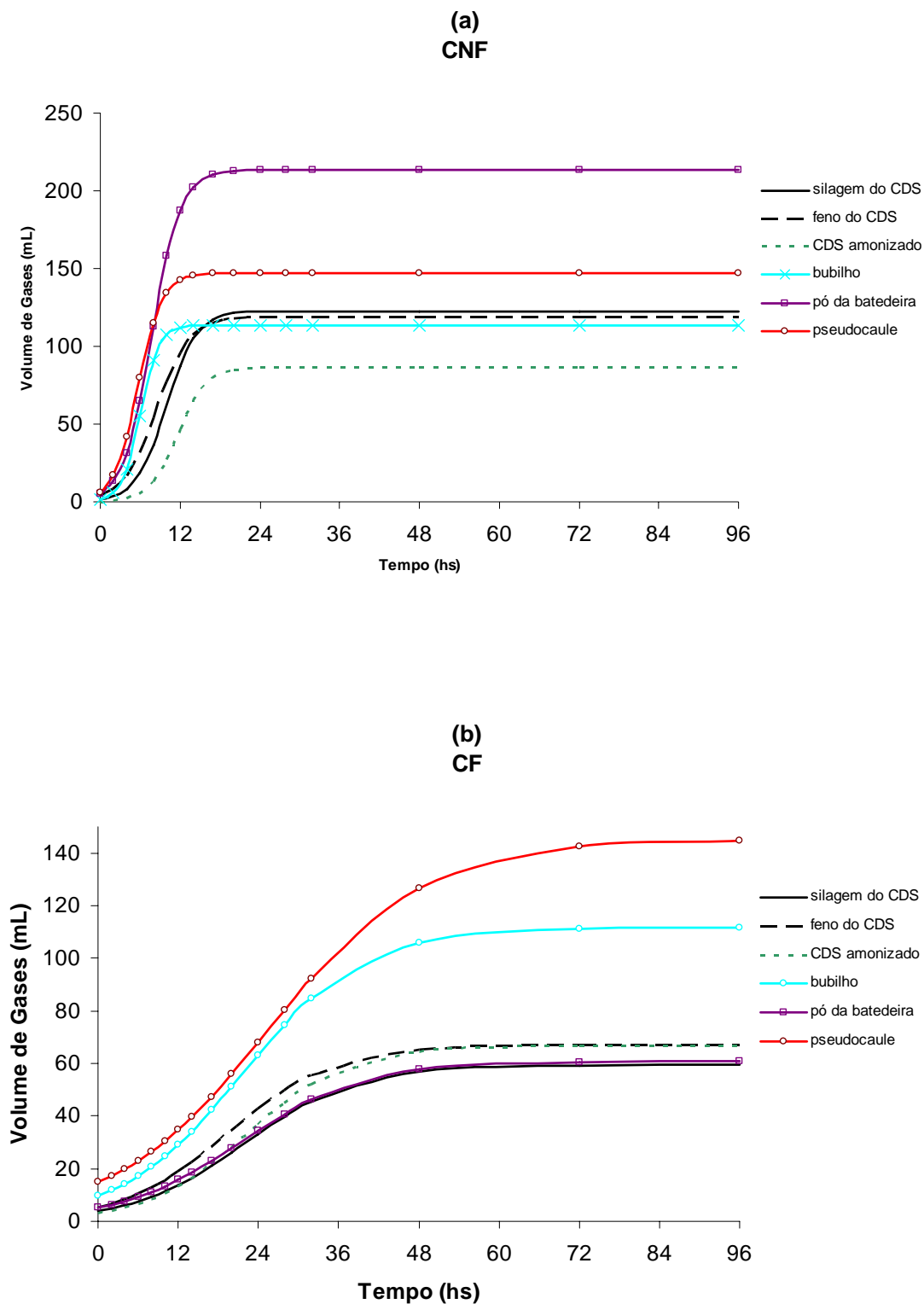


Figura 2. Produção cumulativa de gases dos carboidratos não fibrosos (CNF) e dos carboidratos fibrosos (CF) dos componentes da planta e dos coprodutos do desfibramento do sisal

O CDS amonizado apresentou menores PCG para a fração solúvel entre os tratamentos, confirmando a utilização dos mesmos durante o processo de amonização.

A curva de PCG dos carboidratos fibrosos (gráfico b) evidencia que o pseudocaule e o bulbilho são alimentos de boa digestibilidade dos constituintes da parede celular. A menor concentração de lignina, nestes alimentos, provavelmente facilita o acesso dos microrganismos aos CF. Esse comportamento de fato colaborou significativamente para que o pseudocaule obtivesse a maior PCG (Fig. 1).

A silagem do CDS, o feno do CDS e o CDS amonizado apresentaram valores semelhantes de produção de gases para a fração fibrosa e isso, mostra que a produção cumulativa de gases nesses alimentos dependem dos seus teores de CNF, que por sua vez, estão diretamente ligados ao sucesso durante o processo de ensilagem, fenação e amonização.

Devido à semelhança observada entre alguns tratamentos foi realizada uma análise multivariada visando o agrupamento dos CDS avaliados. A Fig. 3 mostra o dendograma de dissimilaridade onde, pode-se observar que os CDS foram visualmente divididos em dois grupos, sendo que um deles foi formado pelos coprodutos: silagem do CDS, feno do CDS e CDS amonizado, enquanto, o outro grupo foi formado pelos coprodutos: bulbilho, pseudocaule e pó de bateadeira. Porém considerando as distâncias de dissimilaridade dentro de cada grupo, observou-se que a silagem do CDS e o feno do CDS apresentaram menor dissimilaridade e no outro grupo, o bulbilho e o pseudocaule foram os mais similares para as características de valor nutricional avaliadas.

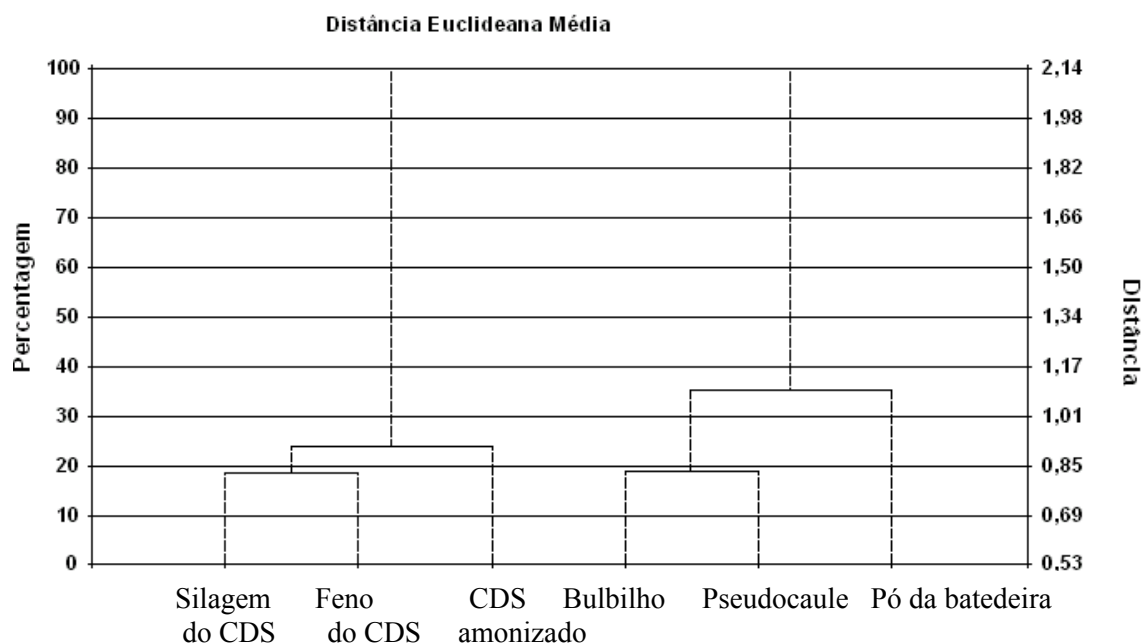


Figura 3. Dendrograma de dissimilaridade do valor nutricional entre seis CDS.

Considerando todos os resultados apresentados anteriormente, os coprodutos: silagem do CDS, feno do CDS e CDS amonizado apresentaram características para serem utilizados como substituto parcial de alimentos volumosos enquanto, os demais (bulbilho, pseudocaule e pó da bateadeira) seriam opções para serem utilizados como substitutos parciais de concentrados energéticos.

CONCLUSÕES

A amonização elevou os teores de PB da mucilagem, entretanto reduziu os teores de CNF e PCG.

A ensilagem demonstrou ser uma boa alternativa para armazenamento do coproduto do desfibramento do sisal, porém o uso de aditivos sequestrantes de umidade deve ser recomendado.

O pó da bateadeira, pseudocaule e bulbilho apresentaram potencialidade para uso como fontes energéticas na alimentação de ruminantes, enquanto que, a silagem e feno do CDS, além do CDS amonizado, apresentaram potencialidade para uso como volumosos na alimentação de ruminantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. C., BERNARDES, T. F., SIQUEIRA, G. R. et al. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.532-539, 2007

AZEVÊDO, J. A. G., PEREIRA, J. C., QUEIROZ, A. C. et al. Composição Químico-Bromatológica, Fracionamento de Carboidratos e Cinética da Degradação *in vitro* da Fibra de Três Variedades de Cana-de-Açúcar (*Saccharum spp.*). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1443-1453, 2003

BORGES, M. F., FUKUDA, W. M. G., ROSSETI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 11, p. 1559-1565, nov. 2002

CARVALHO, G. G. P., PIRES, A. J. V., VELOSO, C. M. et al. Valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com quatro doses de uréia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.125-132, jan. 2006

CASTRO NETO, A.G. **Avaliação de silagens de cana-de-açúcar submetidas a diferentes tratamentos**. 2003. 53f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte

CONAB. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 29 junho 2009

DIAS, A. M., SILVA, F. F., VELOSO, C. M. et al. Bagaço de mandioca em dietas de novilhas leiteiras: consumo de nutrientes e desempenho produtivo. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.987-995, 2008

FADEL, R.; ROSA, B.; OLIVEIRA, I.P. et al. Avaliação de diferentes proporções de água e de uréia sobre a composição bromatológica da palha de arroz. **Ciência Animal Brasileira**, v.4, n.2, p.101-107, 2003.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C. et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**. Vol.37, nº 03, Viçosa, Março, 2008.

FERREIRA, G. D. G., OLIVEIRA, R. L., CARDOSO, E. C. et al. Valor Nutritivo de Co-produtos da Mandioca. **Revista Brasileira de Saúde Produção Animal**. An., v.8, n.4, p. 364-374, out/dez, 2007

IBGE – FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTÍSTICAS – Sistemas IBGE de Recuperação Automática. Disponível em <http://www.sidra.Ibge.gov.bov.br/>. Acessado em 28 de junho de 2009

GESUALDI, A.C.L.S.; SILVA, J.F.C.; VASQUEZ, H.M. et al. Efeito da amonização sobre a composição, a retenção de nitrogênio e a conservação do bagaço e da ponta de cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.508-517, 2001.

HARRINSON, D.G. **Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminates**. Revista Mundial de Zootecnia, v.49, 1984

JOHNSON, R.A., WICHERN, D.W. **Applied multivariate statistical analysis**. Second Edition. Prentice Hall, Wisconsin. 1988. 607p.

LOURES, D. R. S., GARCIA, R., PEREIRA, O. G. et al. Características do Efluente e Composição Químico-Bromatológica da Silagem de Capim-Elefante sob Diferentes Níveis de Compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1851-1858, 2003 (Supl. 2)

MARQUES, J. A., PRADO, I. N., ZEOULA, L. M. et al. Avaliação da Mandioca e Seus Resíduos Industriais em Substituição ao Milho no Desempenho de Novilhas Confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(5):1528-1536, 2000

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

NASCIMENTO, J. M., COSTA, C., SILVEIRA, A. C. et al. Influência do Método de Fenação e Tempo de Armazenamento sobre a Composição Bromatológica e Ocorrência de Fungos no Feno de Alfafa (*Medicago sativa*, L. cv. Flórida). **Revista Brasileira de Zootecnia**, 29(3):669-677, 2000

PEREIRA, L.G.R.; ARAÚJO, G.G.L.; VOLTOLINI, T.V.; et al. Manejo Nutricional de Ovinos e Caprinos em Regiões Semiáridas In: PECNORDESTE-2007, 08, Fortaleza, CE. **Anais....Fortaleza**, 2007. 14p

PEREIRA, L.G.R.; BRANDÃO, L.G.N.; ARAGÃO, A.S.L.; et al. Relação entre pressão e volume para implantação da técnica in vitro semi-automática de produção de gases na avaliação de recursos alimentares no trópico semiárido In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 46, 2009, **Anais ... Maringá**, PR-UEM, SBZ, 2009.

PEREIRA, L. G. R., MAURÍCIO, R. M. M., AZEVÊDO, J. A. G. et al. Composição bromatológica e cinética de fermentação ruminal *in vitro* da jaca dura e mole (*Artocarpus heterophyllus*). **Livestock Research for Rural Development** 19 (3) 2007b

REIS, R.A., MOREIRA, A.L., PEDREIRA, M.S. Técnicas para produção e conservação de fenos de forrageiras de alta qualidade. P. 1 – 39. Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá) **Anais... Maringá** : UEM/CCA/DZO, 2001b. 319P

REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. et al. Composição química e digestibilidade de fenos tratados com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.666-673, 2001.

REIS, R. A., RODRIGUES, L. R. A., RESENDE, K. T. et al. Avaliação de Fontes de Amônia para o Tratamento de Fenos de Gramíneas Tropicais. 2. Compostos Nitrogenados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, 30(3):682-686, 2001.

ROSA, D.; REIS, R.A.; RESENDE, K.T. et al. Valor nutritivo do feno de *Brachiaria decumbens* Stapf. cv. Basilisk submetido a tratamento com amônia anidra ou uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, n.4, p.815-822, 1998.

SILVA, F. F., AGUIAR, M. S. M. A., VELOSO, C. M. et al. Bagaço de mandioca na ensilagem do capim-elefante: qualidade das silagens e digestibilidade dos nutrientes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.719-729, 2007

SILVA, O.R.F. da; BELTRAO, N.E. de M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 205p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

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

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

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p. 1985.

THEODOROU, M.K.; WILLIAMS, B.A.; DHANOA, M.S. et al. A simple gas production method using a pressure transducer to determine the fermentation kinetics of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.48, p.185-197, 1994.

VALADARES FILHO, S.C.; MAGALHÃES, K.A.; ROCHA JR., V.R. et al. **Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos**. 2.ed. Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 329p.

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

Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade das silagens do coproduto do desfibramento do sisal

[Additives *Effect on chemical composition and quality of sisal co-product silage*]

Luiz Gustavo Neves Brandão¹, Luiz Gustavo Ribeiro Pereira^{2*}, José Augusto Gomes Azevêdo³, Rafael Dantas dos Santos⁴, Alex dos Santos Lustosa Aragão⁵, André Luis Alves Neves², Gherman Garcia Leal de Araújo⁴, Wellington Neves Brandão⁴

¹Mestrando em Ciência Animal - UESC – Ilhéus, BA

²Embrapa Gado de Leite - Rua Eugênio do Nascimento, 610 - Dom Bosco
36038-330 - Juiz de Fora - MG

Tel.: (32) 3249 4700 – Juiz de Fora, MG – luiz.gustavo@cnp.gl.embrapa.br

³Departamento de Ciências Agrárias e Ambientais – UESC – Ilhéus, BA

⁴Embrapa Semiárido – Petrolina, PE

⁵Aluno de pós graduação – UNIVASF – Petrolina, PE

RESUMO

Foram avaliados as características fermentativas e o valor nutricional da silagem do coproduto do desfibramento do sisal (CDS) submetido a sete tratamentos (aditivos). O CDS foi ensilado *in natura* e com os aditivos: farelo de soja, uréia, farelo de trigo, torta de dendê, pó da bateadeira, torta de licuri e torta de algodão. Foram utilizados silos experimentais com capacidade para aproximadamente 15 kg de silagem. Avaliou-se a composição bromatológica, os nutrientes digestíveis totais e o perfil fermentativo, 60 dias após a ensilagem. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente casualizado com três repetições. O CDS *in natura* apresentou baixo teor de matéria seca (MS), 12,3% e as silagens com aditivos protéicos (AP) e não protéicos (ANP) aumentaram os teores de MS, com exceção da uréia. Os tratamentos com farelo de soja e a uréia apresentaram os maiores teores de proteína bruta (PB), 27,2 e 21,5%, respectivamente. O tratamento *in natura* e aditivado com torta de licuri apresentaram os menores valores de fibra em detergente neutro (FDN), 42,9 e 42,3%, respectivamente, e a torta de dendê elevou esses teores a 66,2%, o maior entre as silagens. As silagens foram consideradas de excelente ou boa qualidade. O pó da bateadeira, co-produto de ampla disponibilidade e baixo custo na região do sisal destaca-se como potencial aditivo para produção de silagens.

Palavras-chave: *Agave sisalana*, nutrição, ruminantes, volumoso

ABSTRACT

Were evaluated the fermentation profile and nutritional value of sisal co-product silage (SC) subjected to seven treatments (additives). The SC was ensiled in natura and added with: soy meal, urea, wheat meal, palm cake, A. sisalana dust, licuri cake and cottonseed cake. Were used experimental silos with capacity for approximately 15 kg of silage. The silos were opened 60 days after ensilage process. Was used a completely randomized design with three replications. The SC in natura present lows values of dry mater (DM) 12.3% and the additives increased silages dry matter, exceed for urea. The soy meal an urea present the high values of crude protein (CP), 27.2 and 21.5%, respectively. The SC in natura and with licuri cake presents the low levels of neutral detergent fiber (NDF), 42.9 and 42.3%, respectively, the palm meal increased this values for 66.2%. The silages were qualified as good or excellent. The A. sisalana dust stands out as a potential additive for sisal silage production.

Keywords: Agave sisalana, nutrition, ruminants, roughage

INTRODUÇÃO

A região semiárida nordestina é a principal região produtora de sisal (*Agave sisalana*, Perrine) do Brasil CONAB (2007), devido principalmente às características edafoclimáticas que favorecem a produção desta Agavácea.

A “mucilagem”, principal coproduto gerado após a obtenção da fibra das folhas do sisal, é utilizada como alimento volumoso para os animais na região (SILVA et al., 2005), porém poucos trabalhos fornecem dados sobre seu valor nutricional e suas possíveis formas de armazenamento.

A silagem é uma das opções para o armazenamento de alimento para o período de escassez. Porém, o processo é complexo, envolve vários fatores inter-relacionados, como espécies vegetais utilizadas e características físico-químicas da forragem, às condições climáticas, à condução das operações de ensilagem e à extensão do período de conservação (FREITAS et al., 2006).

Faria et al. (2008b) ao avaliarem a composição bromatológica do coproduto do sisal amonizado com uréia, sugeriram pesquisas com a adição de seqüestramentos de umidade, como forma de evitar a perda da qualidade do produto final.

A inclusão de produtos externos (os aditivos), ao processo de ensilagem tem como função prevenir as fermentações secundárias, seqüestrando umidade e melhorando a estabilidade aeróbia da silagem produzida (HENDERSON, 1993). Além disso, dependendo da qualidade nutricional do material utilizado como aditivo absorvente, pode-se melhorar o valor nutritivo da silagem.

Faria et al. (2008) constataram que a uréia elevou o teor protéico do coproduto do desfibramento do sisal estocado. A decisão pelo tipo de material a ser utilizado como aditivo, depende não somente dos seus efeitos positivos, mas também da sua viabilidade econômica.

Nesse contexto, nas regiões produtoras de sisal, alguns alimentos regionais de baixo custo podem ser uma alternativa para a melhoria da qualidade das silagens do coproduto do sisal. Dentre eles destacam-se as tortas de licuri e de dendê, produzidos e encontrados comumente na região, além do “pó da bateadeira” (material oriundo da varredura dos galpões de armazenamento e processamento da fibra). Todos esses aditivos são considerados alimentos energéticos e a comparação destes com alimentos protéicos, bem como com outros alimentos tradicionais considerados referência (farelo de trigo e de soja), utilizados na forma de aditivos para silagem são importantes.

Assim, foi realizado este trabalho com o objetivo de avaliar os efeitos dos aditivos protéicos (farelo de soja, uréia e torta de algodão) e não protéicos (farelo de trigo, torta de dendê, torta de licuri e pó da bateadeira) na silagem do coproduto do desfibramento do sisal, sobre as características fermentativas e composição bromatológica destas silagens.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi conduzido nas dependências da Embrapa Semiárido em Petrolina-PE e os coprodutos do desfibramento do sisal foram obtidos de propriedades localizadas na região sisaleira de Valente-BA. Analisou-se a composição bromatológica e o perfil fermentativo das silagens do coproduto do desfibramento do sisal (CDS) sob os seguintes tratamentos: CDS *in natura*, CDS + aditivos protéicos (CDS mais 10% de farelo de soja, CDS mais 0,5% de uréia e CDS mais 10% de farelo de algodão) e CDS + aditivos não protéicos (CDS mais 10% de farelo de trigo, CDS mais 10% de torta de dendê, CDS mais 10% de pó de bateadeira e CDS mais 10% de torta de licuri). Todas as proporções foram calculadas com base na matéria natural.

Os aditivos foram adquiridos em casa comercial e o coproduto do sisal (polpa obtida do desfibramento), foi coletado em fazendas nas proximidades da cidade de Valente-BA. O coproduto foi obtido após o processamento das folhas de sisal em máquina denominada “Paraibana”, de fabricação artesanal. Esta máquina separou a polpa (mucilagem) das fibras mediante a raspagem mecânica da folha. Posteriormente, o coproduto foi processado em peneira rotativa manual (Silva et al., 1998), para retirada do excesso de fibras.

A composição bromatológica dos aditivos utilizados nas silagens encontram-se na Tab. 1.

Tabela 1. Valores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato etéreo (EE) dos aditivos utilizados nas silagens de coproduto do sisal

ADITIVOS	MS %	PB %MS	FDN %MS	FDA %MS	EE %MS
Farelo de soja	91,9	47,4	16,8	14,2	2,0
Farelo de trigo	90,5	17,1	47,9	16,2	2,3
Torta de dendê	91,1	12,5	74,3	48,7	8,5
Pó da bateadeira	87,1	5,9	28,9	20,2	0,1
Torta de licuri	86,1	6,4	52,9	38,0	7,7
Torta de algodão	92,7	40,4	67,3	33,9	7,6

Para a obtenção das silagens foram utilizados baldes de polietileno com tampa (silos experimentais) com capacidade para aproximadamente 15 kg de silagem. Os silos experimentais foram previamente pesados, e o coproduto devidamente compactado. Os silos foram pesados após o fechamento e antes da abertura (60 dias após a ensilagem). Determinou-se a recuperação de matéria seca como descrito em Jobim et al. (2007) e calculado pela fórmula: $RMS = (M_{Fab} \times MS_{ab}) / (M_{Ffe} \times MS_{fe}) \times 100$, em que: RMS: taxa de recuperação de matéria seca (%); M_{Ffe} : massa de forragem no fechamento (kg); MS_{fe} : teor de matéria seca da forragem no fechamento (%); M_{Fab} : massa de forragem na abertura (kg); MS_{ab} : teor de matéria seca da forragem na abertura (%).

As amostras das silagens após abertura dos silos foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 h, processadas em moinhos com peneiras dotadas de crivos de 1 mm e acondicionadas em frascos de polietileno. As amostras foram analisadas para: matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), extrato etéreo (EE), proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) e cinzas, segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). Os teores de carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pelas equações: $CHOT = 100 - (PB\% + EE\% + MM\%)$ e $CNF = 100 - (PB\% + EE\% + MM\% + FDN\%)$ de acordo com Sniffen *et al.* (1992)

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram estimados a partir da equação somativa: $NDT = PBD + 2,25 \times EED + FDN_{cpD} + CNFD$, (NRC, 2001) em que PBD, EED, FDN_{cp} e CNFD significam, respectivamente, proteína bruta digestível, extrato etéreo digestível, fibra em detergente neutro (isenta de cinzas e proteína) digestível e carboidratos não-fibrosos digestíveis.

Imediatamente após a abertura dos silos, com auxílio de prensa manual, foi obtido o suco da silagem, o qual foi utilizado para a determinação do pH em

potenciômetro de hidrogênio. O teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total ($N-NH_3/NT$) foi dosado após destilação com óxido de magnésio e cloreto de cálcio (AOAC, 1980).

Para análise dos ácidos orgânicos, 10 mL do suco foram diluídos em água, acidificados com ácido sulfúrico 50% e filtrados em papel de filtro tipo Whatman de acordo com as recomendações de Kung Junior e Ranjit (2001). Em 2 mL do filtrado adicionou-se 1 mL de ácido metafosfórico á 20%, sendo essa amostra centrifugada e utilizada o sobrenadante para análise dos ácidos orgânicos. As análises dos ácidos orgânicos (ácido láctico, ácido acético e ácido butírico) foram efetuadas por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC).

Os parâmetros de qualificação das silagens adotados no presente trabalho foram os sugeridos por Tomich *et al.* (2003) sendo atribuída uma pontuação de acordo com os valores encontrados para: pH associado ao conteúdo de MS, $N-NH_3/NT$ e teores de ácido butírico e ácido acético. Após a soma das pontuações cada silagem recebeu a qualificação péssima, ruim, regular, boa ou excelente.

O experimento foi analisado segundo delineamento inteiramente casualizado com três repetições. A comparação entre tratamentos foi realizada pela decomposição da soma de quadrados, relacionada ao aditivo por meio de contrastes ortogonais.

O primeiro contraste foi realizado para avaliar o efeito de aditivos protéicos em relação à silagem *in natura*. No segundo contraste avaliou-se o efeito de aditivos não protéicos em relação à silagem *in natura*. O teste de Dunnett foi aplicado quando houve significância para o primeiro e/ou segundo contraste, comparado os aditivos dentro de cada contraste com o tratamento *in natura*. O terceiro contraste possibilitou avaliar o efeito de aditivos protéicos em relação aos aditivos não protéicos. O teste de média SNK (Student-Newman-Keuls) foi aplicado quando houve significância no terceiro contraste.

Apenas para o teste de média SNK utilizou-se o programa programa SAEG e os demais procedimentos estatísticos foram conduzidos pelo programa SAS (*Statistical Analysis System, 1985*), adotando-se 0,05 como nível crítico de probabilidade para o erro tipo I.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença ($P < 0,05$) para os valores de MS no material *in natura* em relação aos tratamentos com aditivos protéicos e não protéicos (Tab. 2). A silagem do CDS *in natura* apresentou 12,3% de MS, valor menor ($P < 0,05$) em relação às silagens com aditivos, com exceção para aquela aditivada com uréia. Os baixos teores de MS são características das Agaváceas, fato comprovado pelo escoamento natural de efluentes da massa de mucilagem, denominados regionalmente como “suco do sisal”. Ferreira et al. (1977) citado por Silva, (1998) concluíram que, uma vez removidas parte desse suco e as fibras longas do CDS, este se mostra semelhante à cana de açúcar picada, em termos de valor nutricional.

Os aditivos protéicos (AP) utilizados elevaram significativamente ($P < 0,05$) o teor de MS em relação à silagem *in natura*, com exceção da uréia, já que este aditivo teve menor representatividade em relação a massa ensilada. Comportamentos semelhantes foram observados por Schmidt *et al.* (2007) e Ferreira *et al.* (2007) em silagens de cana-de-açúcar com uréia.

Já os aditivos não protéicos (ANP) elevaram significativamente ($P < 0,05$) o teor de MS de todas as silagens quando comparados com a silagem *in natura*. Comparando as silagens com AP e ANP observou-se que àquelas aditivadas com torta de dendê (19,0% de MS) e licuri (19,4% de MS) foram as que possuíram maior concentração de MS ($P < 0,05$) em relação aos demais aditivos, com exceção para a torta de algodão que também não diferiu ($P > 0,05$) dos tratamentos com farelo de soja, farelo de trigo e pó da bateadeira.

Segundo McDonald et al. (1991) aditivos absorventes de umidade são utilizados para elevar o teor de MS das silagens, reduzirem a produção de efluentes e aumentarem o valor nutritivo. Apesar da efetividade no incremento dos teores de MS, os valores encontrados, foram inferiores aos 20%, limite recomendado por McDonald et al. (1991) como suficientes para se produzir uma silagem de boa qualidade quando não existe limitação de carboidratos solúveis.

Dessa forma, os baixos teores de MS, constituem-se fator limitante no armazenamento do CDS na forma de silagem. Assim, a pré-secagem ou a inclusão de maiores níveis de aditivos em relação aos utilizados no presente ensaio podem ser indicados.

Tabela 2. Teores de matéria seca (MS), nitrogênio amoniacal como parte do nitrogênio total (N-NH₃), pH e recuperação de matéria seca (RMS) das silagens do CDS *in natura* e com diferentes aditivos

TRATAMENTOS		MS (%)	N-NH ₃ /NT (%MS)	pH	RMS
CDS <i>in natura</i>		12,3	5,1	4,1	85,6
Aditivos protéicos	CDS + Farelo de soja	17,0 *b	6,5 *a	4,9 *a	84,5
	CDS + uréia	11,8 c	7,9 *a	4,5 ab	85,0
	CDS + Torta de algodão	18,1 *ab	6,6 *a	4,7*ab	81,7
	Médias	15,6	7,0	4,7	83,7
Aditivos não protéicos	CDS + Farelo de trigo	17,3 *b	5,6 ab	4,4 ab	87,5 ab
	CDS + Torta de dendê	19,0 *a	5,0 ab	4,6 ab	89,7 a
	CDS + Pó da bateadeira	17,1 *b	3,8 *b	4,2 b	90,9 a
	CDS + Torta de licuri	19,4 *a	3,1 *b	3,7 c	91,6 a
	Médias	18,2	4,4	4,2	89,9
Contraste					
In natura x Aditivos protéicos		**	**	**	ns
In natura x Aditivos não protéicos		**	**	ns	ns
Aditivos protéicos x Aditivos não protéicos		**	**	**	**
CV%		3,3	14,5	5,4	6,3

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem (P<0,05) pelo teste SNK

Médias seguidas por asterisco na coluna e dentro das fontes de aditivos diferem da testemunha (silagem *in natura*) pelo teste de Dunnett (P<0,05)

O teor de N-NH₃/NT é indicativo da proteólise durante o processo da ensilagem e segundo Tomich et al. (2003) silagens de boa qualidade não devem apresentar valores superiores a 10% de N-NH₃/NT.

Como pode ser observado na Tab. 2, houve diferença (P<0,05) para N-NH₃/NT entre as silagens com AP em relação à silagem *in natura*, sendo que as silagens aditivadas com AP apresentaram maiores valores.

Nas silagens com ANP houve diferença significativa (P<0,05) em relação à silagem *in natura* apenas as silagens com pó de bateadeira e torta de licuri, as quais apresentaram valores inferiores. Já quando comparado com o grupo com AP, houve diferença (P<0,05) onde os tratamentos aditivados com farelo de soja, uréia e torta de algodão foram os que possuíram maior concentração de N-NH₃/NT e diferiram (P<0,05) dos tratamentos aditivados com pó da bateadeira e torta de licuri, os quais não diferiram entre si (P>0,05). As silagens aditivadas com farelo de trigo e torta de dendê não diferiram (P>0,05) das demais silagens.

Os maiores teores de N-NH₃/NT nas silagens com AP pode ser explicado pelo maior aporte de substrato protéico para proteólise fornecido por esses aditivos.

Bernadino *et al.* (1997) encontraram valores entre 1,2 a 2,5% de N-NH₃/NT para silagens de sorgo. Já Rosa *et al.* (2004) observaram teores de 5,2 a 8,0% para silagens de diferentes híbridos de milho. Os teores de N-NH₃/NT encontrados no presente trabalho não ultrapassaram 10%, nível máximo admitido para silagens de boa qualidade e foram próximos aos observados para silagens de materiais tradicionais como o milho (Rosa *et al.*, 2004) e o sorgo (Bernadino *et al.*, 1997).

Os valores de pH (Tab. 2) da silagem *in natura* diferiram (P<0,05) apenas quando contrastadas com as silagens com AP.

Houve diferença (P<0,05) entre os tratamentos com AP e ANP. As silagens com AP não diferiram entre si para os valores de pH. A silagem aditivada com farelo de soja (4,9) foi o tratamento com maior pH (P<0,05) e diferiu dos tratamentos com pó da bateadeira e torta de licuri, 4,2 e 3,7% respectivamente, sendo que estas silagens diferiram entre si (P<0,05) e a silagem aditivada com licuri foi a que apresentou menor pH (P<0,05), entretanto os demais tratamentos não diferiram (P>0,05) do tratamento com pó da bateadeira.

Os valores ideais de pH para promover eficiente conservação da massa ensilada devem estar entre 3,6 e 4,2 (McDonald *et al.*, 1991). As silagens com CDS *in natura* (pH = 4,1), CDS mais torta de licuri (pH = 3,7) e CDS mais pó da bateadeira (pH = 4,2) encontraram-se nessa faixa de variação. Os demais tratamentos apresentaram valores de pH acima de 4,2, o que, segundo Tomich *et al.*, (2003) pode não ser suficiente para inibir totalmente o crescimento dos clostrídios, levando em consideração o baixo teor de MS do material. Entretanto, não só o valor final do pH é importante para a conservação da silagem, mas também a rápida acidificação do meio, responsável pela desnaturação das enzimas que degradam as proteínas (WOOLFORD, 1984). Mesmo com o pH acima da faixa recomendada, as silagens podem ser de boa qualidade, já que os valores de N-NH₃/NT foram baixos.

Quanto aos valores de recuperação de matéria seca (RMS) (Tab. 2), não houve diferença (P>0,05) entre as silagens do CDS *in natura* e com aditivos. Entretanto os ANP apresentaram maiores valores de RMS nas silagens quando contrastadas com o grupo com AP. Os tratamentos com torta de licuri, pó da bateadeira e torta de dendê obtiveram os maiores valores de RMS, 91,6, 90,9 e 89,7%, respectivamente, que, por sua vez, não diferiram da silagem com farelo de trigo, 87,5%.

O aditivo torta de algodão foi o que proporcionou menor RMS nas silagens, 81,7%, o que pode ter refletido nos maiores teores de pH e N-NH₃/NT das mesmas. É válido considerar que o efluente das silagens carrega compostos nitrogenados, açúcares, ácidos orgânicos e sais minerais sendo a RMS um fator importante na qualidade de silagens.

Os teores de ácido láctico e ácido acético não diferiram ($P>0,05$) nas silagens com AP e ANP em relação ao material *in natura* e entre eles (Tab. 3).

Segundo Tomich et al. (2003) é difícil estabelecer níveis de ácido láctico como parâmetro para avaliação de silagens, visto que os níveis ótimos pode alterar-se com a capacidade de tamponamento da forragem e com o teor de umidade da silagem. Apesar de todos os ácidos contribuírem para a redução do pH da silagem, o ácido láctico possui papel fundamental nesse processo e teores maiores estão relacionados a baixos valores de pH.

Tabela 3. Teores de ácidos orgânicos das silagens do CDS *in natura* e com diferentes aditivos

TRATAMENTOS		Ac. láctico (%MS)	Ac. acético (%MS)	Ac. butírico (%MS)
	CDS <i>in natura</i>	3,5	2,2	0,03
Aditivos protéicos	CDS + Farelo de soja	6,6	2,4	0,04
	CDS + uréia	6,5	2,8	0,05
	CDS + Torta de algodão	5,5	2,9	0,05
	Médias	6,2	2,7	0,05
Aditivos não protéicos	CDS + Farelo de trigo	3,0	2,6	0,06 *
	CDS + Torta de dendê	3,7	2,8	0,07 *
	CDS + Pó da bateadeira	2,6	2,5	0,05
	CDS + Torta de licuri	3,2	3,3	0,06 *
	Médias	3,1	2,8	0,06
Contraste				
	In natura x Aditivos protéicos	ns	ns	ns
	In natura x Aditivos não protéicos	ns	ns	**
	Aditivos protéicos x Aditivos não protéicos	ns	ns	ns
	CV%	34,5	17,6	23,8

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem ($P<0,05$) pelo teste SNK
Médias seguidas por asterisco na coluna e dentro das fontes de aditivos diferem da testemunha (silagem *in natura*) pelo teste de Dunnett ($P<0,05$)

No presente estudo observou-se médias para os teores de ácido láctico de 3,5; 6,2 e 3,1 para os tratamentos *in natura*, AP e ANP. Kung Jr. (2001) sugeriu teores de 6 a

10% de ácido lático como ideais para silagens de capim tropicais e estes teores só foram observados nos tratamentos com farelo de soja e torta de algodão. Rocha Jr *et al.* (2000) encontraram valores entre 2,8 e 3,4% de ácido lático para silagens de sorgo. Já Ferrari Jr e Lavezzo (2001) encontraram 3,5% para silagem de capim-elefante acrescido de farelo de mandioca. Rodrigues *et al.* (2004) e Possenti *et al.* (2005) em ensaios com silagens milho, encontraram valores médios de 2,7% e 3,7% de ácido lático, respectivamente.

Silagens bem conservadas devem apresentar concentrações reduzidas de ácido acético e, teores acima de 2,5% podem comprometer os valores finais de pH (TOMICH *et al.*, 2003). No presente estudo a silagem do CDS *in natura*, aditivada com farelo de soja ou pó da batedeira foram àquelas que se enquadraram nas recomendações de Tomich *et al.* (2003).

Houve diferença ($P < 0,05$) para os valores de ácido butírico (Tab. 3) apenas no grupo com ANP em relação ao material *in natura*, exceto para o CDS mais pó da batedeira que apresentou teores de ácido butírico semelhante às silagens *in natura* e com AP. O teor de ácido butírico pode ser considerado um dos principais indicadores negativos da qualidade do processo fermentativo. Segundo Tomich *et al.* (2003), teores abaixo de 0,1% correspondem a silagens de excelente qualidade e estes valores foram alcançados por todos os tratamentos, demonstrando boa qualidade e o controle das fermentações indesejáveis.

Rocha Jr. *et al.* (2000) encontraram valores de 0 a 0,09% ácido butírico para silagens de sorgo e Rodrigues *et al.* (2004) obtiveram valores de 0,001 a 0,003% de ácido butírico para silagens de milho. Não foram encontradas na literatura relatos de avaliação de ácidos orgânicos em silagens de CDS, porém os valores observados são compatíveis com os observados para silagens de materiais referência, como o milho e o sorgo.

Houve diferença ($P < 0,05$) entre os contraste dos tratamentos *in natura* x AP e *in natura* x ANP para os teores de PB (Tab. 4) das silagens com e sem aditivos. Dentro do grupo das silagens com AP, todos os tratamentos diferiram ($P < 0,05$) do tratamento *in natura*. Já dentro do grupo das silagens aditivadas com ANP apenas as silagens com farelo de trigo e dendê apresentaram diferença ($P < 0,05$) em relação ao tratamento *in natura*.

Tabela 4. Teores de proteína bruta (PB), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA), extrato etéreo (EE), cinzas e nutrientes digestíveis totais (NDT) das silagens do CDS *in natura* e com diferentes aditivos

TRATAMENTOS		PB (%MS)	PIDN (%MS)	PIDA (%MS)	EE (%MS)	Cinzas (%MS)	NDT (%MS)
CDS <i>in natura</i>		9,5	3,2	1,1	4,7	13,8	61,1
Aditivos protéicos	CDS + Farelo de soja	27,2 *a	3,6 c	0,7 e	3,4 d	12,7 ab	62,5
	CDS + uréia	21,5 *b	3,1 d	1,1 d	4,6 c	14,9 a	52,7 *
	CDS + Torta de algodão	18,0 *c	5,5 *a	1,4 c	6,8 a	12,6 ab	55,4 *
	Médias	22,2	4,1	1,1	4,9	13,4	56,9
Aditivos não protéicos	CDS + Farelo de trigo	14,6 *d	2,6 *e	0,8 e	3,4 d	10,0 *bc	61,7
	CDS + Torta de dendê	11,1 *e	4,0 *b	2,1 *a	7,2 a	9,2 *c	54,9 *
	CDS + Pó da bateadeira	9,2 f	3,1 d	1,3 c	3,5 d	15,4 a	52,4 *
	CDS + Torta de licuri	9,6 f	4,1 *b	1,8 *b	5,6 b	11,7 abc	62,1
	Médias	11,1	3,4	1,5	4,9	11,6	57,8
Contraste							
In natura x Aditivos protéicos		**	**	ns	ns	ns	**
In natura x Aditivos não protéicos		**	**	**	ns	**	**
Aditivos protéicos x Aditivos não protéicos		**	**	**	**	**	ns
CV%		3,2	4,5	8,4	4,8	8,8	

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) pelo teste SNK

Médias seguidas por asterisco na coluna e dentro das fontes de aditivos diferem da testemunha (silagem *in natura*) pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$)

A silagem do CDS com farelo de soja obteve o maior ($P < 0,05$) valor de PB, (27,2% de PB) seguido do tratamento com uréia e torta de algodão (21,5 e 18,0% de PB, respectivamente). A torta de licuri e o pó da bateadeira não incrementaram o valor protéico das silagens devido ao menor teor de PB destes aditivos, resultando em menor teor de PB ($P < 0,05$) e os seus valores não diferiram entre si. Contudo, os valores médios de PB encontrados para todos os tratamentos estão acima do exigido (7%) pela microbiota ruminal para uma fermentação ruminal normal (Van Soest, 1994).

Os valores de PB encontrados para o CDS estão de acordo com o estudo realizado por Faria *et al.* (2008a) quando avaliaram o CDS amonizado, e encontraram valores de PB de 11 e 14% para o CDS *in natura* e amonizado, respectivamente. Já em outro ensaio, Faria *et al.* (2008b) ao avaliarem o CDS submetido a auto fermentação encontraram teores próximos a 9% de PB no CDS *in natura*.

A utilização de aditivos para incremento nos teores de PB pode ser observada em vários estudos. Zanine, *et al.* (2006) observaram aumento de 4% nos teores de PB do capim-elefante ensilado com 15% de farelo de trigo, resultados inferiores aos obtidos no presente trabalho utilizando o mesmo aditivo. Ferreira *et al.* (2007) observaram elevação de até 6% no teor de PB em silagens de cana-de-açúcar com 0,5% de uréia em relação à cana ensilada *in natura*.

Foi observada diferença ($P < 0,05$) para os valores de PIDN nos contrastes realizados. Entre os tratamentos com AP apenas o com torta de algodão diferiu da silagem *in natura*, 5,5 e 3,2%, respectivamente o que evidencia maior proporção de nitrogênio associado à parede celular neste aditivo que obteve o maior valor ($P < 0,05$) de PIDN entre as silagens com AP e ANP.

No grupo com ANP, apenas o CDS mais pó da bateadeira não diferiu ($P > 0,05$) da silagem sem aditivo com 3,1% de PIDN. Os demais ANP elevaram (torta de licuri e torta de dendê, que não diferiram entre si) ou diminuíram (farelo de trigo) o conteúdo de nitrogênio da parede celular, este último apresentando o menor valor ($P < 0,05$) entre as silagens (2,6% de PIDN) com AP e ANP.

Bertipaglia *et al.* (2008) observaram valores médios de 1,3% de PIDN para o milho submetido a diferentes temperaturas de extrusão. Já Rangrab *et al.* (2000) observaram valores médios de 10,1% de nitrogênio insolúvel em detergente neutro para a silagem de alfafa. Carvalho *et al.* (2007) encontraram aumento nos teores do nitrogênio insolúvel em detergente neutro com o incremento da quantidade de farelo de cacau na silagem de capim-elefante.

Segundo Cabral *et al.* (2000) os alimentos produzidos em condições tropicais apresentam, em comparação aos obtidos em condições temperadas, alta proporção da PB associada a componentes fibrosos. Assim, os teores encontrados para as silagens do CDS podem ser considerados baixos devido ao clima regional (semiárido).

Foi observada diferença ($P < 0,05$) para os valores de PIDA (Tab. 4) em relação ao material sem aditivo apenas no grupo com ANP, sendo que dentro do grupo das silagens com ANP, o CDS mais pó da bateadeira e CDS mais farelo de trigo não diferiram ($P > 0,05$) da silagem *in natura*. Houve diferença ($P < 0,05$) no contraste entre os grupos com aditivos onde os maiores valores ($P < 0,05$) foram para o CDS mais torta de dendê (2,1%) seguido do CDS mais torta de licuri (1,8%) ambos do grupo com ANP. Isto sugere que a proteína nestes aditivos provavelmente está associada a lignina, podendo apresentar limitações digestivas.

Os menores teores ($P < 0,05$) de PIDA foram apresentados pelas silagens do CDS mais farelo de soja e CDS mais farelo de trigo, 0,7 e 0,8% de PIDA, respectivamente, que não diferiram entre si ($P > 0,05$). O aumento nos teores da PIDA não é desejável, pois o nitrogênio retido na FDA fica indisponível aos microrganismos do rúmen (Van Soest, 1994).

Chizzotti *et al.* (2005) observaram maiores teores de proteína insolúvel em detergente ácido em silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em relação à silagem de sorgo e com isso, constataram maior digestibilidade aparente da PB com a substituição da silagem de capim pela de sorgo.

Não houve diferença ($P > 0,05$) entre as silagens aditivadas e a silagem do CDS *in natura* a qual apresentou valores de EE (4,7% de EE) acima dos observados para forragens tropicais (Tab. 4). Faria *et al.* (2008a) encontraram teores de EE de 1,67 para o CDS *in natura*. Já Harrinson, (1984) relatou valores de 3,1% para o CDS *in natura* num ensaio com CDS e bagaço do sisal fresco.

As silagens com AP diferiram ($P < 0,05$) quanto ao teor de EE do material com ANP. O CDS com torta de dendê e do CDS mais torta de algodão apresentaram os maiores ($P < 0,05$) valores de EE, 7,2 e 6,8% de EE, respectivamente e não diferiram entre si ($P > 0,05$). Isso foi consequência da maior quantidade de EE observada nesses aditivos (Tab. 1). Comportamento contrário ocorreu com a silagem do CDS mais pó da bateadeira, CDS mais farelo de soja e CDS mais farelo de trigo que, não diferindo entre si ($P > 0,05$), apresentaram os menores ($P < 0,05$) valores de EE, consequência da pouca quantidade desse nutriente nesses aditivos.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de cinzas (Tab. 4) com relação ao material *in natura* apenas no grupo com ANP nas silagens com farelo de trigo e torta de dendê 10,0 e 9,2%, respectivamente. O valor de cinzas para o CDS *in natura*, 13,8% foi maior em relação aos 10% reportados por Silva e Beltrão, (1999), porém estes autores avaliaram o material *in natura* e não a silagem do CDS.

Ribeiro *et al.* (2008) observaram valores de cinzas de 6,7 e 10,4% para o capim Marandu antes e depois da ensilagem. O aumento do teor de matéria mineral das silagens provavelmente está relacionado à perda de matéria orgânica, decorrente dos processos de fermentação e oxidação (McDonald *et al.*, 1991).

A diferença observada entre os grupos de aditivos apresenta o maior valor ($P < 0,05$) de cinzas para a silagem com pó da bateadeira (15,4% de cinzas), que pode ser

resultado da maior quantidade de matéria mineral nesse material que é oriundo da varredura de galpões.

Houve diferença ($P < 0,05$) para os valores estimados de NDT (tab 4) quando do uso de aditivos, não havendo diferença entre os grupos de AP e ANP. A silagem do CDS *in natura* apresentou 61,1% de NDT, valor considerado bom se comparado às médias 64,04, 58,29% reportadas na Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes (Valadares Filho et al., 2006) para as silagens de milho e sorgo, respectivamente. Já Modesto *et al.* (2004) relatam valores de 58,7% de NDT para a silagem do terço superior da rama de mandioca, importante alternativa forrageira para o semiárido.

Entre as silagens com AP, o CDS mais uréia e o CDS mais torta de algodão apresentaram redução ($P < 0,05$) nos teores de NDT com relação ao material *in natura* com valores de 52,7 e 55,4% de NDT, respectivamente. Fato também observado nas silagens com os ANP torta de dendê (52,4% de NDT) e pó da bateadeira (54,9% de NDT).

Os teores de FDN diferiram ($P < 0,05$) entre as silagens com e sem aditivos e entre os grupos de aditivos (Tab. 5). Apenas o CDS mais torta de licuri não diferiu ($P > 0,05$) da silagem sem aditivo dentro do grupo dos ANP e obteve o menor valor ($P < 0,05$) de FDN entre todos os tratamentos aditivados (42,3% de FDN), que não diferiu ($P > 0,05$) das silagens com pó da bateadeira, farelo de trigo, farelo de soja e uréia, os quais apresentaram valores de 51,8, 50,4, 47,0 e 49,2% de FDN, respectivamente.

A silagem do CDS *in natura* apresentou 42,9% de FDN que é um valor próximo a 39,0 e 41,8% observados para o CDS avaliados por Faria *et al.* (2008b) e Faria *et al.* (2008a), respectivamente.

O CDS mais torta de dendê diferiu da silagem *in natura* e apresentou o maior ($P < 0,05$) teor de FDN (66,2%), em relação às silagens aditivadas com farelo de soja, uréia, farelo de trigo, pó da bateadeira ou torta de licuri. Os valores de FDN encontrados nessas silagens devem-se ao incremento de fibra pelos aditivos em relação ao material *in natura* (Tab 1).

Tabela 5. Teores de fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), carboidratos não fibrosos (CNF) e carboidratos totais (CHOT) das silagens do CDS *in natura* e com diferentes aditivos

TRATAMENTOS		FDN (%MS)	FDA (%MS)	lignina (%MS)	CNF (%MS)	CHOT (%MS)
CDS <i>in natura</i>		42,9	31,7	12,6	30,3	71,2
Aditivos Protéicos	CDS + Farelo de soja	47,0 bc	26,5 d	9,6	13,4 *cd	56,7 *c
	CDS + uréia	49,2 bc	34,2 c	13,3	17,9 *bcd	57,9 *c
	CDS + Torta de algodão	60,1 *ab	38,0 b	12,0	16,4 *bcd	64,3 *b
	Médias	52,1	32,9	11,5	15,9	59,6
Aditivos não protéicos	CDS + Farelo de trigo	50,4 *bc	26,5 *d	9,7	24,4 bc	72,0 a
	CDS + Torta de dendê	66,2 *a	45,1 *a	15,6	11,1 *d	71,2 a
	CDS + Pó da bateadeira	51,8 *bc	37,7 *b	13,3	25,9 b	71,2 a
	CDS + Torta de licuri	42,3 c	32,3 c	13,9	34,9 a	72,0 a
	Médias	52,7	35,4	13,1	24,1	71,6
Contraste						
In natura x Aditivos protéicos		**	ns	ns	**	**
In natura x Aditivos não protéicos		**	**	ns	**	ns
Aditivos protéicos x Aditivos não protéicos		**	**	ns	**	**
CV%		7,2	2,8	10,7	16,9	2,5

Médias seguidas de letras minúsculas diferentes nas colunas diferem ($P < 0,05$) pelo teste SNK
Médias seguidas por asterisco na coluna e dentro das fontes de aditivos diferem da testemunha (silagem *in natura*) pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$)

Houve diferença ($P < 0,05$) para os teores de FDA (Tab 5) entre as silagens com AP e com as silagens com ANP e entre estas e o CDS *in natura*. As silagens que receberam ANP diferiram ($P < 0,05$) do material sem aditivo (31,7% de FDA) com exceção do CDS mais torta de licuri (32,3% de FDA), que por sua vez, foi semelhante ($P > 0,05$) à silagem com uréia.

O maior ($P < 0,05$) teor de FDA entre as silagens aditivadas foi observado para a silagem do CDS mais torta de dendê (45,1% de FDA), provavelmente decorrentes aos elevados teores de FDA nesse aditivo (Tab 1). O mesmo comportamento explica os menores teores de FDA ($P < 0,05$) nas silagens com farelo de soja e farelo de trigo, ambas com 26,5% de FDA.

A silagem do CDS *in natura* apresentou 31,7% de FDA corroborando os valores encontrados por Faria *et al.* (2008b) e Faria *et al.* (2008a) próximos a 32% de FDA ao avaliarem o CDS submetido a auto fermentação e amonização, respectivamente.

Os teores de lignina (Tab. 5) não diferiram entre as silagens ($P > 0,05$) com e sem aditivos nem entre os grupos de aditivos utilizados. O teor de 12,6% de lignina

encontrado para a silagem do CDS *in natura* é maior quando comparado a silagem de alimentos como a cana de açúcar, 5,07% (Ferreira *et al.*, 2007), silagem de sorgo, 7,98% (Cabral *et al.*, 2003), silagem de milho 11,37% (Rodrigues *et al.*, 2004), capim-Elefante, 7,73% (Ferrari Júnior *et al.*, 2001) e raspa de mandioca, 2,05% (Barroso *et al.*, 2006), porém é menor que os valores observados para coprodutos regionais do semiárido, como o bagaço de caju, 22,5% (Ferreira, *et al.*, 2004) e coproduto de vitivinícola, 22,87% (Tosto, *et al.*, 2008). O teor de lignina do CDS pode estar sujeito a variações devido à rusticidade das máquinas de desfibramento que podem deixar pedaços de fibra no CDS.

Para os teores de CNF (Tab. 5), houve diferença ($P < 0,05$) entre a silagem do CDS *in natura* e às silagens com AP e ANP. O grupo com AP obteve menores teores de CNF quando comparado com a silagem sem aditivo. No grupo com ANP apenas a silagem do CDS mais torta de dendê diferiu ($P < 0,05$) da silagem sem aditivo, 11,1 e 30,3%, respectivamente.

Entre as silagens aditivadas, àquelas com AP, além da aditivada com torta de dendê apresentaram os menores ($P < 0,05$) teores de CNF por esses aditivos não serem fonte de CNF.

Faria *et al.* (2008a) observaram redução linear nos teores de CNF do CDS com 4% de uréia x tempo de estocagem e, a isso, atribuiu uma possível síntese microbiana devido à alta disponibilidade de CNF pelo CDS aliada a presença de uréia.

Para os teores de CHOT não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) entre a silagem *in natura* e as silagens com ANP. Já quando contrastada com a silagem *in natura* (71,2% de CHOT) o grupo com AP diferiu ($P < 0,05$) daquela, e foi observada redução nos seus teores de CHOT, os quais resultaram em 64,3, 57,9 e 56,7% de CHOT para o CDS mais torta de algodão, uréia e farelo de soja, respectivamente.

Este comportamento pode ser explicado pelo incremento no teor de proteínas por esses aditivos, pois na estimativa do teor de CHOT, quanto maiores os teores de PB e EE, menor a proporção de carboidratos. Assim, as silagens com ANP obtiveram os maiores teores de CHOT ($P < 0,05$), 72,0% para CDS mais farelo de trigo e CDS mais torta de licuri e 71,2% para as silagens com torta de dendê e pó da bateadeira, não diferindo entre si ($P > 0,05$).

Avaliando-se as silagens segundo os critérios sugeridos por Tomich *et al.* (2003), as silagens do CDS *in natura*, e adicionadas de farelo de trigo, pó da bateadeira e torta de licuri receberam a qualificação “excelente”, enquanto as silagens com farelo de

soja, uréia, torta de dendê e torta de algodão foram qualificadas como de “boa” qualidade (Tab. 6).

Tabela 6. Qualificação da fermentação de silagens do CDS segundo Tomich *et. al.* (2003).

TRATAMENTOS	QUALIFICAÇÃO
CDS <i>in natura</i>	Excelente
CDS + F. de soja	Boa
CDS + uréia	Boa
CDS + F. de trigo	Excelente
CDS + Torta de dendê	Boa
CDS + Pó de bateadeira	Excelente
CDS + Torta de licuri	Excelente
CDS + Torta de algodão	Boa

Os critérios utilizados por esses autores para qualificação da fermentação inclui os teores de pH associado ao teor de MS, N-NH₃/NT, ácido acético e ácido butírico.

Todas as silagens obtiveram pontuação máxima para N-NH₃/NT e ácido butírico, demonstrando que o que mais influenciou na qualificação das silagens foram os teores de MS, que influiu diretamente nos teores de pH e nos valores de ácido acético. O maior aporte de proteínas alcançado com a adição dos AP (uréia, farelo de soja e torta de algodão) associados aos baixos teores de MS do CDS podem ter criados condições menos favoráveis para as fermentações desejáveis e conseqüentemente influenciaram negativamente a qualidade das silagens.

O pó da bateadeira, co-produto de ampla disponibilidade e baixo custo na região do sisal destacou-se como potencial aditivo para produção de silagens.

CONCLUSÕES

Os aditivos utilizados melhoram os teores de MS da silagem do CDS e a adição de uréia, farelo de soja, torta de algodão (AP), além dos, farelo de trigo e torta de dendê (ANP) aumentam os teores de PB das silagens do CDS.

A adição da torta de dendê à silagem do CDS eleva os valores de FDN e FDA e reduz os teores de CNF quando aditivadas com torta de dendê e uréia.

O pó da bateadeira é uma alternativa regional de baixo custo para aumentar o teor de MS e também melhorar a qualidade das silagens do CDS.

As silagens foram consideradas de boa ou de excelente qualidade. São necessários estudos envolvendo a avaliação do consumo e desempenho de animais alimentados com a silagem do CDS.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, S. J. T., MELOTTI, L. Efeito de alguns tratamentos sobre a qualidade da silagem de capim-elefante cultivar Napier (*Pennisetum purpureum*, Schum) **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.41, p. 409-415, 2004.

AOAC. **Official methods of analysis.** International, Animal feed, 16.ed., cap.4, 1995.

BARROSO, D. D., ARAÚJO, G.G. L., SILVA, D. S., et al. Resíduo desidratado de vitivinícolas associado a diferentes fontes energéticas na alimentação de ovinos: consumo e digestibilidade aparente. **Ciênc. agrotec.**, v. 30, n. 4, p. 767-773, 2006.

BERNARDINO, M. L. A.; RODRIGUEZ, N. M.; SANTANA, A. A. C.; et al. Silagem de sorgo de porte médio com diferentes teores de tanino e suculência no colmo. I. Nitrogênio amoniacal, pH e perdas de matéria seca. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**; v.49, n.2, p.213-23, 1997.

BERTIPAGLIA, L. M. A., MELO, G. M. P., SUGOHARA, A., et al. Alterações bromatológicas em soja e milho processados por extrusão. **R. Bras. Zootec.** v.37 n.11, pp. 2003-2010, 2008.

CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO,S.C.V.; DETMANN,E.; et al. Cinética Ruminal das Frações de Carboidratos, Produção de Gases, Digestibilidade *In Vitro* da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Milho com Diferentes Proporções de Grãos. **R. Bras. Zootec.**, v.31, n.6, p.2332-2339, 2002.

CABRAL, L. S., VALADARES FILHO, S. C., DETMANN, E., et al. Composição Químico-Bromatológica, Produção de Gás, Digestibilidade *in Vitro* da Matéria Seca e NDT Estimado da Silagem de Sorgo com Diferentes Proporções de Panículas. **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.5, p.1250-1258, 2003.

CARVALHO, G. G. P., GARCIA, R., PIRES, A. J. V., et al. Valor nutritivo de silagens de capim-elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007 (supl.).

CHIZZOTTI, F. H. M., PEREIRA, O. G., VALADARES FILHO, S. C., et al. Consumo, Digestibilidade Total e Desempenho de Novilhos Nelore Recebendo Dietas Contendo Diferentes Proporções de Silagens de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e de Sorgo. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.6, p.2427-2436, 2005 (supl.)

CONAB. Disponível em: <www.conab.gov.br>. Acesso em: 29 abril, 2008.

COSTA, M. A. L., VALADARES FILHO, S. C., VALADARES, R. F. D., et al. Validação das Equações do NRC (2001) para Predição do Valor Energético de Alimentos nas Condições Brasileiras. **R. Bras. Zootec.**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal submetido à auto-fermentação. **Magistra**, v. 20, n.1, p. 30-35, 2008b.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; et al. Composição bromatológica do co-produto do desfibrilamento do sisal tratado com uréia. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.03, 2008a.

FERRARI JR., E.; LAVEZZO, W. Qualidade da silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurchedido ou acrescido de farelo de mandioca. **R. Bras. Zootec.**, 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. **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.6, p.1380-1385, 2004.

FERREIRA; D.A. ; GONÇALVES; L.C.; MOLINA, L.R.; et al. Características de fermentação da silagem de cana-de-açúcar tratada com uréia, zeólita, inoculante bacteriano e inoculante bacteriano/enzimático. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec**, v.59, n.2, 2007.

FREITAS, A.W.P.; PEREIRA, J.C.; ROCHA, F.C.; et al. Avaliação da qualidade nutricional da silagem de cana-de-açúcar com aditivos microbianos e enriquecida com resíduo da colheita de soja **R. Bras. Zootec.**, v.35, n.1, p.38-47, 2006.

HARRINSON, D.G. Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminates. **Rev. M. de Zootec.**, v.49, 1984.

HENDERSON, N. Silage additives. **Anim. Feed. Sci. Techn.**, Amsterdam, v. 45, n. 1, p. 35-56, 1993.

JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade forragem conservada. **Rev. Bras. Zootec**, v.36, p.101-119, 2007.

KUNG JR., L. Aditivos microbianos e químicos para silagem: Efeitos na fermentação e resposta animal. In: WORKSHOP SOBRE MILHO PARA SILAGEM, 2., 2001, Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.53-74, 2001.

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

MODESTO, E. C., SANTOS, G. T., VILELA, D., et al. Caracterização químico-bromatológica da silagem do terço superior da rama de mandioca. **Act. Scient.**, v. 26, n. 1, p. 137-146, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washington D.C.: National Academy Press, 2001. 360p.

POSSENTI, R.A.; JUNIOR, E.F.; BUENO, M.S.; et al. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v35, n.5, p.1185-1189, 2005.

RANGRAB, L. H., MÜHLBACH, P. R. F., BERTO, J.L. Silagem de Alfafa Colhida no Início do Florescimento e Submetida ao Emurchecimento e à Ação de Aditivos Biológicos. **Rev. Bras. Zootec.**, v.29, n.2, p.349-356, 2000.

RIBEIRO, J. L., NUSSIO, L. G., MOURÃO, G. B. et al. Valor nutritivo de silagens de capim-marandu submetidas aos efeitos de umidade, inoculação bacteriana e estação do ano. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.7, p.1176-1184, 2008.

ROCHA JR V.R., GONÇALVES L.C., J.A.S. RODRIGUES, et al. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. II- Padrão de fermentação. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.** v.52 n.5, 2000.

ROCHA JR., V.R.; VALADARES FILHO, S.C.; BORGES, A.M. et al. Estimativa do valor energético e validação das equações propostas pelo NRC(2001). **R. Bras. Zootec.**, v.32, n.2, p.480-490, 2003.

RODRIGUES, P.H.M.; RUZANTE, J.M.; SENATORE, A.L.; et al. Avaliação do Uso de Inoculantes Microbianos sobre a Qualidade Fermentativa e Nutricional da Silagem de Milho **R. Bras. Zootec.**, v.33, n.3, p.538-545, 2004.

SCHMIDT, P.; MARI, L. J.; NUSSIO, L.G.; et al. Aditivos químicos e biológicos na ensilagem de cana-de-açúcar. 1. Composição química das silagens, ingestão, digestibilidade e comportamento ingestivo. **R. Bras. Zootec.**, v.36, n.5, p.1666-1675, 2007 (supl.)

SENGER, C. C. D., MÜHLBACH, P. R. F., SÁNCHEZ, L. M. B., et al. Composição química e digestibilidade 'in vitro' de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciênc. Rural**, Santa Maria, v.35, n.6, p.1393-1399, 2005

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM - SAS. **SAS user's guide**. Cary: 1999. v.8, 295p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos químicos e biológicos**. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

SILVA, O.R.F. da; BELTRAO, N.E. de M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1999. 205p.

SILVA, O.R.R.F. da; CARVALHO, O.S.; MOREIRA, J. de A.N.; et al. **Peneira rotativa CNPA, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 1998. 15p. (EMBRAPA-CNPA. Boletim de Pesquisa, 36).

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; van SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **J. Anim. Sci.**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

TOMICH, T. R.; PEREIRA, L. G. R.; GONÇALVES, L. C. et al. **Características químicas para avaliação do processo fermentativo de silagens: uma proposta para qualificação da fermentação**. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2003. 20p.

TOSTO, M. S. L., ARAÚJO, G. G. L., OLIVEIRA, R. L., et al. Utilização de uréia no resíduo desidratado de vitivinícola associado à palma forrageira na alimentação de caprinos: consumo e digestibilidade de nutrientes. **R. Bras. Zootec.**, v.37, n.10, p.1890-1896, 2008.

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

VELHO, J. P., MÜHLBACH, P. R, F., NÖRNBERG, J. L., et al. Composição bromatológica de silagens de milho produzidas com diferentes densidades de compactação. **R. Bras. Zootec.** v.36, n.5, p.1532-1538, 2007 (supl.)

WOOLFORD, M. K. **The silage fermentation**. New York: Marcel Dekker, 1984, 305p.

ZANINE, A.M., E.M. SANTOS, D.J. FERREIRA, J.S. et al. Avaliação da silagem de capim-elefante com adição de farelo de trigo. **Arch. Zootec.** v.55, n.209, p.75-84, 2006.

CONCLUSÕES

A amonização elevou os teores de PB do coproduto do desfibramento do sisal, entretanto reduziu os teores de CNF e PCG.

A ensilagem demonstrou ser uma boa alternativa para armazenamento do coproduto do desfibramento do sisal, porém o uso de aditivos sequestrantes de umidade deve ser recomendado.

O pó da batedeira, pseudocaulé e bulbilho apresentaram potencialidade para uso como fontes energéticas na alimentação de ruminantes, enquanto que, a silagem e feno do CDS, além do CDS amonizado, apresentaram potencialidade para uso como volumosos na alimentação de ruminantes.

Quando da utilização de aditivos na silagem do CDS, observou-se que estes melhoram os teores de MS da silagem do CDS e a adição de uréia, farelo de soja, torta de algodão (AP), além dos, farelo de trigo e torta de dendê (ANP) aumentam os teores de PB das silagens do CDS.

A adição da torta de dendê à silagem do CDS eleva os valores de FDN e FDA e reduz os teores de CNF quando aditivadas com torta de dendê e uréia.

O pó da batedeira é uma alternativa regional de baixo custo para aumentar o teor de MS e também melhorar a qualidade das silagens do CDS.

As silagens do CDS com aditivos foram consideradas de boa ou de excelente qualidade. São necessários estudos envolvendo a avaliação do consumo e desempenho de animais alimentados com a silagem do CDS.