

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**COPRODUTOS DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA
PRODUÇÃO DE SILAGEM**

Máiron Barreto de Sousa

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2016**

COPRODUTOS DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Máiron Barreto de Sousa

Médico Veterinário

Faculdade de Tecnologia e Ciências de Feira de Santana, 2014

Dissertação apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Mestre em Ciência Animal (Nutrição de Ruminantes).

Orientadora: Profa. Dra. Soraya Maria Palma Luz Jaeger

Coorientador: Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro

**CRUZ DAS ALMAS – BAHIA
2016**

FICHA CATALOGRÁFICA

S725c

Sousa, Máiron Barreto de.

Coprodutos do desfibramento do sisal na produção de Silagem / Máiron Barreto de Sousa. _ Cruz das Almas, BA, 2016.
585f.; il.

Orientador: Profª. Drª. Soraya Maria Palma Luz Jaeger.

Co-Orientador: Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. Mestrado em Ciência Animal.

1.Sisal. 2.Sisal – Silagem. 3. Agave sisalana.
I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrária, Ambientais e Biológicas. II.Título.

CDD: 633.577

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**COPRODUTO DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE
SILAGEM**

Comissão Examinadora da Defesa de Dissertação de
Máiron Barreto de Sousa

Aprovada em: 01 de agosto de 2016

Profa. Dra. Soraya Maria Palma Luz Jaeger
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Orientadora

Profa. Dra. Daniele Rebouças Santana Loures
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Interno

Dr. Bráulio Rocha Correia
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Examinador Externo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, autor da vida, pela realização e conclusão deste trabalho. Pelo fato de ter sido muito cuidadoso na minha caminhada colocando pessoas especiais em cada fase desta trajetória.

Agradeço ao meu pai, Dr. Ágabo Borges de Sousa que sempre me orientou em toda minha vida, me guiando com todo carinho, amor e respeito, meu eterno exemplo de homem, filho, marido, pai e amigo.

A minha mãe Magna Coeli Barreto de Sousa, pelo amor incondicional, carinho, atenção, apoio, preocupação e boa vontade, estando sempre disposta a ajudar-me no que fosse necessário.

A minha irmã Maely Barreto de Sousa, que com todo seu amor sempre me apoiou, acreditando e me aconselhando nessa caminhada.

A minha esposa Camila Leal Vieira, pela paciência, sempre amorosa e prestativa, capaz de entender todos os momentos de angústia e alegria, muito obrigado meu amor.

Ao Mestre Luiz Gustavo Neves Brandão, meu professor, orientador e amigo desde o início da minha graduação em Medicina Veterinária. Muito obrigado por sempre acreditar em mim. Seu exemplo de profissional foi extremamente importante para a minha formação.

A minha orientadora Profa. Dr. Soraya Palma Luz Jaeger, agradeço por ter me aceito como “orientado”, por todo carinho, atenção e preocupação. Pelas palavras de conforto e sua capacidade de tranquilizar-me nos momentos de angústia.

Ao meu coorientador Prof. Dr. Ossival Lolato Ribeiro, agradeço pela sua coragem de começar a me orientar já no meio da minha caminhada, por fazer parte desta etapa tornando-se um grande amigo e um dos meus grandes exemplos de profissional. Muito obrigado por tudo meu chefe.

Agradeço aos meus amigos de sala pela nossa união e cumplicidade. A composição do quarteto fantástico, Mailin Vasconcelos, Maicon Pereira e Emmanuel Emydio Pinheiro: a nossa amizade levarei por toda a vida.

Sandra Carvalho, Monna Lopes e Claudinéia Mendes, amigas que tornaram os meus dias mais leves e divertidos na UFRB.

Não posso deixar de agradecer a meu estagiário oficial: Henrique. Que sempre esteve disponível a ajudar-me em todas as etapas do meu experimento, um grande amigo com o qual sei que posso contar.

E a todas as outras pessoas que me ajudaram contribuíram direta e/ou indiretamente para o meu experimento, todos vocês fazem parte dessa vitória, muito obrigado. O mestrado entrou na minha vida como uma oportunidade de qualificação profissional e nunca imaginei ter a oportunidade de fazer tantos amigos.

Meu muito obrigado a Nivaldo Barreto, Bráulio Rocha Correia e Daniele Loures, por auxílio nas avaliações e análises, todas as contribuições para a melhoria do trabalho respectivamente.

COPRODUTOS DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

RESUMO: O presente trabalho apresenta como objetivo avaliar a adição de cinco níveis de pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal, afim de determinar o melhor nível do aditivo para obter uma fonte de alimento de qualidade. Foram avaliadas as características fermentativas e características químico-bromatológicas da silagem de mucilagem de sisal com níveis de adição de pó de batedeira: 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, com base na matéria natural. Foram utilizados silos experimentais de tubo de PVC de 100 mm de diâmetro, com 50 cm de comprimento, vedados com tampa de PVC nas duas extremidades, a abertura dos silos ocorreu 30 dias após o fechamento, para avaliação da composição bromatológica, foram avaliados: os ácidos graxos voláteis, o pH e o poder tampão. Foram utilizadas 25 unidades experimentais distribuídas em um DIC (delineamento experimental inteiramente casualizado) com 05 tratamentos e 05 repetições. A adição de pó de batedeira na mucilagem de sisal provocou um aumento linear nos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e uma redução linear nos teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Por outro lado sua adição proporcionou uma redução no poder tampão (PT) que consequentemente causou uma queda nos valores de pH, que melhorou a sua característica fermentativa e diminuiu os níveis de ácido butírico, com a adição de 10,23% de pó de batedeira. Após a análise dos resultados, recomenda-se a adição de 10% de pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal, por que neste nível obteve-se a melhor combinação entre as características fermentativas e a composição químico-bromatológica da silagem, proporcionando uma preservação na composição bromatológica do alimento.

Palavras chave: *Agave sisalana*; alimentação animal; ensilagem; nutrição

COPRODUCT OF SISAL SHREDDING IN THE SILAGE PRODUCTION

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the addition of five levels of Sisal powder in silage agave mucilage and to determine the best level of additive for a source of quality food. It was evaluated the fermentative characteristics and chemical-qualitative characteristics of sisal silage with mucilage levels of added sisal powder: 0%, 5%, 10%, 15% and 20%, based on the natural material. We used experimental PVC silos tube of 100 mm diameter, 50 cm long, sealed with PVC cover at both ends, having valve busen type at the upper end, the Silos were opened 30 days after closure for evaluation of chemical composition, volatile fatty acids, pH and buffering capacity. 25 experimental units were distributed in a DIC (completely randomized design) with 05 treatments and 05 repetitions. Adding sisal powder in agave mucilage caused a linear increase in dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), linear reduction in crude protein (CP), ether extract (EE) and losses effluent (PE). Furthermore, their addition gave a reduction in the buffer capacity (PT) which in turn caused a reduction in pH, which improved fermentative characteristics and reduces butyric acid levels, with the addition of 10.23% sisal powder. After analyzing the results, it is recommended the addition of 10% sisal powder in silage agave mucilage, given that this level gave the best combination of fermentative characteristics and chemical composition of silages, providing a preservation in the chemical composition of food.

Keywords: *Agave sisalana*; animal feed; coproduct; nutrition

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	1
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	2
2.1	Região Sisaleira	3
2.1.1	Produção da Fibra do Sisal.....	3
2.2	Sisal	4
2.2.1	Coprodutos do sisal	5
2.2.1.1	<i>Bucha</i>	6
2.2.1.2	<i>Mucilagem</i>	7
2.2.1.3	<i>Pó de batadeira</i>	8
2.3	Silagem	8
2.3.1	O pH como indicativo da qualidade da silagem	10
2.3.2	Matéria seca	10
2.3.3	Poder tampão	11
2.3.4	Ácidos graxos voláteis	12
	CAPÍTULO 1 – COPRODUTO DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE SILAGEM	13
3	CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33

1 INTRODUÇÃO

Em função das características climáticas, no Nordeste brasileiro observa-se uma forte estacionalidade na produção de forragens, tanto em quantidade como em qualidade. Com pretensão de atender à necessidade nutricional e conseqüentemente a produção de ruminantes nesta região, os produtores da região semiárida são impulsionados a buscarem alternativas alimentares para os seus rebanhos. Logo, o aproveitamento de coprodutos agroindustriais pode ser uma opção de suplementação alimentar (SANTOS et al., 2011).

Entretanto, Souza (2013) ressalta que o uso de um coproduto na alimentação animal deve apresentar viabilidade técnica e econômica, haja vista que a principal finalidade é substituir um alimento convencional, além de reduzir os custos de produção e elevar a rentabilidade da atividade pecuária. Assim, para que a atividade agropecuária seja sustentável, Carvalho et al. (2006) afirmaram que se faz necessário a utilização de plantas nativas ou que sejam adaptadas às condições climáticas de região produtora, além de possuir potencial forrageiro, com a possibilidade de obter um maior aproveitamento dos recursos existentes nas áreas de exploração agropecuária para a alimentação animal.

Embora tenha sido trazido do México no início do século XX, em 1903, o sisal (*Agave sisalana*, Perrine) passou a ser utilizado como alternativa econômica no Nordeste brasileiro somente no final da década de 1930 (ALVES et al., 2005). Estes autores ainda destacaram que sua introdução nesta região ocorreu devido às condições climáticas propícias, pois trata-se de uma planta semixerófila, que requer clima quente e grande luminosidade, adaptando-se a regiões semiáridas em virtude de suas características estruturais: folhas carnosas, número reduzido de estômatos e epiderme fortemente cutinizada, sendo assim altamente resistente a estiagens prolongadas.

Nesse contexto, o aproveitamento de coprodutos do desfibramento do sisal tem destaque surgindo como uma alternativa para a alimentação animal nas regiões supracitadas. O estado da Bahia é marcado como o principal produtor de sisal e estima-se que sejam gerados mais de 5 milhões de toneladas de coprodutos por ano. De acordo com Brandão et al. (2011), alguns produtores

utilizam a mucilagem, coproduto gerado logo após a obtenção da fibra das folhas do sisal ainda na propriedade rural, como alimento volumoso para os animais, disponibilizada *in natura* ou ainda na forma de silagem e/ou feno. Estes autores destacam que outros coprodutos do sisal como o pó de batedeira, material oriundo da varredura de galpões de armazenamento e processamento da fibra, são coprodutos potenciais utilizados pelos produtores, porém, de forma empírica.

Pesquisas são desenvolvidas com o objetivo de elucidar as dúvidas acerca desses alimentos alternativos, formas de conservação e de enriquecimento da qualidade nutricional de maneira barata e eficiente. A utilização de ureia em diferentes tempos de estocagem do resíduo do sisal, mostrou que o seu uso melhora o teor de proteína, porém reduz os teores de carboidratos não fibrosos (FARIA et al., 2008a). Estudo realizado por Brandão et al. (2013), analisaram o efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coprodutos do desfibramento do sisal, assim foi observado diversos benefícios, dentre eles a capacidade do pó de batedeira de aumentar o teor de matéria seca (MS), tornando-se uma alternativa interessante pelo seu baixo valor de aquisição.

A utilização dos diversos coprodutos do sisal na alimentação animal, por meio de diferentes formas de armazenamento, conservação, fornecimento e por tecnologias associadas à busca por melhorias do valor nutricional, bem como a utilização de forma empírica por produtores rurais, sem o conhecimento ou avaliação do valor nutricional dos coprodutos (SANTOS et al., 2011; BRANDÃO et al., 2011), justifica-se a execução do presente estudo.

A hipótese do presente trabalho é que a inclusão do pó de batedeira promove uma melhora na silagem de mucilagem de sisal.

O objetivo deste estudo foi avaliar a adição de cinco níveis de pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal, analisando as características fermentativas e a composição química-bromatológica para identificar o melhor nível de inclusão do aditivo.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Região Sisaleira

De acordo com Silva et al. (2006), no Brasil o cultivo do sisal (*Agave sisalana Perrine*), ocupa uma área de 230.949 hectares de solos pobres na região semiárida, abrangendo os estados da Bahia, Paraíba e Rio Grande do Norte, em áreas com escassa ou nenhuma alternativa para exploração de outras culturas.

A região sisaleira ou Território do Sisal - Ba, está localizada geograficamente na região Nordeste do estado da Bahia, a pouco mais de 200 km da capital baiana, Salvador, no domínio morfoclimático do semiárido, esse território abrange uma área de 21.256,50 km², a qual é composta basicamente por 20 municípios, que totalizam uma população em torno de 582.331 habitantes, destes 333.149 habitam a zona rural, correspondendo a 57,21% do total. Existem no território do sisal 58.238 agricultores familiares, 2.482 famílias assentadas, uma terra indígena e duas comunidades quilombolas. Possuindo um IDH médio de 0,6. (PORTAL DA CIDADANIA, GOVERNO FEDERAL, 2016).

Dentre os 20 municípios presentes na região sisaleira podemos citar: Araci, Barrocas, Biritinga, Candeal, Cansanção, Conceição do Coité, Ichu, Itiúba, Lamarão, Monte Santo, Nordestina, Queimadas, Quijingue, Retirolândia, Santa Luz, São Domingos, Serrinha, Teofilândia, Tucano e Valente.

2.1.1 Produção da Fibra do Sisal

A principal fibra rígida produzida no mundo, que, por sua vez correspondendo a aproximadamente 70% da produção comercial de todas as fibras desse tipo, é o sisal (ANDRADE, 2008).

Dentre os estados responsáveis pela produção brasileira de sisal, a Bahia é responsável por 87% da produção de fibras beneficiadas ou industrializadas de sisal, que corresponde a uma quantidade de produto em torno de 72.161 toneladas, que por sua vez traz renda e gera mais de meio milhão de empregos direta e indiretamente em toda a sua cadeia produtiva (SILVA et al., 2006).

A fibra do sisal pode ser utilizada de diversas maneiras para produzir artesanatos, vassouras, sacolas, bolsas, chapéus, barbantes, cordas, capachos e tapetes, bem como na fabricação de celulose para a produção de papel Kraft (de alta resistência) e outros tipos de papel fino (para cigarro, filtro, absorvente higiênico, fralda, etc). Fora todas essas aplicações, a fibra vem sendo utilizada amplamente nas indústrias automotivas, indústrias de móveis, eletrodomésticos, geotêxtis (produção de encostas e revestimento de estradas), na mistura com polipropileno, em substituição à fibra de vidro (composição de objetos plásticos) e na construção civil (SUINAGA et al., 2006).

Apesar de todas essas funções e utilidades a fibra do sisal representa o percentual de apenas 4% da folha, por outro lado o resíduo do seu desfibramento corresponde a 96%. Dentro desta grande porcentagem de resíduo podemos destacar que 14% são referentes à mucilagem ou polpa, 1% referente à bucha (fibras curtas), e 81% correspondem a rejeito líquido (SUINAGA et al., 2006).

No Brasil, estudos são realizados com o intuito de aproveitar principalmente o coproduto da mucilagem ou poupa para a fabricação de ração para ruminantes, mas grande parte desse coproduto ainda é abandonado no campo de cultivo até ser retirado para um novo plantio e queimado, sem se quer ser incorporado ao solo (SOUZA et al., 2007; RODRIGUEZ et al., 2008).

2.2 Sisal

À *Agave sisalana*, conhecida como sisal, é uma planta originária do México. Trazidas provavelmente da Flórida, Estados Unidos da América, as primeiras mudas foram implantadas na região da Paraíba, por uma empresa norte Americana e posteriormente por volta da década de 30 vieram para a Bahia, dando início a conhecida região sisaleira (JUDD et al., 2007). *Agave*, palavra originada da expressão grega “agaus”, que por sua vez significa magnífico, tem como características, sua utilidade, rusticidade e beleza, sendo também utilizada de maneira ornamental. Possui distribuição predominantemente pantropical, a família das Agavaceae apresenta cerca de 25 gêneros e 637 espécies, que

reúne uma diversidade de plantas herbáceas, árvores e arbustos rizomatosos (JUDD et al., 2007).

A *Agave* é distribuída e cultivada em regiões tropicais, em ambientes áridos e semiáridos (GUTIÉRREZ et al., 2008), como no México, América Central, Antilhas e sudeste dos Estados Unidos, em estudos realizados com diversas espécies de *Agave* no México (*A. rzedowskiana*, *A. impressa*, *A. ornithobroma*, *A. schidigera* e *A. angustifolia*) foram encontrados uma variedade de compostos químicos, onde algumas dessas espécies apresentaram as maiores atividades antibacterianas e antioxidantes publicadas até esta data para esse gênero (SANTOS et al., 2013).

Apesar de várias espécies dessa família possuírem destaque pela importância econômica, no Brasil ocorre o predomínio da *Agave Sisalana Perrine* popularmente conhecida como sisal, considerada uma importante fonte de fibra (IRISH, 2000).

2.2.1 Coprodutos do sisal

O sisal e seu cultivo têm como objetivo principal a produção e extração de fibra. O desfibramento é realizado através de uma máquina artesanal conhecida popularmente como “paraibana” que realiza a retirada da fibra da folha do sisal.

A fibra do sisal tem uma importância comercial significativa, é utilizada em diversos setores industriais em todo mundo. Devido a importância da fibra no mercado tem-se realizado análises para avaliar a qualidade dessa fibra ou até mesmo a utilização de métodos para melhorar a sua resistência sendo encontrados bons resultados (BARRETO et al., 2011).

Nesse processo de retirada da fibra uma quantidade significativa de coproduto é gerado, também conhecido como bagaço que pode ser utilizado de diversas maneiras sendo que na maioria das vezes é abandonado no campo.

O Brasil possui destaque na produção de fibra de sisal, porém no processo de desfibramento desta planta apenas de 3 a 5% da sua folha torna-se fibra, com um descarte em forma de coproduto de aproximadamente 95 a 97% da folha produzida, dentro desse descarte podemos encontrar cerca de

14% de mucilagem ou polpa (tecido parenquimatoso esmagado e pedaços de folha), 1% de bucha (fibras curtas de diferentes tamanhos) e 81% de resíduo líquido (seiva vegetal) (SUINAGA et al., 2006).

Poucos produtores fazem uso do resíduo na alimentação de ruminantes mesmo que de forma empírica por não possuírem informações técnicas sobre manejo e utilização dos resíduos da fibra de maneira adequada ou como adubo.

A utilização dos coprodutos do sisal busca possibilidades para agregar valor à produção e melhorar a qualidade de vida dos agricultores que produzem a fibra, pessoas que irão se beneficiar direta e indiretamente do potencial produtivo da planta não apenas do desfibramento do sisal.

2.2.1.1 Bucha

Por conta da simplicidade e rusticidade da máquina responsável pelo desfibramento da folha do sisal seu processo não é considerado tão eficiente, por este motivo pode acarretar a perda de cerca de 30% do total de fibra contida na folha. Por conta da rusticidade da máquina utilizada o subproduto gerado neste processo de desfibramento torna-se composto pela bucha (fibra que fica no resíduo) e pela mucilagem (SILVA, 1998).

A bucha é considerada um resíduo bastante fibroso e rico em celulose (SILVA e BELTRÃO, 1999). Desta maneira, para a utilização da mucilagem na alimentação animal, a mesma não deve apresentar bucha na sua composição (restos de fibra), pois caso seja ingerido continuamente pelo animal poderá causar oclusão do rúmen consequentemente timpanismo que pode levar o indivíduo a óbito (PAIVA et al., 1986).

Com o objetivo de resolver este problema em relação a presença de bucha na mucilagem, a Embrapa Algodão desenvolveu a peneira rotativa. Esta, por sua vez, permite que o resíduo sólido seja peneirado, mantendo a bucha (porção fibrosa do resíduo) retida na peneira e dando origem a mucilagem que cai no solo. A utilização deste maquinário por sua vez viabiliza o fornecimento

do coproduto do desfibramento do sisal, mucilagem, na alimentação de ruminantes (BRANDÃO et al., 2009).

2.2.1.2 Mucilagem

Há alguns anos com o intuito de entender melhor e achar um destino adequado para essa grande quantidade de coproduto gerada no desfibramento do sisal, Brandão et al. (2009) apresentaram estudos e alternativas para definir a forma mais eficiente de utilização da mucilagem de sisal na alimentação de ruminantes.

Em estudos feitos na Paraíba foram obtidos resultados favoráveis em relação ao ganho de peso de bovinos alimentados com folha de sisal cortada e palma forrageira com um ganho efetivo de 745g/dia (SILVA e BELTRÃO, 1999), o que sugere a viabilidade do uso da mucilagem do sisal como suplemento alimentar animal. Em novilhas fistuladas com alimentação a base de mucilagem parcialmente seca e leucena (*Leucena leucocephalla*) observou-se um aumento significativo na quantidade de matéria orgânica fermentada no rúmen e concluíram que quando retirados o suco do sisal e sua fibra longa, este assemelha-se a cana-de-açúcar em termos de valores nutricionais (FERREIRO et al., 1978).

A mucilagem de sisal é um alimento valioso para o período da seca, porém seu uso exclusivo não é recomendado (PAIVA et al., 1986). A mucilagem é uma alternativa viável na alimentação de ruminantes, no entanto apresenta uma relação cálcio: fósforo de 50:1 quando o máximo aceitável é de 1,5: 1, podendo desencadear distúrbios metabólicos caso seja utilizado de maneira exclusiva (HARRINSON, 1984).

Não foi encontrado melhoria no valor nutritivo do resíduo do sisal submetido à auto fermentação com diferentes doses de ureia, superfosfato simples, sulfato de magnésio e cloreto de sódio (FARIA et al., 2008b). Porém, em outro estudo, utilizando níveis de ureia em diferentes tempos de estocagem, Faria et al. (2008a) concluíram que o uso da ureia melhorou o teor proteico do

resíduo do sisal estocado, entretanto, reduziu os teores de carboidratos não fibrosos.

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

2.2.1.3 Pó de bateadeira

O pó da bateadeira, pseudocaule e bulbilho apresentaram potencialidade para na alimentação de ruminantes, enquanto que, a silagem e feno do coproduto do sisal, além do resíduo amonizado, apresentaram potencialidades para uso como volumosos na alimentação de ruminantes (BRANDÃO et al., 2009).

Após a realização do desfibramento da folha do sisal, as fibras são recolhidas e levadas para secagem e posteriormente para locais de beneficiamento. Nos locais de beneficiamento da fibra existe um maquinário popularmente conhecido como bateadeira, onde as fibras secas são batidas em um motor rotativo com o objetivo de desembaraçá-las para posterior utilização. Esse processo acaba dando origem a outro coproduto disponível na região conhecido popularmente como “pó de bateadeira” material basicamente originado da varredura desses galpões de processamento e armazenamento da fibra. O pó da bateadeira é comercializado em menor escala, com o objetivo de ser utilizado na alimentação animal, apresentando um custo baixo dependendo da época do ano (BRANDÃO et al., 2009).

2.3 Silagem

A manutenção da produção animal no Brasil necessita do uso de estratégias para redução dos efeitos da escassez de alimento, muito presente

na produção animal da Região Nordeste devido ao clima marcado por dois períodos: seco e chuvoso.

Os produtores dessa região devem realizar um planejamento estratégico para a manutenção da sua produção em quantidade e qualidade. Por este motivo é importante que sejam feitas reservas estratégicas de alimento afim de evitar que ocorra uma queda na produtividade nas épocas de escassez.

Dentre as técnicas de reserva de alimento animal existentes uma que se destaca pela sua eficiência é o processo de ensilagem, que pode ser definido como um processo efetuado para conservação de alimento, através da fermentação adequada em ambiente anaeróbio (ALLEN et al., 2003).

A Ensilagem é o processo no qual o material a ser ensilado recebe condições de anaerobiose, que por sua vez promove o desenvolvimento de bactérias lácticas que convertem carboidratos solúveis e ácidos orgânicos em ácido láctico, conseqüentemente causa um decréscimo no pH, elevação da temperatura e aumento do níveis de nitrogênio amoniacal, preservando grande parte das características químico bromatológicas do material ensilado.

Para obter uma silagem de qualidade é necessário buscar o controle das variáveis que influenciam negativamente o processo, possibilitando a maximização da qualidade do produto final. Para isso são necessários alguns cuidados básicos em todo o processo, como a escolha do melhor material a ser ensilado, culturas e variedades adaptadas as condições locais como: fertilidade do solo, pluviosidade, clima, corte e colheita, realizados no tempo adequado, até o final do processo de compactação, vedação e armazenamento (CARVALHO, 2013).

Após a colheita o material torna-se adequado para a proliferação de diversos microrganismos capazes de degradar nutrientes que por sua vez seriam úteis para a nutrição animal (MUCK, 2010). Entretanto o processo de ensilagem adequado inibe o desenvolvimento de microrganismos indesejados devido à combinação do ambiente anaeróbio com a fermentação adequada, isso promove o consumo dos açúcares e ácidos orgânicos, que por sua vez reduzem o pH que inibe o desenvolvimento de outros microrganismos anaeróbios indesejáveis (JOBIM et al., 2007). Portanto o objetivo principal do processo de ensilagem é conservar ao máximo as características de matéria seca, nutrientes e energia do

material utilizado, para que o mesmo possa servir como uma boa fonte de alimento para os animais (KUNG et al., 2013).

A qualidade do material ensilado, vai depender da sua fermentação individual e como esta afetou a concentração de nutrientes, para avaliar a qualidade do material podemos utilizar o potencial hidrogeniônico (pH), a concentração de ácidos graxos voláteis (AGVS), matéria seca (MS), poder tampão (PT) e nitrogênio amoniacal (N-AMONIA) (TAVARES et al., 2009)

2.3.1 O pH como indicativo da qualidade da silagem

Para determinar a proliferação e a sobrevivência dos microrganismos presentes em um alimento a análise do pH serve como parâmetro altamente confiável da qualidade de uma silagem (AMARAL et al., 2007). A avaliação do pH é considerado um indicativo da eficiência do processo fermentativo da silagem com baixos teores de matéria seca, contudo este não é recomendado para silagens com alto teor de matéria seca. Uma fermentação inadequada promovida pela má compactação do material, permite a entrada de ar e leva a degradação dos carboidratos solúveis e ácidos orgânicos gerando uma elevação do pH e decréscimo na sua qualidade (CHERNEY e CHERNEY, 2003; SIQUEIRA et al., 2007; REZENDE et al., 2011).

Para promover a redução das enzimas proteolíticas, presentes no material ensilado, nas enterobactérias e clostrídeos é necessário a obtenção de um pH em torno de 3,8 e 4,2 que por sua vez são características adequadas de uma silagem bem conservada (TOMICHE et al., 2004). A desnaturação das enzimas proteolíticas é importante para a conservação da silagem contribuindo não apenas para a redução no valor final do pH como também para a rápida acidificação do meio (VIEIRA et al., 2004; PATRIZI et al., 2004).

2.3.2 Matéria seca

A avaliação da matéria seca é importante para a determinação da qualidade da silagem, o elevado teor de umidade propicia aumento na fermentação butírica, ocasionando perdas devido a decomposição proteica com evidente queda no valor nutricional do material ensilado, conferindo ao mesmo características de uma silagem de baixa qualidade (FERRARI JUNIOR e LAVEZZO, 2001)

O teor de matéria seca de uma silagem apresenta correlação positiva com a degradação proteica do material ensilado (POSSENTI et al., 2005), por tanto é necessário encontrar um equilíbrio entre o teor de matéria seca e o teor de proteína bruta presente na silagem. Visto que baixos teores de matéria seca promovem uma alta produção de efluentes que acarreta perdas de nutrientes (ASHBELL et al., 2002; WEINBERG et al., 2002).

2.3.3 Poder tampão

O processo fermentativo que ocorre na silagem é promovido por microrganismos que convertem carboidratos solúveis em ácidos orgânicos, para que ocorra essa conversão alguns aspectos são de extrema importância: teor de matéria seca, carboidratos solúveis e poder tampão (FERRARI JÚNIOR e LAVEZZO, 2001). O poder tampão é a quantidade de ácido necessário para reduzir o pH da forragem, quanto maior for o poder tampão mais lenta será a redução do pH, a brusca redução do pH promovida pelo baixo poder tampão favorece as fermentações desejáveis da silagem (LAVEZZO, 1985).

Forragens em estágios iniciais de desenvolvimento e com alto teor de proteína apresentam elevado poder tampão, uma forragem para ser ensilada deve apresentar um teor de matéria seca em torno de 30%, alto teor de carboidratos solúveis e baixo poder tampão permitindo um rápido decréscimo do pH no interior do silo, favorecendo a produção de uma silagem de qualidade (REIS e COAN, 2001).

2.3.4 Ácidos graxos voláteis

Durante a fermentação de silagens diversos ácidos graxos voláteis são produzidos, para que seja avaliada a qualidade do processo fermentativo os mais comumente utilizados são os ácidos láctico, butírico, acético e propiônico (McDonald et al., 1991). A concentração de ácidos graxos, carboidratos solúveis, população de microrganismos e pH são importantes parâmetros na determinação da estabilidade da silagem (JOBIM, 2007).

Silagens mal compactadas apresentam maior consumo de carboidratos e redução na velocidade de produção de ácidos graxos, conferindo um alto pH à silagem devido a presença de ar residual, característica de silagem com baixa qualidade (MCDONALD *et al.*, 1991).

CAPÍTULO 1 – COPRODUTO DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

Artigo a ser submetido ao Periódico Semina: Ciências Agrárias , Qualis B2 na Área Zootecnia/Recursos Pesqueiros.

COPRODUTO DO DESFIBRAMENTO DO SISAL NA PRODUÇÃO DE SILAGEM

COPRODUCT OF SISAL SHREDDING IN THE SILAGE PRODUCTION

RESUMO: Objetivou-se neste trabalho avaliar a adição de cinco níveis de pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal, com o intuito de determinar o melhor nível do aditivo para obter uma fonte de alimento de qualidade. Foram avaliadas as características fermentativas e características químico-bromatológicas da silagem de mucilagem de sisal com níveis de adição de pó de batedeira: 0%, 5%, 10%, 15% e 20%, com base na matéria natural. Foram utilizados silos experimentais de tubo de PVC de 100 mm de diâmetro, com 50 cm de comprimento, vedados com tampa de PVC nas duas extremidades, avaliando a composição bromatológica, ácidos graxos voláteis, pH e poder tampão, 30 dias após o fechamento. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e cinco repetições, com uma totalidade de 25 unidades experimentais. A adição de pó de batedeira na mucilagem de sisal provocou um aumento linear nos teores de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e uma redução linear nos teores de proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE). Por outro lado sua adição proporcionou uma redução no poder tampão (PT) que causou conseqüentemente uma queda nos valores de pH, que melhorou a sua característica de fermentação e diminuiu os níveis de ácido butírico, com a adição de 10,23% de pó de batedeira. Após a análise dos resultados, recomenda-se a adição de 10% de pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal, haja vista que neste nível obteve-se a melhor combinação entre as características fermentativas e a composição químico-bromatológica da silagem, proporcionando uma preservação na composição bromatológica do alimento.

Palavras chave: *Agave Sisalana*, Coproduto; Nutrição; Ruminantes, Volumoso

ABSTRACT: It was evaluated the fermentation profile and chemical and qualitative characteristics of silage from the sisal the coproduct with different levels of added sisal powder: 0%, 5%, 10%, 15% and 20%, based on the natural material. experimental PVC silos tube of 100 mm diameter were used, 50 cm long, sealed with PVC cover at both ends, evaluating the chemical composition, volatile fatty acids, pH and buffering capacity, 30 days after ensiling. The experimental design was completely randomized with five treatments and five replications; in total was 25 experimental units. Sisal powder was adding in agave mucilage caused a linear increase in DM, NDF and ADF and a linear reduction in CP and EE content. Moreover, their addition gave a reduction in PT thereby causing a drop in pH, improving its fermentation and significantly reduced levels of butyric acid, coma, adding up to 10.23% sisal powder. After analyzing the results, the addition of up to 10% churn powder in silage agave mucilage is recommended, given that this level gave the best combination of fermentative profile and the chemical composition of silage, preserving the nutritional value of food.

Keywords: *Agave Sisalana*, Coproduct; Nutrition; Ruminant; Bulky

Introdução

Na última década o desenvolvimento dos setores industriais produziram diversos resíduos com potencial para sua utilização na alimentação animal (RODRIGUES et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2011; SANTOS et al., 2011; SOUZA, 2013).

Destacamos como principais resíduos, aqueles oriundos da produção de biodiesel (OLIVEIRA et al., 2011). Contudo é necessário explorar o potencial produtivo regional, pois a utilização de coprodutos na alimentação animal deve apresentar viabilidade técnica e economia (SOUZA, 2013). A utilização de coprodutos do desfibramento do sisal na alimentação animal já é realizada empiricamente por produtores da região sisaleira do Estado da Bahia (BRANDÃO et al., 2013).

Estudos vêm sendo realizados para avaliar os efeitos do uso de resíduos do sisal como alternativa alimentar para ruminantes (HARRINSON, 1984; SANTOS, 2013; SOUZA, 2013).

Contudo para que um alimento alternativo possa ser inserido como base da alimentação animal faz-se necessário conhecer sua composição química e bromatológica, buscando avaliar a necessidade do uso de aditivos. (FARIA et al., 2008a; 2008b; BRANDÃO et al., 2013).

A ensilagem de mucilagem de sisal surge com potencial de ser utilizada na alimentação animal para as regiões produtoras de fibra, visto que o coproduto é abundante, de baixo custo e fácil acesso (BRANDÃO et al., 2011). Entretanto devido ao seu baixo teor de matéria seca, o uso de aditivos sequestrantes de umidade visa proporcionar melhoria na sua conservação e qualidade (BRANDÃO et al., 2013).

Diversos coprodutos são utilizados, com efeito, sequestrante de umidade (RODRIGUES et al., 2005, CARVALHO et al., 2007a; OLIVEIRA et al., 2011). Outro coproduto oriundo da indústria de beneficiamento da fibra de sisal é o pó de bateadeira, que segundo Brandão et al. (2013) apresenta potencial para uso como aditivo sequestrante de umidade em silagens.

Este estudo teve por objetivo avaliar a adição de 5 níveis de pó de bateadeira, na silagem de mucilagem de sisal.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, CCAAB – UFRB.

As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal / CCAAB - UFRB.

Para a produção da silagem aditivada com pó de bateadeira, o material que foi ensilado, a mucilagem de sisal (resíduo do desfibramento do sisal) foi coletada a campo, em propriedade produtora de sisal, localizado na cidade de Retirolândia um dia após o processo de desfibramento, peneirada em equipamento rotativo e armazenado em toneis plásticos e transportados até o local do experimento.

O pó de bateadeira utilizado, foi proveniente da varredura do piso dos galpões de beneficiamento da indústria processadora de fibra de sisal, armazenado em sacos de linhagem e transportado até o local do experimento, no mesmo dia da coleta da mucilagem de sisal.

Para reduzir o teor de umidade, logo após a chegada ao local do experimento, a mucilagem foi espalhada sobre lona, em camada de

aproximadamente 5 cm de espessura, exposta ao ambiente por um período de 24 horas. Antes do processo de ensilagem foram colhidas amostras de 500g da mucilagem de sisal e do pó de batedeira para análises de composição bromatológica: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), carboidratos não fibrosos (CNF), segundo metodologia descrita por AOAC (1990), Silva e Queiroz (2002) e Van Soest et al. (1991), os resultados podem ser visualizados na Tabela 1. Posteriormente procedeu-se a ensilagem do material.

Tabela 1 - Análise bromatológica da mucilagem de sisal e do pó de batedeira.

Parâmetros (%)	Mucilagem de Sisal	Pó de Batedeira
Matéria Seca	17,43	95,52
Matéria Mineral (MS%)	20,5	36,66
Matéria Orgânica (MS%)	79,5	63,34
Proteína Bruta (MS%)	9,10	5,40
Fibra em Detergente Neutro (MS%)	40,42	46,84
Fibra em Detergente Ácido (MS%)	24,57	37,00
Lignina (MS%)	12,05	25,22
Hemicelulose (MS%)	14,59	10,00
Celulose (MS%)	12,52	11,77
Extrato Etéreo (MS%)	1,87	1,34
Carboidratos Totais (MS%)	68,53	56,66
Carboidratos não fibrosos (MS%)	28,11	9,76

Foi utilizado um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco níveis: silagem de mucilagem de sisal sem pó de batedeira (testemunha); adição de 5% de pó de batedeira; adição de 10% de pó de batedeira; adição de 15% de pó de batedeira; e adição de 20% de pó de batedeira, com base na matéria natural, com cinco repetições por tratamento, totalizando 25 unidades experimentais.

Foram confeccionados 25 silos experimentais de tubo de PVC de 100 mm de diâmetro, com 50 cm de comprimento, no fundo de cada silo foram colocados 3 kg de areia (previamente seca em estufa a 55°C, por 72 horas) separados da

forragem por uma tela de polietileno, para permitir a quantificação dos efluentes (TRANCOSO, 2014). O aditivo (pó de batedeira) foi pesado e misturado com a mucilagem de sisal, em seguida, procedeu-se à homogeneização para cada nível de adição. Sobre a tela foram colocados aproximadamente 2 kg da massa a ser ensilada, posteriormente compactada nos silos com a utilização de “soquetes” de concreto, de forma a obter uma densidade da silagem de aproximadamente 320 Kg/m^3 . Os silos foram pesados inicialmente com a areia e posteriormente com areia e a massa a ser ensilada. Após a pesagem os silos foram vedados com tampa de PVC com válvula tipo Bunsen para o escape dos gases, identificados, vedados com fita adesiva de polipropileno tipo durex, pesados e armazenados em galpão aerado protegidos da incidência de chuva ou da luz solar.

Ao final do período de 30 dias, os silos foram abertos, pesados com e sem a tampa, para aferir a perda por gases. Depois dessa etapa, foram colhidas amostras referentes a cada unidade experimental, as quais foram colocadas em sacos plásticos e em seguida armazenadas em freezer horizontal -80° , para posteriores análises laboratoriais.

Ainda no momento de abertura dos silos, foi determinado o pH das silagens, utilizando-se potenciômetro digital segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

Anteriormente a retirada de amostras para análises laboratoriais, procedeu-se avaliação das perdas sob as formas de gases, efluentes e avaliação da recuperação de matéria seca, em que estas variáveis foram quantificadas por diferença de peso.

Para o cálculo da perda por gases foi usada a seguinte equação: $PG = (PCf - PCa)$; onde PG é a perda por gases; PCf é o peso do cano cheio no fechamento (kg); PCa é o peso do cano cheio na abertura (kg). Para o cálculo das perdas por efluentes, a seguinte equação foi utilizada: $PE = (PVa - PVf)$; onde PE é a perda por efluentes; PVa é o peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg); PVf é o peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg). Para o cálculo da recuperação de matéria seca, utilizou-se a equação: $RMS(\%) = [(MFab \times MSab) / (MFfe \times MSfe)] \times 100$, onde RMS = índice de recuperação de matéria seca; MFab = massa de forragem na abertura; MSab = teor de matéria

seca na abertura; MFfe = massa de forragem no fechamento; MSfe = teor de matéria seca da forragem no fechamento (JOBIM et al., 2007).

Para análise de ácidos orgânicos, 10 g de amostra de silagem foram diluídos em 90 mL de água destilada, homogeneizados em liquidificador industrial. Logo após, foram acidificados 10 mL da solução H₂SO₄ 50% e filtrados em papel filtro tipo Whatman (KUNG JR. e RANJIT, 2001). Então procedeu-se a coleta de 2 mL do filtrado onde foi adicionado um mL de ácido metafosfórico 20% e 0,2 mL de ácido fênico 0,1%. As amostras foram centrifugadas e posteriormente, encaminhadas para as análises dos ácidos graxos voláteis (ácido láctico, ácido acético, ácido butírico e ácido propiônico) por cromatografia líquida de alta resolução (HPLC) (TRANCOSO, 2014; ALMEIDA, 2014).

A outra parte da amostra coletada na abertura dos silos foi destinada a determinação do teor de matéria seca, realizando-se a pré-secagem do material em estufa com circulação forçada de ar, a 55°C, por 72 horas. (SOUZA et al., 2012). Em seguida, procedeu-se à moagem em moinho de facas tipo Willey, utilizando-se peneira de 1 mm. Depois da moagem, as amostras foram novamente armazenadas em potes de tampa com rosca, identificados e acondicionadas em local fresco, até o momento das análises químico-bromatológicas. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da UFRB.

Foi determinada a composição químico-bromatológica dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) de acordo com AOAC (1990). Para estimar os valores da fibra em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) foi utilizada a metodologia de VAN SOEST et al. (1991). A lignina foi obtida a partir da metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram obtidos pela equação de Sniffen et al. (1992) e NRC (2001), respectivamente, conforme equações: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \% \text{Cinzas})$; onde CT é o teor de carboidratos totais, %PB é a porcentagem de proteína bruta, %EE é a porcentagem de extrato etéreo; e a equação $CNF = CT - CF$, onde CNF é o teor de carboidratos não fibrosos; e CF é o teor de carboidratos fibrosos.

Os resultados do efeito da adição dos níveis de pó de batedeira como aditivo em silagem de mucilagem de sisal foram analisados e interpretados estatisticamente, por meio de análise de variância e teste de regressão, utilizando-se o comando PROC REG do programa estatístico SAS®. Significância $P < 0,05$.

Resultados e Discussão

A análise de regressão revelou efeito linear crescente ($Y=0,67852X+18,559$) para o teor de matéria seca da silagem de mucilagem de sisal em função da inclusão do pó de batedeira, evidenciando o efeito sequestrante de umidade deste aditivo, com estimativa de elevação de 0,68% da matéria seca da silagem a cada unidade percentual de inclusão do mesmo.

A elevação dos níveis de matéria seca ocorre por meio da utilização de aditivos sequestrantes de umidade como: poupa cítrica, casca de soja, casca de soja peletizada e casca de café são descritos por Bergamaschine et al. (2006), Greggi et al. (2014), Ribeiro et al. (2009) e Faria et al. (2010) respectivamente.

Carvalho et al. (2007a) ao trabalharem com adição de níveis de casca de café em silagem de capim-elefante (*pennisetum purpureum*, Schum) observaram um acréscimo linear de 0,77% de MS na silagem.

O uso do pó de batedeira com a função de sequestrante de umidade se assemelha a inclusão de até 3,29% de ureia em silagens de coproduto do desfibramento do sisal Faria et al. (2008a). Visto que o alto poder higroscópico da ureia promove a absorção de umidade externa (CÂNDIDO et al., 1999).

Rodrigues et al. (2005) trabalhando com silagem de capim-elefante aditivada com polpa cítrica e Brandão et al. (2013) com silagem de coproduto do desfibramento do sisal com adição de 10% pó de batedeira, encontraram dados que permitem inferir uma semelhança entre os resultados obtidos no presente trabalho.

Segundo McDonald et al. (1991) valores ideais de matéria seca encontram-se entre 26 e 38% no material ensilado estando de acordo com os dados encontrados no presente trabalho.

De acordo com Brandão et al. (2013) a secagem prévia do material ou o uso de aditivos sequestrantes de umidade eleva o teor de MS da silagem de mucilagem de sisal, fato que pode ser observado mediante o presente estudo.

Referente aos valores de matéria mineral (MM) foi observado um crescimento linear ($Y=0,54886X+19,121$), à medida que o pó de batedeira foi adicionado (tabela 2).

Os valores de MM podem ser influenciados por fatores como: idade da planta, manejo na colheita, coleta da mucilagem ou até variações no tempo de permanência a campo, esses fatores podem estar ligados a divergência entre os valores do presente trabalho e os descritos por Brandão et al. (2011) ao trabalharem com o mesmo tipo de silagem.

Tabela 2 - Análise bromatológica dos silos de mucilagem de sisal aditivados com diferentes níveis de pó de batedeira.

	Tratamentos					CV	L	Q ²
	0%	5%	10%	15%	20%			
MS	18,7020	21,7700	25,1900	29,0160	32,0420	1,654	0,0001	0,3337
MM	19,6057	21,1460	25,1460	26,4980	30,6513	3,538	0,0001	0,0337
MO	80,3513	78,8540	74,8513	73,5020	69,3487	1,170	0,0001	0,0308
PB	7,8390	7,4145	7,0275	6,8891	6,4584	2,175	0,0001	0,1413
FDN	24,2118	27,4500	29,0674	30,1292	33,9372	1,956	0,0001	0,3044
FDA	19,6361	22,3898	24,4905	25,2197	28,8845	1,931	0,0001	0,3260
LIG	10,3027	11,5113	14,5887	14,9393	19,7372	5,080	0,0001	0,0012
HEM	4,6228	5,2309	5,2079	5,2223	5,0524	4,961	0,0104	0,0001
CEL	9,3478	10,2912	10,0092	9,8408	8,9973	3,773	0,0390	0,0001
EE	4,0302	3,9736	3,8527	3,6987	3,5724	2,616	0,0001	0,1867
CT	74,8807	73,9228	70,1462	67,3614	65,3087	1,472	0,0001	0,3805
CNF	49,5513	46,3241	42,3644	36,9561	33,2287	6,351	0,0001	0,3360

MS: matéria seca; MM: matéria mineral; MO: matéria orgânica; PB: proteína bruta; FDN: fibra em detergente neutro; FDA: fibra em detergente ácido; LIG: lignina; HEM: hemicelulose; CEL: celulose; EE: extrato etéreo; CT: carboidratos totais; CNF: carboidratos não-fibrosos. Análise de regressão ($P>0,05$).

De acordo com Santos (2013) a inclusão de licuri moído como sequestrante de umidade na silagem de mucilagem de sisal, promove uma redução no teor de matéria mineral, visto que o teor de matéria mineral no licuri é menor que na mucilagem de sisal. Faria et al. (2010) descreve que a capacidade de retenção do aditivo varia de acordo com o grau de moagem, materiais finamente moídos retêm mais umidade quando comparados com aqueles grosseiramente moídos.

Ao contrário da MM, a análise de regressão indicou que a adição do nível crescente de pó de batedeira resultou em um efeito linear decrescente ($Y = -0,54715X + 80,853$) nos teores de matéria orgânica da silagem.

Carvalho et al. (2007b) ao trabalharem com níveis crescentes de farelo de cacau na silagem de capim-elefante observaram um efeito linear crescente, justificado pelo fato do farelo de cacau possuir maior quantidade de MO quando comparado com capim-elefante.

Já no presente trabalho, devido ao maior teor de MM no aditivo, que por sua vez é inversamente proporcional a MO, pode explicar os resultados obtidos, onde o aditivo ao ser misturado na mucilagem proporcionou redução gradativamente do teor de MO da massa ensilada.

Os valores de PB demonstram um comportamento linear decrescente ($Y = -0,065729X + 7,783$) de acordo com os níveis de pó de batedeira nas silagens experimentais em que a cada 1% de acréscimo do aditivo ocorreu decréscimo de 0,06% de PB. O comportamento decrescente nos valores de PB pode ser justificado pelo menor teor de PB encontrado neste aditivo. Comportamento semelhante ao encontrado por Brandão et al. (2013) que utilizaram diferentes aditivos nas silagens de coproduto do sisal.

Ferreira et al. (2007) ao trabalharem com silagem de capim-elefante com níveis de subprodutos da agroindústria do caju, observaram um comportamento linear crescente, justificado pelo nível de PB elevado do aditivo, diferindo do presente estudo.

A inclusão de torta de dendê com função de aditivo absorvente de umidade em silagem de capim Massai promoveu um comportamento linear crescente para a variável PB, é justificado pela presença de duas vezes e meia mais proteína bruta, no aditivo que no capim Massai (OLIVEIRA et al., 2011). No presente trabalho a utilização do pó de batedeira não agregou valor nutricional, com relação a proteína bruta, o que é justificado pelo menor teor de PB do aditivo em estudo em comparação com a mucilagem.

O teor de FDN revelou efeito linear crescente ($Y = 0,4426x + 24,533$) em função da adição do pó de batedeira, justificado pelo maior teor de FDN do aditivo quando comparado à silagem in natura.

Rodrigues et al. (2005) ao trabalharem com o efeito da adição de níveis crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor nutricional

da silagem de capim-elefante, observaram uma redução linear a medida que se elevou a adição de polpa cítrica, que foi justificado pelo baixo teor de FDN deste aditivo. Brandão et al. (2013) em trabalho com diferentes aditivos em silagem de mucilagem de sisal observaram um aumento significativo nos valores de FDN em silagens aditivadas com torta de algodão e torta de dendê em relação a silagem *in natura*.

Os teores de lignina apresentaram aumento linear ($Y=0,4459x+9,7564$) em função da adição de pó de batedeira da massa ensilada.

Fato que está de acordo com Brandão et al. (2013) a elevação do teor de lignina na mucilagem de sisal com adição de pó de batedeira em comparação a silagem de mucilagem *in natura*, é justificada em razão do processo fermentativo levar à digestão das frações hemicelulose e celulose com produção de ácido lático por bactérias celulolíticas isso promove um destaque da lignina, diretamente proporcional a adição do pó de batedeira na silagem de mucilagem de sisal.

Mesmo comportamento foi obtido para a variável hemicelulose ($Y=0,01701x+4,8971$). Carvalho et al. (2007b) fizeram uso de diferentes níveis de farelo de cacau como aditivo sequestrante de umidade em silagens de capim elefante e obtiveram uma redução no teor de hemicelulose a partir da adição de 14% de farelo de cacau na silagem, comportamento não identificado para esta variável no presente estudo.

Mediante a análise da variável celulose foi encontrado um comportamento linear decrescente ($Y= -0,02303x+9,9275$) que difere do observado por Carvalho et al. (2007a) ao utilizarem casca de café como secante em silagem de capim elefante emurcheado na qual não foi observada diferença no teor de celulose entre silagens com e sem aditivo para os níveis de casca de café utilizados por eles.

Tabela 3 - Análise das características fermentativas dos silos de mucilagem de sisal aditivados com diferentes níveis de pó de bateadeira.

Variável	Tratamentos					CV	L	Q ²
	0%	5%	10%	15%	20%			
PH	5,5525	5,1275	5,0625	4,9267	4,8425	2,413	0,000 1	0,027 5
PE	5,1205	3,7532	2,2355	1,2717	0,6747	15,96 1	0,000 1	0,006 1
RMS	97,4549	94,6058	93,3394	94,6435	94,5558	1,321	0,003 4	0,000 6
PG	8,1655	6,3007	6,2421	5,7679	5,6623	8,996	0,000 1	0,001 1
PT	195,297 1	179,848 7	151,679 2	143,205 2	130,429 7	12,10 7	0,000 1	0,034 6
LAT	0,4477	1,4936	1,5104	1,6196	1,8276	7,315	0,000 1	0,002 3
ACE	0,8341	1,2715	1,0180	0,8954	0,8291	5,823	0,124 3	0,006 6
PRO P	0,1920	0,0407	0,0399	0,0392	0,0413	3,264	0,001 6	0,000 1
BUT	0,2430	0,1207	0,1022	0,1071	0,2329	10,81 7	0,396 4	0,000 1

carboidratos não-fibrosos; PH: potencial hidrogeniônico; PE: perda por efluentes; RMS: recuperação de matéria seca; PG: perda por gases; PT: poder tampão; LAT: ácido láctico; ACE: ácido acético; PROP: ácido propiônico; BUT: ácido butírico. Análise de regressão ($P > 0,05$).

A análise de regressão indicou um efeito linear decrescente para a variável EE ($Y = -0,023612X + 4,0588$). Comportamento justificado pelo menor valor de EE presente no aditivo, pó de bateadeira, quando comparado com o teor de EE presente na mucilagem de sisal (TABELA 1). Valores similares de EE do coproduto do sisal, sem a adição de pó de bateadeira foram determinados por Brandão et al. (2011).

Diferindo do trabalho descrito por Oliveira et al. (2011) onde foi observado comportamento linear crescente ao utilizarem torta de dendê como aditivo sequestrante de umidade, tal comportamento é justificado pelo fato do coproduto possuir elevado índice de EE.

O elevado teor de lipídios na dieta animal provoca o envolvimento físico da fibra formando complexos insolúveis reduzindo a capacidade de ataque microbiano das partículas da ingesta. As variações no teor de EE influenciam negativamente na produção da silagem e no consumo da mesma visto que altos teores de EE na mistura promovem uma redução da digestibilidade dos carboidratos estruturais da silagem (STAPLES et al., 2001).

Os teores de CT apresentaram um comportamento linear decrescente ($Y=0,50509X+75,306$) em função do aumento da adição de pó de batedeira. Esse comportamento pode ser justificado pelo fato do pó de batedeira apresentar um teor de CT menor do que o encontrado na mucilagem de sisal (Tabela 1).

Referente aos CNF observou-se um efeito linear decrescente ($Y=0,83762X+50,026$) provocado por uma queda de 0,83% de CNF nos silos experimentais a cada 1% de pó de batedeira adicionado. Os carboidratos não fibrosos são fontes de energia rápida de fácil digestão, o seu decréscimo pode ser justificado pelo seu baixo teor no aditivo utilizado na silagem em estudo (Tabela 1).

Os valores de pH obtidos indicam um comportamento linear decrescente ($Y=-0,02872X+5,3732$), a medida que a concentração de pó de batedeira foi aumentada. De acordo com França et al. (2011), silagem com teores de umidade altos são mais predispostas ao desenvolvimento de fermentações indesejadas e podem apresentar maior resistência em relação a redução do seu pH. Correlacionando com o valor de MS da amostra, quanto maior for o seu teor, mais baixo deverá ser o seu pH, para que ocorra a inibição do desenvolvimento de microrganismos prejudiciais ao processo (McDONALD et al. 1991).

Silagens com baixo teor de MS podem ocasionar a perda de nutrientes através de efluentes, devido à redução no seu valor nutricional (McDONALD et al. 1991). A adição gradativa de pó de batedeira eleva o valor de MS da mistura e diminuí sua umidade, conseqüentemente, reduzindo dos valores de pH.

Foi observado um comportamento linear decrescente ($Y=0,22744X+4,8855$) para a variável produção de efluentes. Essa característica pode ser justificada devido ao aumento dos níveis de pó de batedeira que elevaram o teor de matéria seca da silagem o que é desejável.

De acordo com McDonald et al. (1991) na composição do efluente podemos encontrar uma grande quantidade de compostos orgânicos como: açúcares, ácidos orgânicos e proteínas.

Tavares et al. (2009) afirmam que devem ser levados em consideração o tipo de silo, profundidade e largura, visto que estes contribuem de forma indireta para produção de efluentes.

Loures et al. (2003) afirmaram que o volume do efluente produzido em um silo é influenciado pelo seu grau de compactação e pelo conteúdo de matéria

seca da espécie forrageira ensilada, fato que corrobora com o descrito por Igarassi (2002) que ao realizar a colheita de capim-Tanzânia no inverno e verão identificou variação nos teores de matéria seca de 29% e 15,6% com produção total de efluentes de 9,04 e 51,8 L/t respectivamente.

A adição de níveis de pó de batedeira aumenta significativamente a MS da mistura ensilada, sendo esse comportamento inversamente proporcional a produção de efluentes, justificando a redução observada neste estudo.

A variável recuperação de matéria seca demonstrou comportamento quadrático ($Y=2,295X^2-0,59114x+97,487$). Isso indica que o aumento dos níveis de pó de batedeira na silagem provocou redução nos valores de perdas por efluentes, que, por sua vez influenciam no teor de recuperação de matéria seca.

A queda inicial da variável recuperação de matéria seca, pode ser justificada devido ao pó de batedeira não estar exercendo sua função como sequestrante de umidade, que se justifica devido a mudança de comportamento quando alcança um nível de 12,89% do pó de batedeira, evidenciando aumentos significativos da recuperação de MS a partir desse ponto.

Brandão et al. (2013) não observaram diferença significativa entre as silagens do coproduto do sisal *in natura* e com aditivos.

Para a variável perda por gases observou-se um decréscimo linear ($Y=-0,11104X+7,6358$). As perdas por gases são geradas devido aos processos bioquímicos ocorridos durante a fermentação. O aumento significativo das perdas por gases ocorre quando há produção de álcool, causada por fermentação de bactérias heterofermentativas, enterobactérias, leveduras e bactérias no gênero *Clostridium* (McDonald et al., 1991). A utilização de aditivos sequestrante de umidade tem como uma de suas finalidades a melhora da fermentação e redução de pH (BERNARDINO et al., 2005).

O uso do pó de batedeira como sequestrante de umidade consequentemente melhorou a fermentação através da redução do pH da silagem.

O poder tampão dos silos experimentais apresentou um comportamento linear decrescente ($Y=-3,5835X+198,27$).

Quanto mais rápido for a queda do pH do material ensilado melhor o resultado de conservação de nutrientes da forragem em questão. O poder tampão influencia diretamente na velocidade de queda do pH, quanto menor for

o poder tampão mais rápido será a diminuição de pH (LAVEZZO, 1985). Logo, quanto menor o valor obtido para o poder tampão, menor é a capacidade de resistência a queda do pH e maior qualidade do perfil fermentativo, conforme foi observado no presente estudo.

Tavares et al. (2009) afirmaram que o pré-emurchecimento da forragem de capim-tanzânia determinam redução no poder tampão da silagem correspondente.

Ferrari Júnior e Lavezzo (2001) ao trabalharem com Qualidade da Silagem de capim-elefante (*Pennisetum purpureum Schum*) emurchecido ou acrescido de farelo de mandioca, não encontraram influência significativa do poder tampão impedindo a queda do pH nas silagens de capim- elefante.

A variável ácido láctico apresentou diferença significativa caracterizada por uma equação linear crescente ($Y=0,057714X+0,8026$). O ácido láctico possui uma constante de dissociação forte com a capacidade de acidificar o meio rapidamente, diminuindo conseqüentemente o pH da silagem.

Brandão et al. (2013) não observaram diferença nos teores de ácido láctico em silagem do coproduto do sisal *in natura* quando comparada com as aditivadas. De acordo com estudos realizados por Kung Junior (2001) sugere-se que os teores de ácido láctico na MS para silagem de capins tropicais seja em torno de 6 a 10%.

De acordo com Rodrigues et al. (2005) o excesso de umidade do capim antes de ser ensilado promove o desenvolvimento de bactérias do gênero *clostridium*, que consomem carboidratos, proteínas, aminoácidos e ácido láctico, convertendo-os em ácido acético, butírico e nitrogênio amoniacal que afetam a qualidade da silagem.

O incremento do pó de batedeira como aditivo sequestrante de umidade promoveu aumento dos teores de MS, conseqüentemente o aumento da produção de ácido láctico.

Os valores encontrados após análise estatística da variável ácido acético, permitem inferir que houve um comportamento quadrático ($Y= - 0,25042X^2+0,042364x+0,9216$).

A mucilagem de sisal apresenta um teor de umidade muito elevado, o que justifica a adição do pó de batedeira como sequestrante de umidade, para

elevar o teor de matéria seca da silagem de mucilagem de sisal (BRANDÃO et al., 2013).

No presente estudo o ponto máximo de adição do pó de batedeira com relação a produção de ácido acético foi de 8,46%, o seu decréscimo é atribuído a elevação dos teores de MS com redução dos teores de proteína bruta e do desenvolvimento de bactérias do gênero *clostridium* proteolíticos responsáveis pela sua produção, entretanto todos os valores da variável ácido acético encontraram-se abaixo de 2%.

Valores de referência para ácido acético indicam que silagens com percentual inferior a 2,5%, podem ser consideradas silagens de boa conservação (TOMICICH et al., 2003).

Apesar de desejado devido a sua ação fungistática, a presença de elevados níveis de ácido acético indicam alterações oriundas de processos fermentativos indesejáveis causados pelo processo do gênero *clostridium* (VAN SOEST, 1994).

Os teores de ácido propiônico apresentaram um comportamento quadrático ($Y=0,087632X^2-0,023586x+0,175$) e ponto mínimo quando adicionado 13,46% de pó de batedeira.

Rocha Júnior et al. (2000) encontraram valores de ácido propiônico variando de 0,00% a 0,36%.

Segundo Roth e Undersander (1995) uma silagem para ser classificada como muito boa precisa ter níveis de ácido láctico de 4 a 6%; ácido acético < 2,0%; ácido propiônico < 0,50%; ácido butírico < 0,10%.

Diante de tal afirmação é possível inferir que a silagem produzida no presente trabalho se enquadre em um perfil de silagem de boa qualidade, visto que apresenta valores dentro do padrão exigido exceto ácido láctico.

Valores de ácido propiônico acima de 0,50% indicam degradação do ácido láctico por bactérias butíricas (ROTH e UNDERSANDER, 1995). Entretanto a presença do ácido propiônico promove uma ação fungistática quinze vezes maior que o ácido acético (KUNG JÚNIOR et al., 2003).

Realizando análise conjunta dos dados obtidos em relação ao ácido propiônico e o butírico, observou-se um aumento significativo do ácido butírico a partir da adição de 10,24% de pó de batedeira.

Os teores de ácido butírico encontrados nas silagens demonstram um comportamento quadrático ($Y=0,14842X^2-0,030362X+0,2422$) e ponto mínimo quando adicionado 10,23% do pó de bateadeira. Este comportamento sugere que o decréscimo inicial do ácido butírico ocorre devido a ação do aditivo como sequestrante de umidade que promove a queda do pH, estimulando a produção de ácido láctico.

Pode-se inferir que no momento da obtenção do pó de bateadeira por meio da varredura dos galpões de beneficiamento da fibra do sisal ocorra a contaminação do pó de bateadeira com sujidades presentes no solo.

O comportamento observado no presente trabalho assemelha-se ao descrito por Carvalho et al. (2007a) e por Rodrigues et al. (2005).

Segundo Tomich et al. (2003) o teor de ácido butírico é considerado um dos principais indicadores negativos no processo fermentativo e teores de 0,0 a 0,1% são considerados silagens de excelente qualidade e estes valores foram alcançados através da adição de pó de bateadeira.

O elevado desenvolvimento de bactérias do gênero *clostridium* com notada formação de ácido butírico, em silagem de capim elefante em decorrência do excesso de umidade do capim, o mesmo material ensilado aditivado com casca de café, apresentou menor teor de ácido butírico (CARVALHO et al., 2007a).

McDonald et al. (1991) descrevem que a degradação de proteínas e ácido láctico concomitantemente com a formação de ácido butírico resulta em grandes perdas de matéria seca decorrentes da produção de CO² e H²O.

Conclusão

Com base no presente estudo é possível concluir que:

Recomenda-se a adição de 10% (com base na matéria seca) de pó de bateadeira como aditivo sequestrante de umidade para a ensilagem da mucilagem do sisal.

Essa recomendação além de melhorar as características fermentativas da silagem sem comprometer a composição bromatológica da massa pode ser

economicamente viável uma vez que o pó de batedeira é produzido em abundância nas regiões de beneficiamento da fibra do sisal e ainda não tem valor comercial.

Referências

- ALMEIDA, L.T.S. Farelo de algaroba como aditivo em silagens de gramíneas tropicais. 2014 Dissertação (mestrado em zootecnia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.
- AOAC - Association of official analytical chemists. International [AOAC]. Official methods of analyses. 15 edition. AOAC, Washington, USA assoc. Off. Agric. Chem. p.1105-1106, 1990.
- BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAGAO, A.S.L.; VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; ARAUJO, G.G.L.; BRANDÃO, W.N. Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos da Agave sisalana para alimentação de ruminantes. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia, v.63, n.6, p.1493-1501, 2011.
- BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAUJO, G.G.L.; DOREA, J.R.R.; NEVES, A.L.A. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. Ciências Agrárias, Londrina, v. 34, n. 6, p. 2991-3000, nov./dez. 2013.
- BERGAMASCHINE, A.F.; PASSIPIÉRI, M.; FILHO, W.V.V.; OLAIR, J.I.; CORREA, L. A. Qualidade e valor nutritivo de silagens de capim marandu (*B. brizantha* cv. Marandu) produzidas com aditivos ou forragem emurcheda. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.35, n.4, p. 1454-1462, 2006.
- BERNARDINO, F.S.; GARCIA, R.; ROCHA, F.C.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, O.G. Produção e características do efluente e composição bromatológica da silagem de capim-elefante contendo diferentes níveis de casca de café. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.
- CÂNDIDO, M.J.D.; NEIVA, J.N.M.; PIMENTEL, J.C.M.; VASCONCELOS, V.R.; SAMPAIO, E.M.; MENDES NETO, J. Avaliação do valor nutritivo do bagaço de cana-de-açúcar amonizado com uréia. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.28, p.928-935, 1999.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; AZEVEDO, J.A.G.; FERNANDES, F.P.E.; PEREIRA, O.G. Valor nutricional e características fermentativas de silagem de capim-elefante com adição de casca de café. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, v.36, n.6, p.1875-1881, 2007^a.
- CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; PEREIRA, O.G.; AZEVEDO, J.A.G.; CARVALHO, B.M.A.; CAVALI, J. Valor nutricional da silagem de capim-elefante emurchedo ou com adição de farelo de cacau. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007b.
- FARIA, D.J.G.; GARCIA, R.; TONUCCI, R.G.; TAVARES, V.B.; PEREIRA, O.G.; FONSECA, D.M. Produção e composição do efluente da silagem de capim elefante com casca de café. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 39 n3, p.471-478, 2010.
- FARIA, M.M.S.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, G.J.C.; OLIVEIRA, R.L.; LEDO, C.A.S.; SANTANA, F.S. Composição bromatológica do co-produto do desfibrilamento do sisal tratado com uréia. Revista Brasileira de Zootecnia, Viçosa, MG, v. 37, n. 3, p. 377-382, 2008^a.
- FARIA, M. M. de S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C. de; OLIVEIRA, R. L.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, A. M. da; LOPES, N. C. M.; SANTANA, F. S. de. Composição bromatológica

- do co-produto do desfibramento do sisal submetido à auto-fermentação. Magistra, Cruz das Almas, v. 20, n. 1, p. 30-35, 2008b.
- FEREIRA, A.C.H.; NEIVA, J.N.M.; RODRIGUES, N.M.; CAMPOS, W.E.; BORGES, I. Características químicas e fermentativas do capim-elefante ensilado com níveis crescentes de subproduto da agroindústria do caju. *Ciência animal brasileira*, v8, n, 4.p. 723-731, 2007.
- FRANÇA, A.F.S.; OLIVEIRA, R.P.; MIYAGI, E.S.; SILVA, A.G.; PERON, H.J.M.C.; BASTO, D.C. Características fermentativas das silagem de híbridos de sorgo sob doses de nitrogênio. *Ciência Animal Brasileira* v. 12, n.3, p. 383-391, 2011.
- GREGHI, G.F.; BARCELOS, B.; SARAN NETTO, A.; VILELA, F.G.; RODRIGUES, P.H.M.; MÁRINO, C.T. Contribuição de polpa cítrica e casca de soja para a qualidade da silagem de resíduo úmido de cervejaria. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.66, n.1, p. 277-283, 2014.
- HARRINSON, D. G. Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminates. *Revue Mundiale de Zootechnie*, Roma, v. 49, n. 1, p. 25-31, 1984.
- IGARASI, M. S. Controle de perdas na ensilagem de capim Tanzânia (*Panicum Maximum* Jacq. cv. Tanzânia) sob os efeitos do teor de matéria seca, do tamanho de partícula, da estação do ano e da presença do inoculante bacteriano. Piracicaba, 2002. Dissertação (Mestrado). Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P.. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p.101-119, 2007.
- FERRARI JÚNIOR, E.; LAVEZZO, W. Qualidade da Silagem de Capim-Elefante (*Pennisetum purpureum*Schum.) Emurchecido ou Acrecido de Farelo de Mandioca. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v 30, n. 5, p.1424-1431, 2001.
- KUNG JÚNIOR., L.; RANJIT, N.K. The effect of *Lactobacillus buchneri* and other additives on the fermentation and aerobic stability of barley silage. *Journal of Dairy Science*. v.84, p.1149-1155, 2001.
- KUNG JÚNIOR, L.; STOKES, M.R.; LIN, C.J Silage additives. In: *Silage Science and technology*. Wisconsin; ASA, 2003. p. 305-360.
- LAVEZZO, W. Silagem de capim- elefante. *Informe agropecuário*, v. 11, n 132. 1985.
- LOURES, D.R.S.; GARCIA.R.; PEREIRA, O.G.; CECON, P.R.; SOUZA, A.L.. Característica do efluente e composição químico-bromatológica da silagem de capim-elefante sob diferentes níveis de compactação. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG. v.32, n.6, p.1851-1858, 2003.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. *The biochemistry of silage*. 2.ed. Marlow: Chalcombe, 1991. 340p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requeriments of dairy cattle*. 7.edition Washinton, D.C.: 2001. 381p.
- OLIVEIRA, R.L.; RIBEIRO, O.L.; BAGALDO, A.R.; LIMA, L.S.; BORJA, M.S.; CORREIA, B.R.; COSTA, J.B.; LEÃO, A.B. Torta de dendê oriunda da produção de biodiesel na ensilagem de capim Massai. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. v.12, n.4, p.881-892, 2011.
- RIBEIRO, J.L.; NUSSIO, L.G.; MOURÃO, G.B.; QUEIROZ, O.C.M.; SANTOS, M.C.; SCHIMIDT, P.. Efeitos de absorventes de umidade e de aditivos químicos e microbianos sobre o valor nutritivo, o perfil fermentativo e as perdas em silagens de capim marandu. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.2, p.230-239, 2009.
- ROCHA JR, V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A.F.; BORGES, I.; RODRIGUES, N.M. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem II. Padrão de fermentação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v. 52, n.5, p. 512– 520, 2000.
- RODRIGUES, P.H.M.; BORGATTI, L.M.O.; GOMES, R.W.; PASSINI, R.; MEYER, P.M. Efeito da Adição de Níveis Crescentes de polpa cítrica sobre a qualidade fermentativa e o valor

nutritivo da silagem de capim-elefante. . Revista Brasileira de Zootecnia, v.34, n.4, p.1138-1145, 2005.

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

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAUJO, G. G. L.; ARAGAO, A.S.L.; BRANDÃO, W.N.; SOUZA, R.A.; OLIVEIRA G. F.; Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia, v.63, n.6, p.1502-1510, 2011.

SANTOS, A.S.; Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SOUZA, F.N.C. Silagem da mucilagem do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) como fonte de volumoso para ovinos. 2013. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. edition Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

SOUZA, A.S.O.; SILVA, J.R.; BARROS, M.S.; Composição químico-bromatológica do capim-Tanzânia ensilado com farelo de arroz. Revista científica de produção animal. v.14 n1.2012.

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

STAPLES, C.; THATCHER, W.W.; MATOS, R. Estratégias de suplementação de gordura em dietas de vacas em lactação. In: SINLEITE – SIMPÓSIO INTERNACIONAL EM BOVINOCULTURA DE LEITE - Novos Conceitos em Nutrição, 2. 2001, Lavras. Anais... Lavras: Universidade Federal de Lavras, p. 179-197, 2001.

TRANCOSO, P.F. Torta de algodão como aditivo em silagens de capim Tanzânia. 2014 Dissertação (Mestrado em Mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Salvador.

TAVARES, V.B.; PINTO, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; FIGUEREDO, H. C. P.; AVILA, C.L.S.; LIMA, R.F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurhecimento na composição bromatológica de silagens de capim-tanzânia. Revista Brasileira de Zootecnia, v.38, n.1, p.40-49, 2009.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B.A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. Journal of Dairy Science, v. 74, p. 3583-3597.

VAN SOEST, P.J.; Nutritional ecology of the ruminant. 2.edition Ithaca: cornell University Press, 1994. 476p.

3 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A utilização da mucilagem de sisal é uma alternativa viável para os produtores de ruminantes na região sisaleira. Porém o seu alto teor de umidade pode promover perdas de nutrientes mediante a formação de efluentes. Diante disso a utilização de aditivos sequestrantes de umidade podem promover uma melhora na qualidade da silagem.

O pó de bateadeira é uma alternativa viável pelo seu baixo custo e abundância na região, seu uso no nível de 10% melhora as características fermentativas sem perdas significativas na composição bromatológica do material ensilado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALLEN, M.S.; COORS, J.G.; ROTH, G.W. 2003. **Corn Silage**. p. 547-608. In: BUXTON, D.R.; MUCK, R.E.; HARISSON, J.H., eds. *Silage science and technology*.: American Society of Agronomy; Crop Science Society of America; Soil Science Society of America Madison, Wisconsin, USA..
- ALVES, M.O.; SANTIAGO, E.G.; LIMA, A. R. M. 2005. Diagnóstico socioeconômico do setor sisaleiro do Nordeste Brasileiro. **Série Documentos do ETENE**. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil.
- AMARAL, R.C.; BERNADES, T.F.; SIQUEIRA, G.R.; Reis, R.A. 2007. Características fermentativas e químicas de silagens de capim-Marandu produzidas com quatro pressões de compactação. **Revista Brasileira de Zootecnia** 3: 532-539.
- ANDRADE, W. O sisal do Brasil. Salvador: Brazilian Fibres, 2008. Disponível em: **Acesso em: 24 de agosto de 2016**.
- ARAÚJO, S.M.S. 2011 A Região Semiárida do Nordeste do Brasil: Questões Ambientais e Possibilidades de uso Sustentável dos Recursos. **Rios Eletrônica- Revista Científica da FASETE** 5: 90-98.
- ASHBELL, G. WEINBERG, Z.G. HEN, Y. FILYA, I. 2002 the effects of temperature on the arabic stability of wheat and corne silages. **Journal of industrial microbiology e biotecnology**.28:5.
- BARRETO, A. F. **Efeitos do emprego de sucos de agave no tratamento de sementes, controle do ácaro rajado [Tetranychus urticae (Koch, 1836)] e fitotóxicidade em algodoeiro (Gossypium hirsutum L. r. latifolium Hutch)**. 2003. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.
- BARRETO, A.C.H.; ROSA, D.S.; FECHINE, P.B.A.; MAZZETTO, S.E. Properties of sisal fibers treated by álcali solution and their application into cardanol-based biocomposites. *Composites Part A: Applied Science and manufacturing* **42: 492-500**.
- BOTURA, M.B.; SILVA, G.D.; LIMA, H.G.; OLIVEIRA, J.V.A.; SOUZA T.S.; SANTOS, A.; MOREIRA, E.L.T.; ALMEIDA, M.A.O.; BATATINHA, M.J.M. In vivo anthelmintic activity of an aqueous extract from sisal waste (*Agave sisalana* Perr.) against gastrointestinal nematodes in goats. **Veterinary Parasitology** **177: 104- 110**.
- BRANDÃO, L. G. N. **Coprodutos do sisal como opção para alimentação de ruminantes no semiárido**. 2009. 59f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal), à Universidade Estadual de Santa Cruz, Ilhéus- Bahia.
- BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAGAO, A.S.L.; VOLTOLINI, T.V.; NEVES, A.L.A.; ARAUJO, G.G.L.; BRANDÃO, W.N. 2011. Valor nutricional de componentes da planta e dos coprodutos da Agave sisalana para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 63: 1493-1501.
- BRANDÃO, L.G.N.; PEREIRA, L.G.R.; AZEVEDO, J.A.G.; SANTOS, R.D.; ARAUJO, G.G.L.; DOREA, J.R.R.; NEVES, A.L.A. 2013. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. **Ciências Agrárias, Londrina** 34: 2991-3000.
- CARVALHO, G. M. C.; ALMEIDA, M. J. DE O.; ARAÚJO NETO, R. DE B.; OLIVEIRA, F. DAS C. Produção de feno no semiárido. Teresina: **Embrapa Meio Norte**, 2006, 32 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 149).
- CARVALHO, I. Q. **Tecnologia da Produção de silagem de milho em sistema de produção de leite**. 2013. 81f Tese (Doutorado em zootecnia), Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- CHERNEY, J.H.; CHERNEY, D.J.R. **Assessing silage quality**. In: BUXTON, D. R.; MUCK, R. E.; HARRISON, J. H. (Eds.) 2003. *Silage Science and Technology*. Madison, Wisconsin, USA. p. 141-198.

- DUNDER, R.J.; QUAGLIO, A.E. V.; MACIEL, R.P.; LUIZ-FERREIRA, A.; ALEMIDA, A.C.A.; TAKAYAMA, C.; FARIA, F.M.; SOUZA-BRITO, A.R.M. 2010. Anti-inflammatory and analgesic potential of hydrolyzed extract of *Agave sisalana* Perrine ex Engelm., Asparagaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia** 20: 376-381.
- FARIA, M.M.S.; JAEGER, S.M.P.L.; OLIVEIRA, G.J.C.; OLIVEIRA, R. L.; LEDO, C. A. S.; SANTANA, F. S.. 2008a Composição bromatológica do co-produto do desfibrilamento do sisal tratado com uréia. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37: 377-382.
- FARIA, M. M. de S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C. de; OLIVEIRA, R. L.; LEDO, C. A. da S.; SILVA, A. M. da; LOPES, N. C. M.; SANTANA, F. S. 2008b Composição bromatológica do co-produto do desfibrilamento do sisal submetido à auto-fermentação. **Magistra** 20:30-35.
- FERRARI JÚNIOR. E.; LAVEZZO, W. 2001. Silagem de capim-Elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) emurcheado ou acrescido de farelo de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia** 30: 1424-1431.
- FERREIRO, H.M.; ELLIOT, R.; RIOS, V.; PRESTON, T.R. 1978 Rumen function and fermentation on sisal based diets. **Tropical Animal Health Production** 3: 30-35.
- GOLÇALVES JUNIOR. **Avaliação de extratos de Agave no controle de galhas radiculares do tomateiro**. 2002. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia)-Centro de Ciências Agrárias. Universidade Federal da Paraíba. Areia-PB.
- GUTIÉRREZ, A.; RODRIGUEZ, I.M.; DEL RIO, C. 2008. Chemical composition of lipophilic extractives from sisal (*Agave sisalana*) fibers. **Industrial Crops and Products** 28: 81–87.
- HARRINSON, D.G. 1984 Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminates. **Revista Mundial de Zootecnia** 49:25-31.
- IRISH, G.M. 2000. **Agaves, Yuccas, and related plants: a gardener's guide**. Oregon, USA: Timber Press.
- JOBIM, C.C.; NUSSIO, L.G.; REIS, R.A.; SCHMIDT, P. 2007. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36:101-119.
- JUDD, W.S., CAMPBELL, C.S., KELLOG, E.A., STEVENS, P.F., DONOGHUE, M.J. 2007. **Plant systematics**. A Phylogenetic approach. 3ed. Sinauer Associates Inc., Massachusetts.
- KUNG, L. 2013. **The effects of length on storage on the nutritive value and aerobic stability of silages**. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON FORAGE QUALITY AND CONSERVATION.7-19.
- LAVEZZO, W. 1985. Silagem de capim- elefante. **Informe agropecuário** 11:132.
- McDONALD, P.; HENDERSON, A.R.; HERON, S.J.E. 1991. **The biochemistry of silage**. 2.ed. Marlow: Chalcombe,. 340.
- MUCK, R.E. 2010. Silage microbiology and its control through additives. **Revista Brasileira de Zootecnia** 39: 183-191.
- PAIVA, J.A.J.; VALE, O.E.; MOREIRA, W.M.; SAMPAIO, A.O. 1986. Utilização do resíduo do desfibrilamento do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) na alimentação de novilhos. Salvador: **EPABA**. 27.
- PATRIZI, W.L.; MADURGA JÚNIOR, C.R.F.; MINETTO, T.P.; NOGUEIRA, E.; MORAIS, M.G. 2004. Efeito de aditivos biológicos comerciais na silagem de capim-elefante (*pennisetum purpureum* schum). **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 56: 392-397.
- PIZARRO, A.P.B.; OLIVEIRA F.A.M.; PARENTE, J.P.; MELO, M.T.V.; SANTOS, C.E.O. 1999. Aproveitamento do resíduo da industria do Sisal no controle de larvas de mosquito. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical** 31: 23-29.
- PORTAL DA CIDADANIA, GOVERNO FEDERAL, 2016. Fonte http://www.territoriosdacidadania.gov.br/dotlrn/clubs/territoriosrurais/dosisalba/one-community?page_num=0 Acessado em: 02/09/2016.

- POSSENT, R.A.; FERRARI JUNIOR, E.; BUENO, M.S.; BIANCHINI, D.; LEINZ, F. F.; RODRIGUES, C.F. 2005. Parâmetros bromatológicos e fermentativos das silagens de milho e girassol. **Ciência Rural, Santa Maria** 35:1185-1189.
- REIS, R.A.; COAN, R.M. **Produção e utilização de silagem de gramíneas**. In: Simpósio Goiano Sobre Manejo e Nutrição de Bovinos, Goiânia. Anais... Goiânia: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p.91-120, 2001.
- REZENDE, A.V.; RABELO, C.H.S.; RABALO, F.H.S.; NOGUEIRA, D.A.; NOGUEIRA, A.C.; FARIA JUNIOR, A.; BARBOSA, L.A. 2011. Perdas fermentativas e estabilidade aeróbia de silagem de cana-de-açúcar tratadas com cal virgem, e cloreto de sódio. **Revista Brasileira de Zootecnia** 40: 739-746.
- RODRIGUEZ, A.L.; SUÁREZ, J.S.; HORTA, J.Z.J.; JÁCOME, A.G. 2008. Comportamento da digestão anaeróbica do resíduo líquido da indústria de sisal em escala piloto. **Revista em Agronegócios e Meio ambiente** 1: 77-86.
- SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAUJO, G. G. L.; ARAGAO, A.S.L.; BRANDÃO, W.N.; SOUZA, R.A.; OLIVEIRA G. F. 2011. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arquivo Brasileiro Medicina Veterinária Zootecnia** 63: 1502-1510.
- SANTOS, Y.P.A.; AVILA, J.M.; BELTRAN, M.J.U.; DÍAS-CAMOCHOA, S.P.; LÓPEZ-ANGULO, G.; VEGA-AVINA, R.; LÓPEZ-VALENZUELA, J.A.; HEREDIAC, J.B.; DELGADO-VARGAS, F. 2013. Chemical characterization, antioxidant and antibacterial activities of six *Agave* species from sinaloa, Mexico. **Industrial Crops and Products** 49:143-149.
- SILVA, O.R.F.; BELTRAO, N.E.M.O. 1999. agronegócio do sisal no Brasil. Brasília: EMBRAPA-SPI; Campina Grande: **EMBRAPA-CNPA**. 205p.
- SILVA, O.R.R.F.; CARVALHO, O.S.; MOREIRA, J.A.N.; BANDEIRA, D.A.COSTA, L.B.; ALVES, I. 1998. Peneira rotativa CNPA, uma alternativa para o aproveitamento da mucilagem na alimentação animal. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA,. 15p. (**EMBRAPA/CNPA**) Boletim de Pesquisa, 36.
- SILVA, O.R.R.F.; SUINAGA, F.A.; COUTINHO, W.M. 2006. **Cadeia produtiva**. In: ANDRADE, W (Org.). O sisal do Brasil. Salvador: SINDIFIBRAS-Sindicato das Indústrias de Fibras Vegetais da Bahia; 156 p.
- SIQUEIRA, G.R.; REIS, R.A.; SCHOCKEN-ITURRINO, R.P.; PIRES, A.J.V.; BERNARDES, T.F.; AMARAL, R.C. 2007. Perdas de silagens de cana-de-açúcar tratadas com aditivos químicos e bacterianos. **Revista Brasileira de Zootecnia** 36: 200-2009.
- SOUZA, F.V.D.; SANTOS-SEREJO, J.A.; SENA, M.G.C.; MOURA, C. 2007. Aproveitamento multiuso do resíduo do sisal: uma experiência que está dando certo. Disponível em <http://agrosoft.com/br/?p=31846> . Acesso em 12 julho 2016.
- SOUZA, F.N.C. **Silagem da mucilagem do sisal (*Agave sisalana*, *Perrine*) como fonte de volumoso para ovinos**. 2013. Dissertação (mestrado). Salvador – BA Universidade Federal da Bahia – UFBA – programa de mestrado em zootecnia.
- SUINAGA, F.A.; SILVA, O.R.R.F.; COUTINHO, W.M. 2006 Cultivo de Sisal na região Semi-árida do nordeste brasileiro. Campina Grande: **EMBRAPA Algodão** 5.42p.
- TOMICH, T.R.; RODRIGUES, J.A.S.; TOMICH, R.G.P.; GONÇALVES, L. C.; BORGES, I. 2004. Potencial forrageiro de híbridos de sorgo com capim-sudão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 56: 258-263.
- VIEIRA, F.A.P.; BORGES, I.; STEHLING, C.A.V.; COELHO, S.G.; FERREIRA, M.I.C.; RODRIGUES, J.A.S. 2004 Qualidade de silagens de sorgo com aditivos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia** 56: 764-772.
- WEINBERG, Z.G.; ASHBELL, G.; HEN, Y.; AZRIELI, A.; SZAKACS, G.; FILYA, I. 2002 ensiling whole-crop wheat and corn in large containers-with lactobacillos plantarum and lactobacillos buchneri. **Journal of industrial microbiology e biotecnology** 28: 7-11.