

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**MUCILAGEM DE SISAL E LICURI NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS
LEITEIRAS**

AMANDA DE SOUZA SANTOS

**SALVADOR – BAHIA
ABRIL 2013**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA - UFBA
PROGRAMA DE MESTRADO EM ZOOTECNIA**

**MUCILAGEM DE SISAL E LICURI NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS
LEITEIRAS**

AMANDA DE SOUZA SANTOS
Graduação em Medicina Veterinária - UFBA

**SALVADOR – BAHIA
ABRIL 2013**

AMANDA DE SOUZA SANTOS

**MUCILAGEM DE SISAL E LICURI NA ALIMENTAÇÃO DE
CABRAS LEITEIRAS**

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado em Zootecnia, da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Área de concentração: Nutrição e produção de ruminantes

Orientador: Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro
Co-Orientador: Dr. Thadeu Mariniello Silva

**SALVADOR – BA
ABRIL 2013**

Sistema de Bibliotecas da UFBA

Santos, Amanda de Souza.

Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras / Amanda de Souza Santos. - 2013.

89 f.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro.

Co-Orientador: Prof. Dr. Thadeu Mariniello Silva.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Salvador, 2013.

1. Sisal. 2. Licuri. 3. Mucilagem. 4. Leite - Produção. 5. Silagem. 6. Semiárido.
I. Ribeiro, Cláudio Vaz Di Mambro. II. Silva, Thadeu Mariniello. III. Universidade Federal da Bahia. Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

CDD - 636.08551

CDU - 636.085.1

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por ter me dado forças sempre que precisei e por nunca ter me permitido desistir nos momentos de maior dificuldade.

A minha mãe Francisca, pelo incentivo, amor e carinhos incondicionais, minha fortaleza, que soube entender minhas ausências. A quem tanto amo. Sem ela não teria alcançado minhas conquistas e vitórias.

A minha irmã Aline, a quem devo a concretização de mais uma etapa, sem ela nada seria possível. Meu auxílio profissional, pessoal e emocional. Está comigo em todos os momentos da minha vida. Te amo muito.

A Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro, por ter me proporcionado mais essa oportunidade, pelo incentivo à busca de novos conhecimentos, experiências adquiridas, auxiliando cada vez mais para minha formação profissional. É muito gratificante tê-lo como orientador. Muito obrigada.

A Thadeu Mariniello Silva, pelo auxílio e socorro sempre que necessário, pelo profissional competente que você é, pelos conhecimentos que me fez adquirir (foram de suma importância!). Obrigada!

As minhas queridas amigas, que juntas formamos o “Dear’s Club”, Luana, Laís, Maria, Luciana, pelos momentos de diversão, muita risada... Momentos felizes de descontração... Que saudade das nossas viagens. Mas muitas ainda virão! Adoro muito vocês.

A todos os novos amigos que conheci e fiz durante o mestrado.

A todos do Laboratório de Nutrição Animal, pela ajuda na aquisição de novos conhecimentos e durante às análises.

A todos os professores da Pós-graduação em Zootecnia da UFBA, que contribuíram mais uma vez, para o cumprimento de mais uma nova etapa.

A Escola Família Agrícola Avani de Cunha Lima, A Fundação APAEB, a Idelmário (Fundação APAEB), a Vagner, Robeilton, Nelilton, Tiago e Hugo, e todos os Valentenses, obrigada pela grande ajuda na execução do projeto e pela amizade.

A todos que fizeram parte desta jornada, muito obrigada!!!

LISTA DE FIGURAS

Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras

	Página
Figura1. Comportamento temporal do consumo de matéria seca de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com e sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	36
_____ 2. Comportamento temporal da produção de leite de cabras suplementadas com feno e silagem de sisal com e sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	39
_____ 3. Correlação entre o consumo de matéria seca pré-experimental com a produção de leite e o consumo de matéria seca experimental.....	45
_____ 4. Correlação entre a conversão alimentar pré-experimental com a produção de leite e o consumo de matéria seca durante o período experimental.....	46
_____ 5. Valores de pH do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.....	50
_____ 6. Perda por gases do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.....	52
_____ 7. Perda por efluentes do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.....	53

LISTA DE TABELAS

Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras

	Página
Tabela 1. Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cabras leiteiras.....	28
_____ 2. Proporção dos ingredientes (%MS) dos concentrados experimentais.....	29
_____ 3. Composição químico-bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal (mucilagem) e do licuri utilizados na produção das silagens.....	32
_____ 4. Média dos quadrados mínimos da produção de leite (PL), consumo de matéria seca (CMS), conversão alimentar (CA), densidade do leite (DL) e acidez titulável (AT) de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	35
_____ 5. Média dos quadrados mínimos da frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	41
_____ 6. Média dos quadrados mínimos da altura de dorso (AD), largura de tórax (LT), largura de garupa (LG), altura de posterior (AP), perímetro torácico (PT) e comprimento do corpo (CC) de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	44
_____ 7. Coeficientes de correlação de Pearson e respectivas probabilidades, entre parênteses, entre as variáveis experimentais de produção de leite (PL), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) com os parâmetros pré-experimentais de média de produção de leite em 5, 10 e 15 dias (PL5, PL10 e PL15, respectivamente), média de consumo de matéria seca em 5, 10 e 15 dias (CMS5, CMS10 e CMS15, respectivamente) e a média da conversão alimentar em 5, 10 e 15 dias (CA5, CA10 e CA15, respectivamente).....	45

Figura 8. Coeficientes de correlação de Pearson e respectivas probabilidades entre as variáveis de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), altura do dorso (AD), largura de tórax (LT), largura de garupa (LG), altura de posterior (AP), comprimento do corpo (COMP) e perímetro torácico (PT) de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.....	47
_____ 9. Médias dos quadrados mínimos da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro corrigido para proteína (FDNp), Proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), relação PIDN/proteína total e relação PIDA/proteína total do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.....	55
_____ 10. Médias dos quadrados mínimos dos nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), energia líquida para lactação (ELI) e nitrogênio amoniacal (N-NH ₃) do co-produto do desfibramento do sisal com níveis de licuri moído.....	59

SUMÁRIO

Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras

	Página
Resumo.....	01
Abstract.....	02
1.0 Introdução.....	03
2.0 Revisão de literatura.....	05
2.1 Caprinocultura de leite.....	05
2.2 Problemas enfrentados na caprinocultura de leite.....	07
2.3 Métodos alternativos de alimentação para ruminantes na região semiárida...	08
2.3.1 Métodos de conservação de forragens: fenação e ensilagem.....	09
2.3.1.1 Perfil fermentativo das silagens.....	09
2.4 Uso de forrageiras tropicais conservadas na alimentação animal.....	12
2.4.1 Mucilagem de sisal.....	13
2.5 Qualidade da silagem.....	19
2.5.1 Atividade de água.....	19
2.5.2 pH.....	19
2.5.3 Nitrogênio amoniacal.....	20
2.5.4 Perdas por gases e efluentes.....	20
2.6 Uso de aditivos no processo de ensilagem.....	21
2.6.1 Licuri.....	21
3.0 Material e Métodos.....	25
3.1 Experimento 1.....	25
3.1.1. Local de estudo.....	25

3.1.2 Animais, tratamentos e manejo experimental.....	26
3.1.3 Coleta de dados.....	27
3.1.4 Avaliação do uso de covariáveis e medidas de correlação.....	29
3.1.5 Análise estatística.....	30
3.2 Experimento 2.....	31
3.2.1 Local de estudo.....	31
3.2.2. Confeção dos mini-silos, silagem e tratamentos.....	31
3.2.3 Coleta de dados.....	32
3.2.4 Análise estatística.....	33
4.0 Resultados e Discussão.....	34
4.1 Experimento 1.....	34
4.1.1 Consumo, desempenho animal e qualidade do leite.....	34
4.1.2 Variáveis fisiológicas.....	40
4.1.3 Medidas biométricas.....	43
4.1.4 Utilização de covariáveis.....	44
4.1.5 Correlação entre variáveis fisiológicas e medidas biométricas.....	47
4.2 Experimento 2.....	50
4.2.1 Perdas por gases, efluentes e pH.....	50
4.2.2 Composição químico-bromatológica.....	53
4.2.3 NDT e N-amoniaco.....	58
5.0 Considerações finais.....	61
6.0 Referências Bibliográficas.....	63

Mucilagem de sisal e licuri na alimentação de cabras leiteiras

RESUMO

O sisal e o licurizeiro são plantas adaptadas ao semiárido que podem ser utilizadas como fontes suplementares para pequenos ruminantes. Tendo em vista a potencial importância do sisal e licuri como alimentos alternativos nesta região, foram conduzidos dois experimentos para avaliar o efeito da inclusão de licuri e mucilagem de sisal sobre a produção de leite de cabras e, do licuri como aditivo na silagem de sisal. O primeiro estudo foi conduzido em quatro propriedades rurais. Neste, foram utilizadas 30 cabras leiteiras mestiças, aleatoriamente distribuídas em um delineamento de blocos incompletos, onde cada propriedade foi um bloco, com os seguintes tratamentos: 1) feno da mucilagem de sisal; 2) feno da mucilagem de sisal suplementado com 5% de licuri; 3) silagem da mucilagem de sisal; 4) silagem da mucilagem de sisal suplementada com 5% de licuri. O tratamento feno com licuri obteve o maior consumo e produção de leite, sendo acompanhado do tratamento feno sem licuri. Os tratamentos que continham silagem apresentaram os menores CMS e produções de leite. Enquanto a qualidade do leite não foi afetada ($P>0,05$) por nenhum dos tratamentos. Para o segundo experimento foram utilizados 20 silos experimentais em que foram analisadas as variáveis das silagens da mucilagem do sisal sob os seguintes tratamentos: 1) co-produto + 0% de licuri moído; 2) co-produto + 5% de licuri moído; 3) co-produto + 10% de licuri moído; 4) co-produto + 15% de licuri moído. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto por quatro tratamentos e cinco repetições. A exceção do tratamento com 5% de inclusão, a inclusão de licuri moído melhorou ($P>0,05$) o pH e as perdas por efluentes da silagem. Da mesma forma ocorreu com os valores energéticos da silagem que apresentaram comportamento quadrático ($P>0,05$) com a inclusão do licuri. Foi verificado efeito linear decrescente ($P<0,05$) para o teor de nitrogênio amoniacal, em relação a adição do aditivo. Deste modo, conclui-se que o feno de sisal e o licuri potencializam o consumo e a produção de cabras leiteiras e que o licuri também apresenta potencial como aditivo alternativo para silagens a base de sisal.

Palavras-chave: co-produto do sisal, fruto do licurizeiro, produção de leite, semiárido, silagem, perfil fermentativo

Agave mucilage and licuri in the feed of crossbred dairy goats

ABSTRACT

The licurizeiro and sisal are adapted plants to semiarid which can be used as additional sources. Given the importance of agave and licuri as alternative foods in the region, two experiments were conducted to evaluate the effect of inclusion of agave mucilage and licuri on the production of goat milk and the licuri as additive sisal silage. The first study was conducted in four rural properties. In this, we used 30 crossbred dairy goats, randomly distributed in an incomplete block design, where each property was a block, with the following treatments: 1) hay agave mucilage; 2) hay agave mucilage supplemented with 5% licuri; 3) silage agave mucilage; 4) silage agave mucilage supplemented with 5% licuri. Treatment hay with licuri had the largest intake and milk production, accompanied treatment hay without licuri. Treatments containing silage had the lowest DMI and milk production. While the quality of the milk was not affected ($P>0,05$) by any of the treatments. For second experiment we used 20 silos in which variables were analyzed in the silages agave mucilage on the following treatments: 1) by-product + 0% ground licuri; 2) by-product + 5% ground licuri; 3) by-product + 10% ground licuri; 4) by-product + 15% ground licuri. The randomized complete design with four treatments and five replications. Except for treatment with 5% licuri, the inclusion of ground licuri improved ($P>0,05$) pH and effluent losses silage. Likewise occurred with the energy values of silage that showed a quadratic ($P>0,05$) with the inclusion of licuri. Decreasing linear effect was observed ($P<0,05$) for ammonia nitrogen content in relation the addition of the additive. Thus, it is concluded that the hay agave mucilage and licuri potentiate consumption and production of dairy goats and the licuri also shows potential as alternative additive for agave silages.

Keywords: agave by-product, fermentation profile, licurizeiro fruit, production milk, semiarid, silage

1.0 INTRODUÇÃO

A exploração da caprinocultura no Nordeste do Brasil desempenha um importante papel sócio-econômico para as populações de média e baixa renda, além do fornecimento de alimentos e proteína animal de baixo custo, fornece renda na comercialização de seus produtos, como carne e leite (ZAIBET et al., 2004).

Cerca de 60% do território da região Nordeste do Brasil é ambiente semiárido, o que corresponde a 11% do território brasileiro. Devido às condições ambientais áridas, esta região tem enfoque na criação de pequenos ruminantes, atividade esta realizada por pequenos produtores, caracterizada como agricultura familiar. No entanto, durante a estação seca prolongada que prevalece nas regiões semiáridas, as flutuações sazonais na disponibilidade de alimentos proporcionam baixa produtividade aos ruminantes (ANDRADE-MONTEMAYO et al., 2011), sendo uma das restrições mais importantes para a criação do gado.

Para minimizar os efeitos negativos da sazonalidade da produção de forragem é necessário que os pequenos produtores implementem fontes suplementares com alimentos alternativos produzidos em regiões áridas, no momento em que os animais têm uma maior demanda de nutrientes, como por exemplo durante o pico de produção leiteira (ANDRADE-MONTEMAYO et al., 2011). Algumas espécies de plantas, bem adaptadas a essas condições climáticas desfavoráveis, podem ser utilizadas para suplementar ruminantes, citando como exemplos o licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari) e o co-produto ou mucilagem do sisal (*Agave sisalana*, Perrine ex Engelm).

O sisal ou agave (*Agave sisalana*, Perrine ex Engelm) é uma planta monocotiledônea, herbácea, da família das Agavaceae, xerófila, bem adaptada às condições semiáridas adversas de clima e solo. Originária do México, da península de Yucatã, o sisal cresce em muitos países tropicais, como o Brasil (LI et al., 2000).

O Brasil é atualmente o maior produtor de sisal do mundo, sendo a Bahia o estado que detém a maior produção (BRASIL, 2012). Essa produção ocorre na região semiárida brasileira, no qual um milhão de pessoas é dependente dessa cultura. A mucilagem é o co-produto resultante do desfibramento, sendo na maioria das vezes subutilizada ou descartada, acumulando-se ao lado das máquinas desfibradoras. No

entanto, este co-produto pode ser utilizado na alimentação animal na forma in natura ou ser conservado como feno ou silagem.

A conservação da mucilagem na forma de silagem e feno é uma possível alternativa como alimentação animal viável no semiárido, principalmente em períodos secos, além de agregar valor a um resíduo que normalmente é desperdiçado. Silos-Espino et al. (2007) avaliando *Agave salmiana*, caracterizaram-na como forragem aceitável, com alto teor de carboidratos solúveis e umidade, mas pobre em proteína. No entanto, não foram verificados estudos avaliando a utilização de *Agave sisalana* na alimentação de caprinos leiteiros. Durante o período seco, às condições climáticas severas das regiões semiáridas resultam em perda progressiva da vegetação levando a baixa disponibilidade de energia e perda da produção. O sisal permanece verde mesmo durante a seca e pode servir como um recurso alimentar no momento em que a escassez alimentar é agravada.

Um dos entraves para a obtenção de uma silagem de sisal de boa qualidade é o seu alto teor de umidade. Segundo Ribeiro et al. (2008), uma das características peculiares às forrageiras tropicais é o alto teor de umidade e muitas vezes a baixa concentração de carboidratos solúveis. O sisal possui altos teores de carboidratos solúveis (mais de 10%), porém caracteriza-se como uma forrageira com alto teor de umidade. Tal fato coloca em risco o processo de conservação, devido às possibilidades de surgirem fermentações secundárias. Atualmente, a preocupação com a utilização e aproveitamento de alimentos alternativos vem aumentando e ganhando maior espaço. Esses alimentos podem ser utilizados como aditivos, auxiliando no processo fermentativo de silagens de gramíneas tropicais, elevando os teores de matéria seca e/ou carboidratos solúveis (REIS et al., 2011).

O licurizeiro é uma das principais palmeiras nativas do Semiárido Brasileiro, bem adaptada às regiões áridas, predominante no bioma caatinga e no estado da Bahia. O licuri, fruto do licurizeiro, contém um alto teor energético, com 49,2 % de lipídeos e rico em β -caroteno (CREPALDI et al., 2001). Este fruto pode ser explorado nutricionalmente para aumentar a densidade energética do concentrado na alimentação animal, além de ser utilizado como aditivo de silagens de gramíneas tropicais, no intuito de elevar a matéria seca e melhorar o valor energético.

Da amêndoa do fruto é extraído um óleo destinado à fabricação de cosméticos e saponáceos, sendo sua utilização limitada na alimentação animal. Existem trabalhos avaliando a utilização da torta e óleo de licuri na alimentação de ruminantes e produção leiteira. Contudo, o uso do fruto do licurizeiro e suas potencialidades requerem maiores estudos, e pouco se conhece quanto ao seu valor nutricional para ruminantes, quando todo o fruto é utilizado.

Tendo em vista a possível importância do sisal e licuri como alimentos alternativos nos períodos de escassez alimentar em ambientes semiárido e árido, este experimento foi realizado para testar as hipóteses de que existe uma interação favorável à produção de leite de cabras quando estes animais são alimentados com licuri e feno da mucilagem de sisal; ainda, o licuri melhora as características químico-bromatológicas, densidade energética e o perfil fermentativo da silagem de sisal, quando utilizado como aditivo.

2.0 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caprinocultura leiteira

Os caprinos são importantes nas diversas regiões do mundo onde recursos ambientais e infraestruturas são escassos, especialmente para os pequenos agricultores (SOUSA et al., 2011). Em comparação com grandes ruminantes, nas mesmas condições de manejo sanitário e ambiental, os pequenos ruminantes exigem menor investimento, além de possuir ciclos de reprodução relativamente curtos, maior eficiência reprodutiva e são capazes de usar forragem de baixa qualidade, estando presentes em regiões com condições precárias para o desenvolvimento de outras espécies animais (SOUSA et al., 2011).

Segundo Sousa et al. (2011), apesar do baixo nível tecnológico que predomina nos processos de produção, o número de cabras no Brasil, particularmente no Nordeste, vem aumentando, devido ao agronegócio e programas sociais desenvolvidos pelos governos federal e estaduais para combater a fome e a pobreza na zona rural. De acordo ainda

com esses autores, essa realidade já pode ser comprovada pelo aumento do consumo interno de carne e leite e a demanda por peles de qualidade.

De acordo com Júnior et al. (2008), a caprinocultura leiteira vem se firmando como atividade geradora de renda, que não requer muitos capitais e/ou grandes propriedades para seu crescimento.

A exploração da caprinocultura no Nordeste do Brasil desempenha um importante papel sócio-econômico para os pequenos produtores, populações de média e baixa renda. Além de ser uma fonte de proteína animal de baixo custo, através do consumo de carne e leite, fornece renda na comercialização de seus subprodutos, como peles e componentes não-carcaça (LIMA et al., 2000; RODRIGUES, 1999; SILVA et al., 2000). A caprinocultura surge também como uma alternativa econômica viável de geração de emprego, apesar das intempéries climáticas que, ciclicamente, se abatem sobre a região (SIMPLÍCIO, 2006).

A maioria do rebanho caprino do Nordeste (70%) está localizado em propriedades com menos de 30 hectares. A maioria desses animais é explorado em sistema extensivo, não sendo adotados práticas adequadas de manejo nutricional e sanitário, aspectos que têm contribuído para a baixa produtividade da caprinocultura (BRASIL, 2006).

A atividade da caprinocultura, ainda em expansão na Bahia, conta com aproximadamente 2,85 milhões de cabeças de caprinos, o que equivale a 33% do rebanho nordestino (aproximadamente 8,46 milhões de cabeças) e 30% do rebanho nacional (aproximadamente 9,31 milhões de cabeças) (IBGE, 2011).

O rebanho caprino no Nordeste e na Bahia se caracteriza por ser composto em sua maioria por animais mestiços, conhecidos como SPRD (Sem Padrão Racial Definido). São animais rústicos, que suportam o clima quente, característico do semiárido, porém em termos de produção são menos produtivos, quando comparados com raças de maior potencial genético, entretanto, têm a vantagem da adaptabilidade em relação a estes.

O Brasil é o maior produtor de leite de cabra da América do Sul, sendo a produção nacional de leite caprino é de 35.740 litros de leite/dia. Já a região Nordeste produz em média 26.782 litros de leite/dia, o que corresponde a 75 % da produção nacional. Na Bahia a produção fica em torno de 11.911 litros de leite/dia (IBGE, 2006).

A produção comercial de leite caprino no Brasil iniciou-se na década de 70, nas regiões Sudeste e Sul. Atualmente, o leite caprino e seus derivados como queijos, doces, iogurte e leite em pó ultrapasteurizado (UHT) são comercializados em todas as regiões brasileiras, sendo estes produtos inspecionados pelos órgãos competentes (RESENDE e TOSETTO, 2004).

2.2 Problemas enfrentados na caprinocultura de leite

Um dos fatores que limitam a competitividade da caprinocultura diz respeito à interferência da alimentação sobre os custos e a qualidade da produção (LEITE et al., 2006), constituindo um dos maiores entraves para o fortalecimento da cadeia produtiva da caprinocultura, em virtude do baixo desempenho dos animais.

De acordo com Júnior et al. (2008), na região nordeste, a maioria dos sistemas de produção da caprinocultura leiteira desempenha esta atividade baseando-se nos sistemas extensivo ou semi-intensivo, nos quais muitas vezes não há registros destes animais nas propriedades; a produção de leite e o manejo reprodutivo não são controlados ou há um controle mínimo.

O consumo de nutrientes é um dos principais fatores que limitam a produção animal, já que é a partir do alimento ingerido que os animais obtêm os nutrientes e energia necessários para manutenção e produção de leite ou carne. Portanto, maximizar o consumo de um animal é fundamental no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que otimizarão a rentabilidade da produção (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2005; SILVA e MEDEIROS, 2003).

Segundo Andrade-Montemayo et al. (2011), as flutuações sazonais na disponibilidade de alimentos resultam em baixa produtividade, baixa fertilidade, diminuição na taxa de natalidade e alta mortalidade.

A produção dos caprinos na região Nordeste não tem atendido aos quesitos mínimos de uma atividade voltada para as demandas advindas de um mercado consumidor cada vez mais exigente. Assim, a produção de caprinos, baseados apenas nas experiências, com pouca ou nenhuma tecnologia de exploração, não mais está constituindo uma solução sócio-econômica para os pequenos produtores (SIMPLÍCIO, 2006).

Segundo Lima e Maciel (2006) a fragilidade de suporte alimentar dos rebanhos nordestinos reflete a baixa capacidade de suporte dos pastos nativos, associado com manejo inadequado e superlotação, particularmente das caatingas; as secas periódicas, o alto custo dos concentrados comerciais necessários para suplementação das pastagens na época seca e a ausência de práticas nos processos de fenação e ensilagem como forma de conservar e armazenar forragens.

2.3 Métodos alternativos de alimentação para ruminantes na região semiárida

O uso apropriado de produtos agrícolas e subprodutos industriais de baixo custo é necessário para uma produção pecuária rentável. No entanto, o alto custo e a baixa disponibilidade de alimentos convencionais para o gado frequentemente demandam a consideração de subprodutos, mesmo que a eficiência de utilização destes seja baixa (NEGESSE et al., 2009). Assim, alimentos não convencionais podem, em parte, preencher a lacuna no fornecimento de alimentação; diminuir a competição por alimento entre seres humanos e animais, reduzir custo alimentar e contribuir para a auto-suficiência em nutrientes a partir de fontes de alimentação disponíveis nas regiões semiáridas. É importante avaliar do ponto de vista nutricional, os recursos alimentares de baixo custo não convencionais; ainda, se estes podem melhorar ou manter o consumo e desempenho dos animais ruminantes.

De acordo com Andrade-Montemayo et al. (2011), para minimizar os efeitos negativos da sazonalidade da produção caprina, é necessário que os caprinocultores implementem um programa de suplementação estratégica com alimentos alternativos produzidos na região. Estes autores explicam que a suplementação estratégica consiste em fornecer uma fonte de alimento no momento em que há uma menor disponibilidade de forragem. Portanto, um suplemento deve ser produzido especialmente antes da época de escassez alimentar; deve ter bom armazenamento e de preferência ser produzido na região.

Recomenda-se o armazenamento de forragens provenientes do período chuvoso, para utilização no período seco, visando manter um adequado fornecimento alimentar e desempenho animal, através de suplementações.

2.3.1 Métodos de conservação de forragens: fenação e ensilagem

No semiárido, caracterizado pela sazonalidade na disponibilidade de forragem nativa, a conservação de forrageiras nativas e cultivadas aparece como uma condição alternativa para disponibilizar alimentos nos períodos de escassez alimentar nos rebanhos (LIMA e MACIEL, 2006). Ainda segundo estes autores, uma das formas mais antigas de conservação de forragem é através da produção de feno, mesmo que este processo seja dependente de condições climáticas favoráveis, como ausência de chuva, no período da colheita. A fenação pode ser realizada com equipamentos simples, manualmente ou com mecanização, podendo o feno ser produzido em pequena ou grande quantidade, a depender dos números de animais e quantidade de dias que o produtor irá utilizá-lo, garantindo alimento volumoso nos períodos de estresse alimentar (SUTTIE, 2000).

A ensilagem se apresenta como uma das principais formas de conservação de forragem empregada pelos pecuaristas, em função da praticidade, eficiência e qualidade da forragem conservada (REIS et al., 2011). Com a ensilagem pode-se aproveitar o excedente de produção na época das chuvas e obter um alimento de qualidade durante todo o ano; intensificar a produção seja ela a pasto, ou em confinamento, além de evitar a degradação das pastagens ou da caatinga através do superpastejo.

A prática da realização do processo de ensilagem iniciou-se no Brasil no final do século XIX (AMARAL et al., 2007). A ensilagem é o processo de armazenamento e conservação de forragens na ausência do ar e em local denominado silo; já a silagem é o material pronto, ou seja, o produto (SOUSA et al., 2008). Os silos confeccionados podem ser do tipo trincheira, superfície e cilindro (sincho, encosta, cisterna e tambores (muito usado por pequenos produtores)), sacos plásticos, etc.

2.3.1.1 Perfil fermentativo das silagens

A conservação de forragens através da ensilagem, na maioria das vezes, altera o valor nutritivo das forragens, em razão das práticas adotadas para a sua confecção e conservação, e das alterações bioquímicas e fenômenos microbiológicos que ocorrem durante o processo (JOBIM et al., 2007).

No processo de ensilagem, a forragem é fermentada por bactérias presentes na própria forrageira, produzindo ácidos que promovem a redução do pH. A conservação da silagem depende de pH baixo o necessário para impedir o desenvolvimento de bactérias clostrídicas e outros microrganismos anaeróbicos, e de condições de ausência de ar no interior do silo que restrinjam o crescimento de microrganismos aeróbicos, como leveduras e fungos (REIS et al., 2011).

A fermentação no silo é dividida em fases. A fase 1 caracteriza-se pela fase aeróbica, com produção de CO_2 , água e calor, que caracteriza a fase em que a planta ainda está respirando, o que faz que a temperatura dentro do silo aumente. Após a ensilagem, o material pode apresentar uma redução na matéria seca, por causa da produção de água, proveniente da fase oxidativa (respiração) da planta. Há início da produção de ácidos graxos voláteis, ainda na primeira fase. A fase 2 é caracterizada pelo consumo de oxigênio e proliferação de enterobactérias e heterofermentação. Nesta fase inicia-se a produção de ácido acético. O pH começa a reduzir para 5. A fase 3 é a fase de fermentação ativa, com a presença de bactérias lácticas (homofermentativas). O teor de hidratos de carbono solúveis em água, juntamente com a atividade de ocorrência natural de bactérias produtoras de ácido, determinam a taxa de diminuição do pH durante as fases iniciais de ensilagem, o que é importante para a produção de uma silagem estável (DAVIES et al., 1998).

As bactérias anaeróbicas (principalmente lácticas) que se desenvolvem na silagem fermentam hexoses (glicose e frutose) e pentoses (ribose e xilose), produzindo etanol, ácidos graxos voláteis (AGV), ácido láctico e CO_2 (REIS et al., 2011). Estes mesmos autores ainda citam que, de um modo geral, as enterobactérias e bactérias produtoras de ácido láctico (homofermentativas), normalmente dominam os outros microrganismos nos primeiros dias após o fechamento do silo. A população de enterobactérias diminui rapidamente, predominando as bactérias produtoras de ácido láctico quando os valores de pH atingem o nível inferior a 5,0, devido aos produtos da fermentação: o ácido láctico. As fases 1, 2 e 3 duram em torno de 3 a 4 dias.

Os microrganismos lácticos proporcionam redução do pH, normalmente, para valores entre 3,8 e 5,0, dependendo da umidade da cultura, capacidade tampão e conteúdo de açúcar. Eles tendem a crescer rapidamente e produzem compostos capazes de inibir os demais microrganismos (REIS et al., 2011). Na fase 4 há produção efetiva

de ácido lático e a temperatura dentro do silo se estabiliza. Esta fase tem duração de 10 a 14 dias. A fase 5 é caracterizada pela estabilização dos fenômenos microbiológicos e bioquímicos no silo.

Segundo Reis et al. (2011), se os valores de pH não são suficientemente baixos, pode haver predominância de bactérias do gênero *Clostridium*, grupo de microrganismos estritamente anaeróbio, fermentadores de açúcares, ácido lático e aminoácidos, produtores de ácido butírico e aminas. Estes mesmos autores relatam que a fermentação butírica representa significativa perda de matéria seca, e estes produtos da fermentação reduzem a aceitabilidade das silagens, decrescendo o consumo de matéria seca e, conseqüentemente, o desempenho animal. O consumo e desempenho animal com relação à silagem dependem do tipo de fermentação (predominância de butírica, por exemplo), que por sua vez afeta a disponibilidade dos nutrientes (JOBIM et al., 2007).

Para obtenção de uma silagem de qualidade, é necessário adotar alguns critérios durante a sua confecção, tais como:

- Planejar cuidadosamente todas as etapas da realização do processo;
- Escolher a forrageira adaptada ao ambiente e produzi-la dentro das recomendações técnicas;
- Colher a forrageira no estágio adequado, visto que capins jovens têm melhor valor nutricional, no entanto tem alto teor de umidade, o que pode favorecer uma fermentação indesejada. Em caso de forrageiras com baixo teor de matéria seca, adotar o emurchecimento ou uso de aditivo. Ainda, forrageiras com alto teor de matéria seca dificultam a compactação, podendo favorecer a aerobiose no interior do silo, comprometendo a qualidade da silagem;
- No momento da picagem da forrageira, ter cuidado com o tamanho da partícula para não dificultar a compactação. Partículas muito pequenas podem favorecer a produção de efluentes, enquanto partículas grandes dificultam a compactação;
- O enchimento e compactação da forragem devem ser realizados cuidadosamente, visto que, juntamente com a vedação, são os pontos chave para obtenção de uma silagem de qualidade, não permitindo a entrada de ar, no intuito de se preservar as qualidades da forragem verde. O enchimento deve ser realizado o mais rápido possível, assim como a compactação e a vedação. A abertura também deve ser

realizada com cuidado. Deve-se somente retirar a quantidade necessária para alimentar os animais e de forma correta, diminuindo assim a entrada de oxigênio.

Na ensilagem, para obtenção de um processo fermentativo ideal, primeiramente é necessário à retirada e ausência de ar dentro do silo, sendo a anaerobiose obtida a partir da homogeneidade do material a ser compactado (AMARAL et al., 2007). O processo de deterioração aeróbica é essencialmente microbiano, portanto, é necessário minimizar a entrada de oxigênio no silo, após seu fechamento, com o intuito de controlar leveduras e fungos (REIS et al., 2011).

As barreiras culturais, a insuficiente assistência técnica, a pequena disponibilidade de máquinas e o desconhecimento das práticas de armazenamento de forragens, por parte dos pequenos produtores, determinam um baixo índice e contribuem para a desmotivação de adoção de tecnologias de formação de reservas forrageiras estratégicas (LIMA e MACIEL, 2006).

2.4 Uso de forrageiras tropicais conservadas na alimentação animal

De acordo com Tavares et al. (2009), a qualidade da silagem obtida depende do tipo de material que originou o produto final e em quais condições ocorreu o processo fermentativo.

O uso de forrageiras com alto teor de umidade na ensilagem quase sempre resulta em um alimento de qualidade inferior, devido a problemas como a elevada produção de efluentes e o crescimento de bactérias clostrídicas, já que estes microrganismos tem alta atividade de água, ocasionando perdas de compostos na matéria seca como proteínas, o que compromete o valor nutritivo do material (CARVALHO et al., 2007).

A problemática na utilização de forrageiras tropicais no processo de ensilagem é devido aos seus baixos teores de matéria seca, elevado poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis no momento que a forrageira apresenta adequado valor nutritivo. (RODRIGUES et al., 2007). Estas características das forrageiras tropicais podem inviabilizar o processo de ensilagem, devido o surgimento de fermentações secundárias (EVANGELISTA et al., 2004). Para que ocorra uma fermentação desejável a forrageira

deve apresentar de 8 a 10% de carboidratos solúveis; baixa capacidade tampão e teor de matéria seca maior que 20%, se possível entre 28% e 34%.

Quando a planta apresenta alta capacidade tampão, a velocidade de redução do pH é lenta, ocasionando perdas no processo fermentativo, favorecendo o desenvolvimento de microrganismos indesejáveis como fungos, leveduras e bactérias heterofermentativas, comprometendo o valor nutritivo da silagem (JOBIM et al., 2007). Estes mesmos autores relatam que a capacidade ou poder tampão é influenciada pela composição da planta, relacionada ao teor de proteína bruta, íons inorgânicos (Ca, K, Na) e a relação de ácidos orgânicos e seus sais (bases conjugadas).

2.4.1 Mucilagem de sisal

Nas zonas semiáridas do nordeste do Brasil, o pastoreio realizado de forma incorreta na vegetação nativa, como a caatinga, associado com longos períodos de estiagem diminuíram a disponibilidade de alimentos para os animais, causando sérios problemas para os pequenos agricultores que criam principalmente pequenos ruminantes. Certas espécies de plantas são bem adaptadas a essas condições desfavoráveis do ambiente e podem ser usadas como ração ou suplementação para o gado. Agaveceas são um exemplo dessas plantas bem adaptadas a ambientes áridos ou semiáridos.

A planta do sisal teve origem na península de Yucatã, no México, tendo o nome sisal sido originado de uma erva nativa chamada zizal-xiu (LI et al., 2000). As primeiras mudas de *Agave sisalana* Perrine foram introduzidas no Brasil, especificamente na Bahia em 1903 (MARTIN et al., 2001; MEDINA et al., 1954). Ainda segundo estes autores, esta é a única espécie do gênero *Agave* cultivada comercialmente no país. Existem outras espécies de *Agave*, cultivadas principalmente no México para produção de tequila, como *Agave tequilana* e para a produção de mezcal como *Agave salmiana*.

O sisal ou agave (*Agave sisalana*, Perrine) se destaca pela resistência às condições adversas de clima e solo, sendo cultivado em áreas com escassas ou nenhuma alternativa para a exploração de outras culturas que proporcionem resultados economicamente satisfatórios. A maior parte do sisal é cultivada em propriedades com menos de 15 ha, com mão-de-obra familiar (SILVA et al., 2006) e com o envolvimento

de grande contingente de trabalhadores rurais locais nas fases de desfibramento no “motor” e beneficiamento nas “batedeiras”.

Embora nas últimas décadas tenha ocorrido um decréscimo de mais de 50% da produção nacional, esta planta ainda se destaca no cenário nacional sendo responsável pela geração de ocupação e renda para mais de 650.000 trabalhadores, somente no estado da Bahia (SOUSA et al., 2008).

A crescente demanda por produtos naturais, principalmente em substituição aos derivados fósseis, com vantagens ecológicas (o sisal é reciclável e renovável), sociais (o sisal é altamente dependente de mão de obra local da agricultura familiar) e econômicas (fibras naturais são mais leves, mais resistentes e mais baratas, permitindo ao agricultor obter renda de uma área que ele não tinha), faz do agave uma cultura estratégica e prioritária (RODRIGUES, 2009).

A produção brasileira de sisal, para o ano civil de 2012, está estimada entre 90 a 80 mil toneladas (BRASIL, 2012). Se essa produção se confirmar, a produção ficará entre 23 a 38% inferior as 111 mil toneladas produzidas em 2011. Essa queda na produção foi devido á seca que assolou a região, a falta de mão de obra para o corte, desfibramento e beneficiamento da fibra, a falta de recursos e a queda nas exportações no primeiro semestre de 2012. Ainda, segundo BRASIL (2012), houve reajuste no preço mínimo em julho / 2012, pago aos produtores, sendo R\$ 1,24 / kg. No entanto o preço pago ao produtor na Bahia foi de R\$ 1,10 / kg, abaixo do preço mínimo estipulado.

O Brasil é o país que mais produz e exporta fibra de sisal. A produção de sisal no Brasil, em 2009, foi o equivalente a 50% da produção mundial (AQUINO, 2012). A produção na Bahia correspondeu a 95,8% deste total. Outros estados produtores são: Paraíba (3,5%), o Ceará (0,4%) e Rio Grande do Norte (0,3%). Cerca de 80% da produção é comercializada para cerca de cem países (BRASIL, 2012).

Na Bahia, maior produtor de sisal no Brasil, o cultivo do Agave se estende por 75 municípios atingindo uma área de 190 mil hectares (SUINAGA et al., 2006).

Da folha se obtém de 3 a 5% do seu peso em fibra. Segundo Martin et al. (2009), os 95 a 97% restantes são considerados resíduos do beneficiamento, sendo que estes resíduos tem outras finalidades diferentemente da fibra como a utilização como adubo orgânico, ração animal e pela indústria farmacêutica. Destes, 15% são mucilagem ou polpa, formado por tecido paliçadico e parenquimatoso; 1% de fibras longas que

escapam do desfibramento e 81% de suco ou seiva clorofilada, parte líquida do bagaço (HARRISON, 1984 e SOUSA et al., 2008). Dentre as muitas aplicações da fibra do sisal industrializada destacam-se a utilização na indústria automobilística e também na fabricação de cordas, barbante, cabos marítimos, tapetes, sacos, vassouras, estofamentos, e artesanato; utilização industrial na fabricação de pasta celulósica para produção do papel Kraft de alta resistência, e de outros tipos de papel fino, como para cigarro, filtro, absorvente higiênico, fralda, etc. (MARTIN et al., 2001).

Mwaikambo et al., 2002 realizaram trabalho para determinação da composição química da fibra do sisal e os resultados encontrados foram 73% de celulose; 13% de hemicelulose; 11% de lignina e 2% de pectina.

A mucilagem de sisal, resíduo do desfibramento das folhas do sisal, pode ser um alimento alternativo na alimentação de ruminantes. Frequentemente observam-se bovinos, ovinos e caprinos alimentando-se dos resíduos frescos do desfibramento, mas, quando utilizado *in natura*, este alimento pode ocasionar problemas aos animais pela presença de uma grande quantidade de fibra (bucha) e suco (seiva). A ingestão destes resíduos poderá ocasionar a oclusão do rúmen do animal em função da sua não degradação pela microbiota, causando timpanismo (FIGUEREDO, 1974; PAIVA, 1986).

A separação da fibra residual (bucha) da mucilagem pode ser realizada por meio de um equipamento de concepção simples e de baixo custo, denominado peneira ou gaiola rotativa, desenvolvido pela Embrapa Algodão. O equipamento deverá ser instalado próximo à máquina desfibradora para aproveitar todo o resíduo produzido no processo de desfibramento (SUINAGA et al., 2006). A mucilagem de sisal pode ser utilizada na alimentação animal *in natura*, na forma de feno ou silagem.

A mucilagem *in natura* pode ser ofertada aos animais na forma fresca, ou seja, imediatamente após o desfibramento e a separação da bucha na peneira rotativa ou gaiola rotativa. Pode-se utilizar também o material de até dois dias após o desfibramento, embora esse material já tenha passado por breve processo de fermentação, ocasionando perda de nutrientes (SOUSA et al., 2008).

De acordo com SUINAGA et al. (2006), as etapas para a fenação da mucilagem são: a mucilagem peneirada deverá ser exposta ao sol em área cimentada ou chão batido limpo, em camadas finas e uniformes de 5 cm a 7 cm de espessura pelo tempo de dois a

três dias, até alcançar o teor de umidade entre 15 a 20%. Durante o dia, recomenda-se fazer o revolvimento da massa, para uniformizar a secagem e, ao final deste, amontoar e cobrir a massa com lona plástica para evitar a umidade noturna. Após término do processo de fenação, o feno pode ser acondicionado em sacos de nylon e armazenado em estrados ou paletes, para ser utilizado, quando necessário.

A mucilagem pós desfibramento tem entre 90 a 95% de umidade e, para ser ensilada adequadamente, esta umidade deverá ser reduzida para 30%, através da exposição ao sol, em procedimento semelhante ao descrito para fenação ou, como forma de aumentar a matéria seca, pode-se utilizar algum aditivo sequestrador de umidade. Contudo, essa pré-secagem ou mesmo a utilização de aditivos não é uma prática realizada pelos produtores da região, sendo a mucilagem de sisal ensilada com alto teor de umidade, o que muitas vezes compromete o seu valor nutritivo e, conseqüentemente o consumo pelos animais. A ensilagem poderá ser feita na forma de monte, em tonéis, sobre o solo, coberto com lona ou em silos do tipo trincheira e, ainda, em sacos plásticos. Para todos esses métodos é necessário que se faça a compressão do material, visando à expulsão do ar contido na massa ensilada (SUINAGA et al., 2006).

Brandão et al., 2011, avaliando o valor nutritivo do *Agave sisalana*, Perrine, obteve os seguintes resultados da composição bromatológica da silagem e feno do co-produto (mucilagem) do sisal:

Quadro 1- Composição bromatológica (% MS) do feno e da silagem do co-produto do sisal.

	Alimentos	
	Silagem de sisal	Feno de sisal
MS (%)	11,4	89,7
MM	14,7	14,0
PB	9,5	8,7
EE	4,5	3,4
FDN	40,8	31,2
FDA	31,7	23,3
Lignina	12,6	9,6
NIDN	0,5	0,3
NIDA	0,2	0,2
CNF	33,5	44,5
NDT	59,1	64,9

Negesse et al.(2009), avaliaram o valor nutricional de recursos alimentares não convencionais para o gado, na Etiópia, encontraram os seguintes valores de fatores antinutricionais, de ocorrência natural, para o resíduo de sisal: 10 g/ kg de MS para fenol total; 8 g/ kg de MS para fenol não oriundo do tanino; 2 g/ kg de MS para tanino; 0,1 g/ kg de MS para tanino condensado; 20 g/ kg de MS para fitato e 0,8 g / kg de MS para saponina.

Ainda, de acordo com Negesse et al. (2009), a energia metabolizável (EM), matéria orgânica digestível (MOD) e concentração de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) no resíduo de sisal foram: EM (6,6 MJ kg / MS); MOD (568 g / kg de MS); C2:0 – ácido acético (19,4 %); C3:0 – ácido propiônico (4,5%); C4:0 – ácido butírico (1,1%); C5:0 – ácido pentanóico (0,1%); total AGCC (25,1 %); relação C2: C3 (4,3 %).

Segundo Pínoz-Rodriguez et al.(2009), as agaves tem baixo valor nutricional e valores antinutricionais como saponinas. De acordo com Zamudio et al., 2009, a seiva da planta contém ainda oxalato de cálcio, óleos irritantes que causam dermatite irritante.

As saponinas dos Agaves são principalmente sapogeninas esteroidais ligadas a uma ou duas cadeias de açúcar (YANG et al., 2006). Este complexo faz com que a molécula de saponina torne-se um composto ativo, mas, quando as cadeias de açúcar são separadas da molécula, a sapogenina torna-se um composto inativo (WANG et al, 2000; SINGH et al, 2003).

No entanto, é a partir da seiva do sisal que estão sendo realizados estudos sobre a possível atividade anti-helmíntica das saponinas contidas neste suco. Existem três tipos de sapogenias, chamados ticogenina, diosgenina e hecogenina (SILVEIRA et al., 2012). A *Agave sisalana* possui em maior quantidade a hecogenina (PIZARRO et al., 1999). A hecogenina é um precursor de hormônios esteróides atualmente utilizado na indústria farmacêutica, sendo isolado a partir de extratos de folhas de *Agave sisalana* (BOTURA et al., 2011). As saponinas são metabólitos secundários de compostos esteróides ou glicosídeos triterpenóides (SILVEIRA et al., 2012). Elas têm ação relativamente inespecífica, mas pode afetar especialmente organismos eucarióticos que contêm esteróides nas suas membranas (OSBOURN, 1996). Segundo Francis et al. (2002), provavelmente as saponinas presentes na *A. Sisalana* atuam por intercalação nas membranas celulares, por sua fração hidrofóbica, causando a formação de poros. Outros autores sugerem que a ação das saponinas possui ação detergente nas membranas, ou

ainda que seu efeito tóxico esteja relacionado à produção de radicais livres, mais precisamente superóxido, que induzem danos á membrana através da peroxidação lipídica (MCALLISTER et al., 2001; PLOCK et al., 2001; SINHA BABU et al., 1997).

Segundo Pínoz-Rodrigues et al., 2009, as saponinas podem influenciar os protozoários ciliados no rúmen, diminuindo a contagem de protozoários ruminais e ligações esteróides na superfície dos protozoários. Segundo Pínoz-Rodrigues et al., 2008 a ensilagem diminuiu a concentração de saponinas em silagens de Agave (de 6,1 a 3,4 g / kg MS). Ainda, de acordo com este autores, como na ensilagem há processos microbiológicos fermentativos, que possivelmente inativaram as saponinas, os microrganismos ruminais, principalmente as bactérias, a partir da fermentação ruminal, também podem inativar as saponinas, separando as cadeias de açúcar da molécula.

De acordo com Rodriguez et al. (1985), co-produtos do sisal contêm baixos níveis de minerais como fósforo, cobre, cobalto, manganês e zinco, mas são ricos em cálcio e magnésio. Ao mesmo tempo Preston e Leng, 1987 relatam que os oxalatos contidos no sisal reduzem a disponibilidade de cálcio e outros minerais em rações. Esses mesmos autores afirmam que, embora estes possam limitar a produção, ruminantes adaptados para tais dietas podem apresentar bactérias ruminais que podem degradar os oxalatos reduzindo ou eliminando os seus efeitos tóxicos.

Segundo Branco et al., 2010, avaliando os resíduos líquidos do *Agave sisalana* no intuito de descrever o isolamento do d-manitol, concluíram que o resíduo descartado de *A. sisalana* é uma fonte renovável de d-manitol que pode ser utilizado como matéria-prima no processamento da indústria. Ele está disponível em grandes quantidades e a baixo custo, e o seu uso comercial também pode remover parte do problema do tratamento de toneladas de resíduos líquidos produzidos durante a obtenção das fibras de sisal. O manitol apresenta uma grande versatilidade na indústria farmacêutica, incluindo a sua utilização como agente de transporte / estabilizante em comprimidos, e é um excelente diurético e regulador osmótico em neuroanestesia (que não é absorvido no trato gastrointestinal).

2.5 Qualidade da silagem

A qualidade da silagem está diretamente relacionada ao tipo de fermentação ocorrida no silo, que pode ser eficiente ou não em conservar o valor nutritivo da forragem ensilada. Em relação às forrageiras tropicais a qualidade da silagem poderá ser comprometida baseando-se nas características destas plantas com explicado anteriormente: baixo teor de matéria seca, alto poder tampão e baixo teor de carboidratos solúveis.

2.5.1 Atividade de água

De acordo com Jobim et al. (2007), no campo da avaliação de alimentos ensilados, a atividade de água, que é uma medida de disponibilidade de água para o crescimento de microrganismos (REIS et al., 2011), é de grande importância para a qualidade de fermentação durante a ensilagem e para a atividade microbiológica durante a fase de utilização da silagem, visto que, uma das principais características das silagens de forrageiras tropicais é o alto teor de umidade.

Lindgren (1999) relata que a redução na atividade de água pode ter efeito sinérgico na queda do pH, devido à tolerância das bactérias ácido lácticas a condições de baixa umidade, assumindo grande importância na qualidade de fermentação de silagens.

As bactérias clostrídicas tem desenvolvimento inibido com atividade de água abaixo de 0,94, sendo os valores expressos na escala de 0 a 1, uma vez que as bactérias ácido lácticas são menos sensíveis (MCDONALD, 1991). De acordo com Jobim et al. (2007), os estudos têm demonstrado que quando há aumento no teor de MS de silagens, há reduções na população de clostrídeos.

2.5.2 pH

De acordo com Jobim et al. (2007), a aferição do valor de pH em silagens foi bastante utilizada, no passado, como um importante indicador da qualidade de fermentação. Estes mesmos autores afirmam que, no entanto, atualmente essa variável deve ser usada com cuidado, quando se quer prever a qualidade de fermentação, e por

consequência a qualidade da silagem, visto que silagens de materiais com alto teor de matéria seca (silagem de forragem pré-seca) irá apresentar valores de pH elevados, acima de 4,2, valor comumente utilizado para classificar uma silagem como de qualidade inferior. Hoje sabe-se que não somente é importante o abaixamento do pH, mas também a velocidade com que este pH reduz. Ainda, que a qualidade da silagem não é só determinada pelo pH, mas também por outros indicadores como nitrogênio amoniacal, atividade de água, determinação de ácidos orgânicos (ácido lático, ácido acético e ácido butírico), para avaliar o tipo de fermentação e perdas por gases e efluentes.

Em silagens com baixo teor de matéria seca, o pH ainda pode ser considerado um bom indicador da qualidade de fermentação, não sendo adequado para silagens com alto teor de MS (CHERNEY e CHERNEY, 2003).

2.5.3 Nitrogênio amoniacal

Dentre os principais parâmetros usados para avaliar a qualidade e eficácia do processo de ensilagem, incluem determinação das perdas por gases e efluentes, aferição do pH e de nitrogênio amoniacal que constitui um indicador da ocorrência de proteólise devido ao estabelecimento de bactérias do gênero *Clostridium*, produtoras do ácido butírico, que também provocam degradação do ácido lático (MCDONALD, 1991).

2.5.4 Perdas por gases e efluentes

O processo de ensilagem, geralmente, acarreta perdas de nutrientes, e estas ocorrem ao longo do processo, na forma de produção de efluentes e de gases. A geração de efluentes é indesejável por predispor o surgimento de fermentações secundárias, devido à proliferação de microrganismos heterofermentativos (OLIVEIRA et al., 2010A), além de reduzirem o valor nutricional da silagem, pois na solução são carregados nutrientes como carboidratos solúveis, ácidos orgânicos, minerais e compostos nitrogenados solúveis, o que leva a maior proporção dos componentes da parede celular na silagem, que são nutricionalmente menos desejáveis (FARIA et al., 2010).

Outros parâmetros podem ser utilizados para verificar a qualidade da silagem, como a determinação da energia fornecida pela mesma, fator limitante para desempenho dos animais, através das equações propostas pelo National Research Council – NRC, assim, como as análises químico – bromatológicas, principalmente determinação da MS que constitui importante informação sobre as características da silagem.

2.6 Uso de aditivos no processo de ensilagem

Dentre os principais problemas enfrentados pelas forrageiras no momento da ensilagem, os baixos teores de matéria seca e de carboidratos solúveis encontram-se dentre os mais relevantes. Como maneiras de contornar estes problemas pode-se adotar práticas como o emurchecimento, para elevar o teor de MS e a utilização de aditivos. No caso da silagem da mucilagem de sisal, a maior problemática, seria seu baixo teor de MS, o que dificulta a compactação do material, além de poder propiciar fermentações indesejáveis, como a butírica, já que devido a grande quantidade de água no material, favorece o desenvolvimento de bactérias heterofermentativas e clostrídicas em detrimento das láticas, o que ocasiona uma silagem de qualidade pobre, devido a redução do valor nutritivo, além da produção de efluentes que carregam compostos solúveis necessários para uma fermentação adequada.

Como solução para aumentar o teor de MS da mucilagem de sisal torna-se necessário o uso de aditivos absorventes ou sequestrantes de umidade, com o intuito de aumentar o teor de matéria seca. Dentre as possibilidades de aditivos, a utilização de licuri moído pode ser uma alternativa, por possuir alto teor de MS, ter boa palatabilidade, baixo custo e fácil aquisição.

2.6.1 Licuri

Da família Arecaceae, subfamília Arecoideae, a espécie *Syagrus coronata* é popularmente conhecida no Brasil como "licuri" ou "ouricuri". O licurizeiro é uma palmeira típica do semiárido, e, no Brasil, sua distribuição geográfica compreende parte dos estados de Minas Gerais, Bahia, Sergipe, Pernambuco e Alagoas (NOBLICK, 1986). A árvore dá frutos durante todo o ano. No entanto, maio, junho e julho são os

meses mais favoráveis para a melhor produção (NOBLICK, 1986; CREPALDI et al., 2001).

Na região de origem, é capaz de suportar secas prolongadas, florescendo e frutificando por um longo período do ano (DRUMOND, 2007). Segundo Leão et al. (2011), a presença de uma cutícula de cera espessa em algumas folhas da licurizeiro, provavelmente é uma forma de adaptação às áreas secas, uma vez que esta camada cerosa impede a perda de água através da transpiração e protege a planta de fungos.

De acordo com Rufino et al., 2008, o licuri é utilizado principalmente por pequenos produtores na sua alimentação própria, e na alimentação dos animais, no qual esses pequenos produtores da caatinga preparam artesanalmente uma ração triturando frutos secos do licuri (depois que estes caem da palmeira). As folhas da palmeira ainda podem ser utilizados para construção, enquanto o fruto fresco serve de alimento, principalmente para aves silvestres (Arara-azul). Ainda de acordo com Rufino et al., 2008, a palha do licurizeiro, além de outras utilidades, é utilizada na confecção de artesanatos, como abanos, bolsa, cesta, chapéu, corda, esteira, peneira, tapete e vassoura. Sendo assim, o licuri é fundamental provedor de recursos para a subsistência do homem da zona semiárida (RAMALHO, 2006).

Da amêndoa do licuri é extraído um óleo destinado à produção de saponáceos (sabão em pó, detergentes, sabão em barra e sabonetes finos), produzido por prensagem do fruto, avaliados como de alta qualidade, visto que o licuri é considerado o melhor óleo brasileiro para a produção de sabão, o que representa um importante papel no potencial sócio-econômico para diversas comunidades locais (JESUS et al., 2010). Segundo Segall et al. (2004), o licuri constitui-se numa espécie de relevante valor social e econômico e de notória importância ecológica nas suas áreas de ocorrência. O óleo de licuri vem sendo utilizado como opção de aditivo na alimentação animal, principalmente no Nordeste brasileiro.

A torta de licuri é obtida após a extração mecânica do óleo e vem sendo testada em experimentos com ruminantes como uma possível alternativa para fontes tradicionais de alimentos, no intuito de diminuir os custos de alimentação.

Borja et al. (2010) avaliaram o efeito da torta de licuri no crescimento de caprinos $\frac{3}{4}$ Bôer com níveis de substituição de 0, 15, 30 e 45% em relação ao farelo de soja e obteve como resultado que a torta de licuri pode ser incluída até o nível de 45%,

demonstrando potencial para alimentação de caprinos de corte, baseando-se no consumo e digestibilidade visto que, não houve efeito negativo da torta na digestibilidade, e que a torta não influenciou o consumo da matéria seca.

Queiroga et al. (2010) avaliaram a produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob a suplementação com óleo de licuri e mamona, nos níveis de 3% e 5%. Eles observaram redução da produção de leite com a inclusão de 5% de óleo de licuri. Com a produção corrigida para 4% não foram observadas alterações. A inclusão de 3% de licuri não teve qualquer efeito negativo sobre a produção ou composição do leite, em relação ao grupo controle. Ainda, aumentou o teor de gordura, quando comparado com os animais suplementados com óleo de mamona, devido à característica do perfil de ácidos graxos do licuri (ácidos graxos saturados de cadeia curta e média), visto que ácidos graxos de cadeia curta e média favorecem a síntese de novo na glândula mamária, contribuindo para o aumento do teor de gordura no leite.

Não existem trabalhos na literatura avaliando o efeito do uso do fruto seco, na alimentação de cabras mestiças.

De acordo com La Salles et al. (2010), o óleo de licuri é composto predominantemente pelos seguintes ácidos graxos: caprílico (8:0) - 9%; cáprico (10:0) - 6%; laúrico (12:0) - 42%; mirístico (14:0) - 16%; palmítico (16:0) - 8%; esteárico (18:0) - 4%; oléico (C 18:1) - 12% e linoléico (C 18: 2) - 3%. O licuri tem uma predominância de ácidos graxos saturados (86%) de cadeia curta e média, sendo apenas 14% ácidos graxos insaturados, com predominância de monoinsaturado (oléico).

Lima et al. (2011) avaliando a composição e o perfil de ácidos graxos do leite de vacas a pasto suplementadas com níveis (0, 1,5, 3,0 e 4,5%) de óleo de licuri, observaram que houve aumento crescente dos níveis de ácidos graxos palmítico e mirístico e diminuiu os níveis de ácido esteárico, aumentando dessa forma a concentração de ácidos graxos saturados, evidenciando a influência do perfil de ácidos graxos do licuri na composição do leite desses animais. Ainda houve aumento na porcentagem de gordura e sólidos totais no leite.

Segall et al. (2004) avaliaram a composição de triacilgliceróis presentes no óleo de licuri, utilizando HPLC, obtiveram a seguinte composição: Tricapril-glicerol 3,12%; Caprilil-dilauril-glicerol 25,76%; Caprilil-lauril-miristoil-glicerol 4,54%; Capril-dilauril-glicerol 21,03%; Caprilil-lauril-oleoil-glicerol 2,76%; Capril-lauril-miristoil-

glicerol 14,47%; Caprilil-lauril-palmitoil-glicerol 4,55%; Dilauril-miristoil-glicerol 11,53%; Dilauril-oleoil-glicerol 1,86%; Lauril-dimiristoil-glicerol 4,53%.

Desse modo, vem crescendo o interesse em estudos na vegetação das regiões semiáridas, principalmente devido a muitas dessas espécies serem subexploradas, e já é sabido que de muitas dessas plantas podem ser extraídos óleos, que podem ser fontes alternativas de petróleo. Uma dessas plantas é o licurizeiro.

La Salles et al. (2010) desenvolveram estudos com o fruto do licurizeiro a fim de avaliaram as características e composição química do óleo de licuri, para uma possível aplicação na produção do biodiesel. Eles concluíram que o óleo de licuri foi obtido a partir de grão com bom rendimento, o que permite a possibilidade de aplicação comercial. Com base nos resultados obtidos no estudo realizado, em relação às propriedades de ésteres metílicos do combustível do licuri (estabilidade oxidativa, densidade, valor calorífero), os autores sugerem que o óleo extraído deste fruto pode ser usado como combustível em motores a diesel, principalmente se adicionado a outro tipo de biodiesel ou ao petrodiesel.

Segundo Crepaldi et al. (2001), o β -caroteno é a principal vitamina contida na polpa dos frutos do licuri, e mesmo em menor quantidade (26,1 μg) em relação a outras espécies de palmáceas, ainda é considerada uma boa fonte dessa vitamina, sobretudo porque em períodos de seca severa, muitas vezes, constitui-se no único alimento disponível na vegetação.

O licuri ainda pode ser explorado nutricionalmente para aumentar a densidade energética do concentrado, já que possui em torno de 14% de extrato etéreo, constituído principalmente por β - caroteno e ácidos graxos de cadeia curta e média. Ácidos graxos, quando comparado com proteínas e carboidratos, fornece 2,25 vezes mais energia ao animal, além de não favorecer o incremento calórico, advindo da fermentação ruminal, já que triacilgliceróis e galactolípídios sofrem hidrólise e biohidrogenação ruminal, no qual após hidrólise, os microrganismos fermentam apenas o glicerol (triacilgliceróis) e a galactose (galactolípídios), sendo que as reações de hidrólise lipídica e biohidrogenação (a nível ruminal) liberam menos calor e energia, quando comparado com a fermentação de carboidratos, que são totalmente utilizados pelos microrganismos ruminais. Dessa forma, há uma menor produção de calor, proveniente do metabolismo ruminal de lipídios, favorecendo tanto o consumo animal como a homeotermia em condições de

estresse térmico, ocasionados pelas altas temperaturas ambientais, visto que nessas condições ambientais os animais diminuem o consumo e suas exigências de ganho não são supridas.

Contudo, apesar de todas as utilidades, o uso do fruto do licurizeiro e suas potencialidades são pouco estudados e explorados, e pouco se conhece quanto o seu valor nutricional para ruminantes (JESUS et al., 2010; BORJA et al., 2009; QUEIROGA et al., 2010). Outra possível utilidade para o licuri é seu uso durante o processo de ensilagem, no intuito de melhorar a composição químico-bromatológica, a densidade energética de silagens de forragens tropicais e até como aditivo sequestrante de umidade, já que o fruto possui em torno de 92% de matéria seca. No entanto, não há dados sobre o valor nutritivo da silagem do sisal quando ensilada com o fruto do licurizeiro.

3.0 MATERIAL E MÉTODOS

No presente estudo foram realizados dois experimentos. O experimento 1 é referente a avaliação do desempenho de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem da mucilagem de sisal com ou sem suplementação com licuri. O experimento 2 refere-se a avaliação das características químico-bromatológicas e perfil fermentativo da silagem da mucilagem de sisal, quando o licuri é utilizado como aditivo.

3.1 Experimento 1

3.1.1 Local do estudo

O experimento foi conduzido na Escola Família Agrícola Avani de Lima Cunha (EFA) e em mais três propriedades de caprinocultores leiteiros, localizadas no município de Valente, situada a 11° 25´S e 39° 28´W, região semiárida do Nordeste brasileiro, dentro de uma distância de 238 km de Salvador, capital do estado da Bahia. A maioria das fazendas nessa área são classificadas como agricultura familiar e a principal atividade é a produção de pequenos ruminantes e o cultivo do sisal. A região

recebe uma precipitação média anual de 508,3 mm ao ano. A temperatura varia de 23° a 36°C. Esta região é caracterizada por uma vegetação de caatinga (predominante), cerrado e arbórea. Possui um caráter irregular na distribuição pluviométrica somado às elevadas temperaturas.

3.1.2 Animais, tratamentos e manejo experimental

Foram utilizadas 30 cabras leiteiras mestiças, com média de cinco anos de idade, no 60° dia de lactação, média de 40 kg de peso corporal, criadas em sistema semi-intensivo, aleatoriamente lotadas em baias, desde o período pré-experimental. Os animais deslocavam-se para a vegetação semiárida (caatinga) às 06:00 da manhã, após a ordenha, onde se alimentavam de um pasto misto, contendo gliricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), leucena (*Leucaena leucocephala* cv. Cunningham), quixabeira (*Sideroxylan obtusifolium*), mandacaru (*Cereus jamacaru*), faveleira (*Cnidoscolus phyllacanthus*, catingueira (*Caesalpineia bracteosa*), palma forrageira (*Opuntia ficus – Indica* Mill) e retornavam ao aprisco à tarde, às 14:00, quando recebiam a ração experimental, juntamente com água à vontade, sendo o concentrado oferecido separadamente do volumoso, de acordo com o manejo exercido nas propriedades. O co-produto do sisal, conhecido também como mucilagem, utilizado na confecção do feno e silagem, foi obtido de propriedades produtoras de sisal, após o desfibramento das folhas, e retirada do resíduo fibroso. O estudo foi conduzido nos meses de julho a outubro/2010 (somente EFA) e janeiro a abril de 2011 (EFA e propriedades), período este caracterizado pelo período de escassez de chuvas.

O período pré-experimental (adaptação) teve duração de 15 dias e o experimento teve duração de 60 dias, quando os animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento de blocos incompletos, com medidas repetidas no tempo, aonde cada propriedade foi um bloco, com, no mínimo, dois tratamentos, perfazendo um total de cinco blocos com os seguintes tratamentos: 1) feno da mucilagem de sisal (n=8); 2) feno da mucilagem de sisal suplementado com 5% de licuri (n=8); 3) silagem da mucilagem de sisal (n=7); 4) silagem da mucilagem de sisal suplementada com 5% de licuri (n=7).

A escolha em se utilizar 5% de licuri foi devido à falta de informações na literatura acerca da utilização do fruto inteiro e suas implicações em dietas para

ruminantes. Devido a esta questão, optou-se inicialmente em utilizar apenas 5% do fruto.

O feno foi produzido com mucilagem fresca. O processo de fenação teve duração de três dias. O feno foi acondicionado em sacos de nylon e devidamente armazenado em local protegido da umidade, para posterior utilização no período experimental. A silagem foi confeccionada, assim como o feno, com mucilagem fresca, em tambores plásticos de 200 litros, compactada e hermeticamente fechada, sendo aberta após 60 dias de armazenamento. O fruto do licurizeiro, antes de ser adicionado ao concentrado, foi moído, em moinho tipo Willey com peneira de 1 mm. O concentrado foi fornecido aos animais em todos os tratamentos, na quantidade fixa de 300 g diários. O licuri moído foi adicionado ao concentrado constituído de milho, soja e sal mineral. Com base no National Research Council – Nutrient Requirements of Small Ruminants (NRC, 2007), o concentrado foi formulado com 16 % proteína bruta (48 g de proteína bruta diários), para exceder as exigências de cabras leiteiras com produção média diária de 1,5 litros e peso vivo de aproximadamente 40 kg. O volumoso (feno e silagem) foi fornecido, nos cochos, após fornecimento do concentrado, exatamente como no manejo alimentar exercido pelos produtores da região durante o período seco.

3.1.3 Coleta de dados

O alimento oferecido e as sobras foram pesados diariamente em balança portátil (até 30 kg – intervalo 5g) para estimativa de consumo, e o alimento oferecido foi ajustado de maneira que as sobras correspondessem a 10 % da quantidade fornecida. Nessa fase experimental foram coletadas, a cada 15 dias, amostras do sisal (fenado e ensilado) e dos concentrados, e estes foram armazenadas a -20°C para posteriores análises bromatológicas. Posteriormente, todas as amostras foram descongeladas e desidratadas em estufa de ventilação forçada, a 55°C, por 72 horas. Após seco, todo material foi moído em moinho de facas tipo Willey com peneira de poro 1 mm. A partir desse material moído foram determinadas análises da composição centesimal (Tabela 1), segundo metodologia descrita pela AOAC (1996), dentre elas, os teores de matéria seca (MS) (metodologia 4.1.06), proteína bruta (PB) (metodologia 4.2.02), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) (metodologia 4.1.10). Fibra em detergente neutro

(FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose e lignina foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991). A porcentagem de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtida pela equação de Hall (2000): $CNF = 100 - (PB + FDN + EE + MM)$.

Tabela 1 - Composição bromatológica dos ingredientes das dietas experimentais utilizadas na alimentação de cabras leiteiras.

Composição (%)	Ingrediente (% MS)						
	Feno de sisal	Silagem de sisal	Licuri moído	Milho	Soja	Concentrado sem licuri	Concentrado com 5% licuri
MS (%)	84,2	11,7	92,3	88,7	89,7	88,0	88,1
MM	12,2	17,1	6,41	1,03	6,43	2,31	2,58
PB	5,53	5,38	2,90	4,53	46,5	14,6	14,45
EE	1,22	2,80	14,5	3,01	2,61	2,89	3,47
FDN	34,7	45,5	58,9	12,1	11,3	11,2	14,1
FDA	24,1	34,5	35,2	3,70	8,16	4,74	6,31
Lignina	11,0	16,9	16,5	1,06	0,65	0,96	1,72
Celulose	13,2	17,6	18,8	2,64	7,51	3,78	4,59
Hemicelulose	10,6	11,0	23,7	8,42	3,13	6,45	7,82
CNF	46,5	29,2	17,3	79,3	33,2	69,1	65,3

A produção de leite foi avaliada durante 60 dias através de pesagem diária do leite, de cada animal, em todas as propriedades, com auxílio de uma balança digital, até 5 kg. Seguindo o manejo das propriedades, foi realizada uma ordenha manual diária, às 05:00 h. Do leite ordenhado por animal, retirou-se uma alíquota de 200 mL para as análises físico-químicas, sendo estas realizadas no laticínio do município, a cada 15 dias, durante o período experimental. A densidade do leite (DL) foi aferida por leitura em termolactodensímetro a 15°C (Instituto Adolfo Lutz, 1985) e a acidez titulável (AT), expressa em °D (AOAC 1998; metodologia 947.05).

As variáveis fisiológicas avaliadas foram: temperatura retal, frequência respiratória e cardíaca, realizadas as oito e às dezesseis horas, a cada trinta dias. A temperatura retal foi aferida utilizando termômetro clássico digital; a frequência respiratória, através da contagem dos movimentos respiratórios na região do flanco do animal, e a frequência cardíaca, sendo aferida por estetoscópio clássico, na região esquerda do tórax, sendo ambas aferidas durante um minuto. As medidas biométricas

foram avaliadas a cada trinta dias, durante o período experimental, com o auxílio de uma fita métrica, onde avaliou-se a altura do dorso, largura de tórax, largura de garupa, altura de posterior, perímetro torácico e comprimento corporal.

Tabela 2- Proporção dos ingredientes (%MS) dos concentrados experimentais.

Ingrediente (% MS)	Sem licuri	Com 5% licuri
Farelo de Milho	75,0	70,0
Farelo de Soja	24,0	24,0
Mistura Mineral	1,0	1,0
Licuri	0,0	5,0

3.1.4 Avaliação do uso de covariáveis e medidas de correlação

Pesquisas com animais domésticos possuem, normalmente, uma limitação metodológica quanto ao número de animais necessários para se conduzir um experimento. Quanto maior o número de unidades experimentais, menor o erro experimental e, conseqüentemente, maior a probabilidade de detectar diferenças estatísticas. No entanto, o custo e espaço físico limitam o número de animais utilizados em pesquisas. Uma maneira de se diminuir o erro experimental sem aumentar o número de unidades experimentais é com o uso de covariáveis. Contudo, quando realizado, apenas um parâmetro é utilizado como covariável em experimentos de produção de leite (REVENEAU et al., 2005), evidenciando a fragilidade de se depender de apenas um parâmetro como covariável para diminuir a variabilidade dos dados.

Tendo em vista a necessidade da utilização de covariáveis, esta análise foi realizada para avaliar nove parâmetros pré-experimentais como possíveis covariáveis e averiguar a necessidade de se utilizar mais de uma covariável em estudos de desempenho com caprinos.

O consumo de matéria seca (CMS) e a produção de leite (PL) foram determinados diariamente durante a fase experimental e pré-experimental. Durante a fase pré-experimental os animais se alimentavam exclusivamente com as forrageiras da

caatinga (Leucena, Gliricídia, Quixabeira, dentre outras), sem utilização da suplementação experimental. A conversão alimentar (CA) foi calculada de acordo com o consumo dos tratamentos e a PL. As possíveis covariáveis foram obtidas apenas dos parâmetros adquiridos durante a fase pré-experimental, sendo estas: o CMS durante os primeiros 5 dias (CMS5), o CMS durante os primeiros 10 dias (CMS10), o CMS durante toda a fase pré-experimental (CMST), a PL e a CA durante os primeiros 5 dias (PL5 e CA5, respectivamente), a PL e a CA durante os primeiros 10 dias (PL10 e CA10, respectivamente), a PL e a CA durante toda a fase pré-experimental (PLT e CAT, respectivamente). Em relação à avaliação de medidas de correlação, as possíveis correlações foram obtidas utilizando parâmetros fisiológicos e medidas biométricas, variáveis estas, aferidas durante o período experimental, no intuito de avaliar quais os tipos de correlações existentes entre estas variáveis.

3.1.5 Análise estatística

Os dados coletados referentes ao efeito da fonte de volumoso e da presença de licuri nas dietas foram analisados em um delineamento em blocos aleatórios incompletos com medidas repetidas no tempo, modelo de efeito misto, utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 2004). O modelo inclui efeitos fixos de tratamento, tempo e suas interações, e o efeito aleatório de bloco. Mais de um componente de variância para o erro (heterogeneidade) foi julgado necessário; a UN foi selecionada de acordo com o menor valor do Critério Bayesiano de Schwarz (BIC). Os graus de liberdade e testes foram ajustados usando a opção Kenward-Roger, como método de separação de médias. Significância foi declarada quando $P \leq 0,05$.

Para escolha de covariáveis e determinação de correlações entre as variáveis fisiológicas e medidas biométricas, os coeficientes de correlação de Pearson foram obtidos pelo comando PROC CORR do pacote estatístico SAS® (SAS INSTITUTE, 2004). Significância foi declarada quando $P < 0,05$.

3.2 Experimento 2

3.2.1 Local de estudo

O experimento foi realizado na Escola Família Agrícola Avani de Lima Cunha, localizada no município de Valente – Bahia, região semiárida do Nordeste brasileiro, microrregião de Serrinha dentro de uma distância de 238 km de Salvador, capital do estado da Bahia.

3.2.2 Confeção dos mini-silos, silagem e tratamentos

O co-produto do desfibramento do sisal (mucilagem), utilizado no processo de ensilagem, foi obtido um dia antes, nas propriedades da região, a partir do desfibramento das folhas do sisal e passagem do bagaço na peneira rotativa. Assim como o co-produto, o licuri foi obtido nas propriedades próximas sendo recolhido o fruto seco, e antes da adição na ensilagem, o fruto inteiro foi moído em moinho tipo Willey, com peneira de 1 mm.

Os 20 silos experimentais foram confeccionados utilizando-se tubos de PVC de 100 mm de diâmetro, com 50 cm de comprimento. No fundo de cada tubo colocou-se 15 cm de areia, que foi separada da forragem por uma tela, possibilitando medir a quantidade de efluentes retida. Compactou-se o material manualmente e foram colocadas tampas lacradas com fita adesiva, de forma a impossibilitar a entrada de ar. Posteriormente foram armazenados à temperatura ambiente e protegidos da chuva e luz solar. Após 60 dias, os mini-silos experimentais foram abertos e amostras do centro de cada tubo foram retiradas e avaliadas, desprezando-se as bordas.

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado composto por quatro tratamentos e cinco repetições. Analisaram-se as variáveis das silagens da mucilagem do sisal sob os seguintes tratamentos: 1) co-produto + 0% de licuri moído; 2) co-produto + 5% de licuri moído; 3) co-produto + 10% de licuri moído; 4) co-produto + 15% de licuri moído.

3.2.3 Coleta de dados

As amostras dos ingredientes oferecidos foram secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C e em seguida moídas em peneira de 1 mm para determinação das análises químico-bromatológicas (Tabela 3), segundo metodologia AOAC (1996): matéria seca (metodologia 4.1.06), matéria mineral (metodologia 4.1.10), extrato etéreo (EE) e proteína bruta (metodologia 4.2.02). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram estimados pela equação de Hall (2000): $CNF = 100 - (PB + FDN + MM + EE)$ e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, celulose e hemicelulose, de acordo com metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

Tabela 3- Composição químico-bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal (mucilagem) e do licuri utilizados na produção das silagens.

Itens (% MS)	Alimentos	
	Mucilagem de sisal	Licuri
MS (%)	8,13	92,3
MM	13,6	6,41
PB	5,38	2,90
EE	2,80	14,5
FDN	38,2	58,9
FDA	27,3	35,2
Hemicelulose	10,9	23,7
Celulose	13,2	18,8
Lignina	14,1	16,5
CNF	40,1	17,3

A determinação dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) foi realizada segundo Silva e Queiroz (2002). Para aferição do pH foram coletadas subamostras de aproximadamente 9 g, às quais foram adicionadas 60 mL de água destilada e, após repouso de 30 minutos, efetuou-se a leitura do pH utilizando-se um potenciômetro digital.

A estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM) e energia líquida para lactação (ELI) foram realizadas a partir da composição de cada tratamento avaliado, conforme as equações propostas pelo National Research Council – Nutrient Requirements of Dairy Cattle (NRC, 2001).

As perdas sob as formas de gases e efluentes foram quantificadas por diferença de peso. Para cálculo da perda por gases utilizou-se a seguinte equação:

$$G = (PCf - PCa), \text{ onde:}$$

G = perdas por gases;

PCf = peso do cano cheio no fechamento (kg);

PCa = peso do cano cheio na abertura (kg).

Para cálculo da perda por efluentes, a equação foi utilizada:

$$E = (PVa - PVf), \text{ onde:}$$

E = corresponde à perda por efluentes;

PVa = peso do cano vazio + peso da areia na abertura (kg);

PVf = peso do cano vazio + peso da areia no fechamento (kg).

3.2.4 Análise estatística

Os dados referentes às características da silagem foram analisados em um delineamento inteiramente casualizado utilizando-se o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004). Contrastes ortogonais foram utilizados para testar os efeitos lineares e quadráticos da adição de licuri na silagem. Quando detectado mais de um componente de variância para o erro, o comando REPEATED foi utilizado para designar variâncias específicas para cada tratamento. Significância foi declarada quando $P \leq 0.05$.

4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Experimento 1

4.1.1 Consumo, desempenho animal e qualidade do leite

O consumo de matéria seca (CMS) diferiu ($P < 0,05$) entre os tratamentos (Tabela 4) com interação entre a fonte de volumoso e a suplementação com licuri. O tratamento feno com licuri obteve o maior consumo, sendo acompanhado do tratamento feno sem licuri. Os tratamentos que continham silagem apresentaram os menores CMS. O CMS dos animais durante as semanas experimentais foi maior nos tratamentos que continham feno (Figura 1), de acordo com os dados da Tabela 4. A adição de licuri influenciou o consumo do feno, tendo um aumento do consumo desse volumoso no decorrer das semanas, sendo que os animais obtiveram um pico de consumo na sétima semana. O fruto do licurizeiro não interferiu no consumo dos tratamentos cujo volumoso foi à silagem de sisal, não havendo diferenças significativas entre a silagem com e sem licuri.

A silagem de sisal apresentou aproximadamente 12% de MS (Tabela 1) contribuindo para um baixo consumo. O alto teor de umidade na silagem pode comprometer o valor nutritivo e a aceitabilidade da mesma, devido à elevação das concentrações de ácido butírico e nitrogênio amoniacal em decorrência da proteólise e consequente fermentação butírica, realizada por bactérias heterofermentativas como os clostrídeos. Os microrganismos do gênero *Clostridium* têm predileção por silagens bastante úmidas (MCDONALD, 1991), já que possuem alta atividade de água, além de utilizarem os carboidratos solúveis, evitando que as bactérias lácticas fermentem esse substrato, inibindo o rápido abaixamento do pH, tendo como consequência a redução da qualidade da silagem. A silagem de sisal do presente estudo, mesmo tendo em sua composição altos teores de carboidratos solúveis, estes não foram suficientes para promover uma fermentação desejável, devido à quantidade de água presente nesta planta, o que pode ter comprometido sua qualidade e, por conseguinte seu consumo.

Tabela 4- Média dos quadrados mínimos da produção de leite (PL), consumo de matéria seca das dietas experimentais (CMS), conversão alimentar (CA), densidade do leite (DL) e acidez titulável (AT) de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ³	Probabilidade ²		
	Feno		Silagem			Volumoso	Licuri	Interação
	Licuri		Licuri					
	5%	0%	5%	0%				
PL (kg)	0,99	0,94	0,95	0,84	0,09	<0,01	<0,01	0,01
CMS (kg)	1,25	1,16	0,90	0,87	0,15	<0,01	<0,01	<0,01
CA	1,42	1,26	1,15	1,39	0,24	0,28	0,28	<0,01
DL (g/cm ³)	1,0283	1,0287	1,0285	1,0278	0,0006	0,43	0,43	0,27
AT (°D)	14,82	15,38	14,82	15,09	0,56	0,80	0,80	0,80

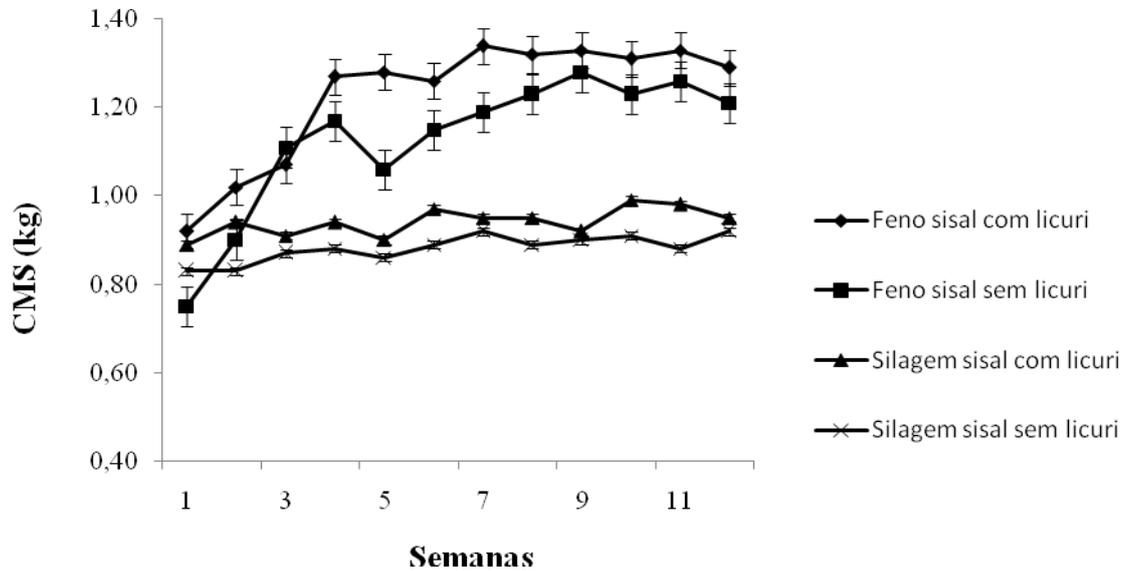
¹Fonte de volumoso (feno ou silagem da mucilagem de sisal) suplementado com 5% de licuri no concentrado e sem suplementação (0%);

²Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso, do licuri e da interação licuri x volumoso.

³Erro padrão da média.

Entretanto, Pínos-Rodrigues et al. (2009), avaliando o tipo de processamento (fresco ou ensilado) e a idade (planta jovem ou madura) do *Agave salmiana* na qualidade nutricional de cordeiros, observaram que mesmo com baixos teores de matéria seca e grande produção de efluentes, a silagem apresentou boas características fermentativas, já que o pH da silagem estava na faixa de 3,9, valor este dentro do limite proposto por McDonald (1991), no qual o pH de uma silagem ideal deve estar situado num intervalo de 3,8 a 4,2.

Figural1 - Comportamento temporal do consumo de matéria seca de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com e sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.



Alimentos ricos em lipídios podem afetar o consumo e a digestibilidade da fibra quando a porcentagem de lipídios for superior a 7% na dieta dos ruminantes, principalmente se estes lipídios tiverem em sua composição grande porcentagem de ácidos graxos insaturados (PALMQUIST e JENKINS, 1980). Segundo Palmquist e Mattos (2006), o ácido graxo em excesso causa toxicidade aos microrganismos ruminais, tendo como consequência redução no consumo. Uma das prováveis causas da toxicidade dos ácidos graxos, principalmente insaturados, é um aumento na fluidez das membranas dos microrganismos, principalmente das bactérias celulolíticas e metanogênicas, alterando a permeabilidade da membrana, causando um desbalanço eletrolítico e descontrole de entrada e saída de íons, tendo como consequência à morte destes microrganismos e diminuição da degradabilidade do material fibroso. A porção fibrosa permanece mais tempo no rúmen devido à lenta degradação, causando distensão ruminal e limitação física, ocasionando redução no consumo pelo animal.

O licuri possui uma maior quantidade de ácidos graxos de cadeia média, curta e saturados, predominando os ácidos caprílico (12,2%), láurico (44,4%) e mirístico (13,4%) (MAIA et al., 2009). Não somente o grau de insaturação, mas também o tamanho da cadeia de ácidos graxos (cadeia curta e média) pode afetar a fermentação ruminal e, por conseguinte, o consumo (VALADARES FILHO e PINA, 2006). No

presente experimento, o licuri contribuiu com um nível baixo de extrato etéreo na dieta (3,5% de EE no concentrado com licuri), não influenciando dessa forma o consumo dos animais, seja pela influência na digestibilidade da fibra ou pela saciedade a nível energético.

Jesus et al. (2010), testando diferentes níveis de óleo de licuri (1,5; 3,0 e 4,5% com base na dieta total) na dieta de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer, observaram que houve decréscimo na ingestão de MS a partir de 2,3 % de inclusão do óleo na dieta total. Os autores relacionaram essa diminuição no consumo, ao aumento da densidade energética da dieta. Esse controle fisiológico do consumo não foi observado no presente trabalho, do qual os animais não reduziram o consumo com a adição do fruto do licuri, visto que o autor utilizou óleo que contém uma maior densidade energética e a quantidade utilizada no presente estudo (5%) não foi suficiente para promover decréscimo no consumo.

Borja et al. (2009), avaliando diferentes níveis de óleo de licuri (0; 1,5; 3,0 e 4,5%) na suplementação de vacas lactantes a pasto, não observaram diferenças no consumo de matéria seca. Eles ainda verificaram um maior consumo no concentrado que continha 4,5% de óleo de licuri. Os autores justificaram o maior consumo com base na palatabilidade do licuri, o que pode explicar o maior consumo, em nosso estudo, do concentrado que continha licuri, no tratamento feno e licuri, assim como no tratamento silagem com licuri. Como base nesses trabalhos e no presente experimento, o licuri estimula o consumo dos animais, devido a sua aceitabilidade, sendo que, em cabritos houve redução no consumo, por saciedade energética, e em vacas leiteiras este fato não ocorreu, possivelmente devido a exigências energéticas diferentes (vacas leiteiras são mais exigentes). No caso do presente experimento, a quantidade de energia fornecida com a inclusão de 5% de licuri não foi suficiente para limitar o consumo das cabras leiteiras por saciedade energética.

A interação licuri e o método de conservação da mucilagem foi significativa ($P < 0,05$) para a conversão alimentar (CA), sendo maior no feno suplementado com licuri, aonde também foi maior o CMS (Tabela 4). A CA é influenciada pelo consumo e produção. Os animais de uma maneira geral têm uma produção de leite considerada baixa, o que fez com que a conversão alimentar fosse alta nos tratamentos, essencialmente no feno e licuri, onde para produzir aproximadamente 1 kg de leite, os animais consumiram 1,4 kg de matéria seca. Especula-se que, em animais com um

maior potencial genético para produção, a suplementação com feno e licuri aumentaria a produção de leite devido ao maior CMS, visto que a produção máxima dos animais foi aproximadamente 1,4 kg.

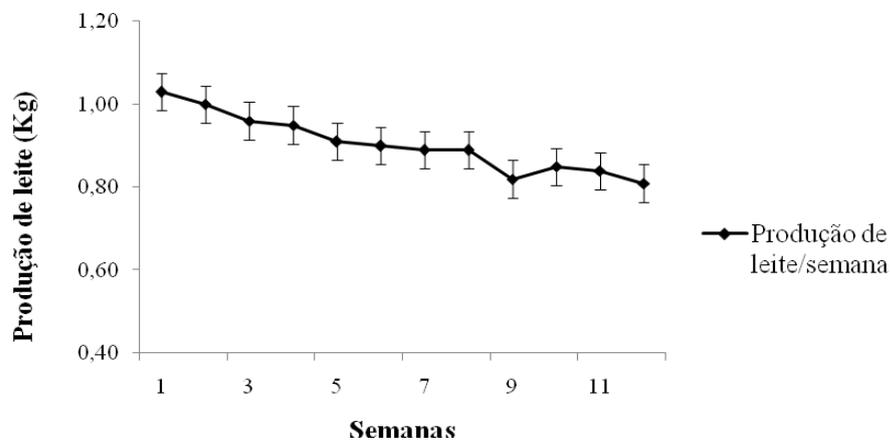
Assim como o CMS, a PL sofre efeito da fonte de volumoso, da adição de licuri e da interação (Tabela 4). O tratamento feno da mucilagem de sisal suplementado com 5% licuri obteve o maior consumo e, conseqüentemente, a maior produção de leite, enquanto o tratamento silagem sem suplementação de licuri obteve a menor produção leiteira.

A adição do fruto do licurizeiro aumentou significativamente a produção de leite. Assim, como no tratamento feno suplementado com licuri, o tratamento composto por silagem suplementada com licuri, obteve maior PL do que sem adição do fruto do licurizeiro. O licuri pode ter favorecido o consumo de energia, fazendo com que os animais produzissem mais leite. As produções leiteiras obtidas neste trabalho correspondem ao potencial máximo de produção destas cabras, já que as dietas desses animais foram formuladas para produção de 1,5 litros (kg) de leite/dia. A alimentação é um dos principais fatores que influenciam e determinam a produção e composição do leite, sendo esta ainda, relacionada à quantidade e qualidade da dieta.

A PL ao longo do período experimental não diferiu entre os tratamentos (Figura 2), apresentando uma diminuição acentuada a partir da oitava semana para todos os tratamentos, sendo esse um mecanismo fisiológico, já que após o quarto mês de lactação a produção de leite, em caprinos, tende a diminuir e depois estabilizar (Figura 2). Esperava-se que os animais que consumiram feno da mucilagem de sisal, principalmente com a suplementação do licuri, obtivessem as maiores produções leiteiras no decorrer das semanas, já que o fruto do licurizeiro é altamente energético e o tratamento feno com licuri proporcionou o maior CMS. No entanto, os animais eram criados em sistema semi-intensivo, onde tinham acesso à vegetação mista (caatinga) que provavelmente supriu as exigências dos animais que consumiram menores quantidades das dietas experimentais, mantendo a produção de leite uniforme entre os tratamentos ao longo das semanas e, provavelmente, os animais que consumiram maior quantidade de MS atingiram seu potencial máximo de produção, causando uma diluição do efeito do licuri nas médias de produção de leite.

Especula-se que, como o licuri é energético, uma ração contendo este ingrediente, em maiores proporções, fornecido para animais confinados de maior potencial poderia aumentar a produção leiteira, principalmente durante as épocas secas do ano em regiões semiáridas, visto que, em períodos quentes os animais tendem a consumir menor quantidade de alimento (menor CMS) no intuito de diminuir o incremento calórico interno advindo da fermentação ruminal.

Figura 2 - Comportamento temporal da produção de leite de cabras suplementadas com feno e silagem de sisal com e sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.



A acidez titulável (AT) e a densidade do leite (DL) não diferiram entre os tratamentos, não havendo interação entre a fonte de volumoso e a presença do licuri (Tabela 4). A AT foi realizada no intuito de avaliar as condições higiênico-sanitárias de ordenha das cabras.

Os valores de AT e a DL estão de acordo com os limites da legislação vigente para o leite de cabra (AT varia de 13° a 18°D, DL varia de 1,0280 a 1,0340 g/cm³). Elevados teores de acidez titulável do leite são recorrentes do grau de contaminação bacteriana do mesmo, tendo em vista que a lactose é fermentada por bactérias lácticas, principalmente, formando ácido lático, o qual é responsável pelo aumento da acidez do leite e, conseqüente, diminuição da lactose. A higienização realizada nos tetos das cabras foi efetiva, o que contribuiu para minimizar a contaminação microbiana no leite. Os resultados obtidos para acidez foram semelhantes aos obtidos por Queiroga et al.

(2007), que apresentaram valor médio de 15,23°D, ao avaliarem o leite de cabras Saanen quanto a condições higiênicas de ordenha.

A densidade é um parâmetro utilizado para verificar informações sobre quantidade de gordura contida no leite, e também possíveis fraudes, como a utilização de água no leite. Quanto maior o teor de gordura e presença de água na composição do leite, menor será a densidade. Os animais suplementados com licuri poderiam ter apresentado uma densidade menor, já que, por ser um alimento com um teor de extrato etéreo em torno de 14%, composto principalmente por ácidos graxos saturados de cadeia curta e média, o mesmo poderia contribuir para a síntese de gordura no leite. Os ácidos graxos do leite possuem três origens: síntese de novo (a partir de acetato), a mobilização de gordura do tecido adiposo e ácidos graxos da dieta. De acordo com PALMQUIST e JENKINS (1980), a síntese de novo da gordura do leite de ruminantes pode ser reforçada quando a fonte de lipídio é composto principalmente por ácidos graxos de cadeia curta e média, sendo um metabolismo que ocorre pelo aumento da atividade da enzima ácidos graxo sintase. Contudo, o presente resultado não foi verificado neste trabalho. Possivelmente a quantidade de licuri na dieta não foi suficiente para alterar a percentagem de gordura no leite e, conseqüentemente, modificar sua densidade.

4.1.2 Variáveis fisiológicas

O presente experimento não foi capaz de detectar diferenças significativas ($P > 0,05$) para frequência respiratória, cardíaca e temperatura retal entre os tratamentos (Tabela 5). Observa-se que o erro padrão da média da frequência respiratória foi maior que das outras variáveis, frequência cardíaca e temperatura retal. Contudo, as médias não diferiram entre tratamentos. Esse comportamento demonstra que a frequência respiratória tende a ser mais variável que as outras frequências.

Tabela 5- Média dos quadrados mínimos da frequência respiratória (FR), frequência cardíaca (FC) e temperatura retal (TR) de cabras leiteiras suplementadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.

Variáveis	Tratamentos ¹				EPM ³	Probabilidade ²		
	Feno		Silagem			Volumoso	Licuri	Interação
	Licuri		Licuri					
	0%	5%	0%	5%				
FR (mpm)	45,3	41,7	44,7	55,7	9,34	0,36	0,36	0,26
FC (bpm)	87,0	82,5	81,4	81,7	3,63	0,38	0,38	0,51
TR (°C)	39,0	38,9	38,7	38,9	0,15	0,34	0,34	0,11

¹Fonte de volumoso (feno ou silagem da mucilagem de sisal) suplementado com 5% de licuri no concentrado e sem suplementação (0%);

²Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso, do licuri e da interação licuri x volumoso. ³Erro padrão da média.

A frequência respiratória está acima do preconizado para caprinos adultos (20 a 30 movimentos por minutos (FEITOSA, 2008)). A frequência respiratória eleva-se prontamente em casos que a temperatura ambiente também está aumentada, sendo a temperatura retal o último parâmetro a ser alterado. De acordo com Keskin et al.(2006), a temperatura desempenha um importante papel entre os vários fatores ambientais que afetam caracteres produtivos em ruminantes. Alguns dos mecanismos que combatem a temperatura excessiva são: aumento da frequência respiratória, redução da ingestão de alimentos, aumento da ingestão de água e diminuição das atividades nas horas mais quentes do dia (FURTADO et al., 2008). De acordo com Starling et al. (2002), o mecanismo termorregulatório considerado mais eficiente é o evaporativo, através do processo respiratório, pois a respiração não depende do diferencial de temperatura entre o organismo e o ar.

No presente experimento, os animais não estavam numa zona de conforto térmico e o aumento da frequência respiratória acima do intervalo considerado fisiológico para a espécie (20 a 30 movimentos / minuto), demonstrou que, embora na ausência de estresse, a temperatura ambiente elevada ativou o sistema termorregulatório, promovendo a maior perda de calor, através da respiração e / ou

sudorese, na tentativa de manter a temperatura retal dentro dos limites normais, evitando dessa maneira, o estresse calórico, demonstrando que os mecanismos de termorregulação dos animais são eficientes, já que os animais mestiços têm uma maior adaptabilidade às condições semiáridas.

Borja et al. (2010), avaliaram o efeito da torta de licuri (0, 15, 30 e 45% na MS dieta total) no consumo, digestibilidade, comportamento ingestivo e respostas fisiológicas de caprinos $\frac{3}{4}$ boer. Os autores observaram que a frequência respiratória estava acima da preconizada para a espécie. Contudo, foi observado que houve redução da frequência respiratória dos animais que receberam dieta com níveis elevados da torta de licuri. Pode-se especular que esta redução tem relação com a diminuição do incremento calórico proporcionado pela torta de licuri, o que favoreceu um melhor conforto térmico dos animais e diminuição da dissipação do calor através da respiração, fato este não observado no presente estudo, provavelmente devido aos animais estarem em uma região semiárida, quando comparados com o do experimento de Borja et al. (2010) que estavam numa região de recôncavo, cuja temperatura média é de 25°C e precipitação média de 1.900 mm, ou seja, uma região mais amena, além da quantidade de torta de licuri adicionada na dieta (até 45%), que foi maior, quando comparada à adição do fruto inteiro (5%) no nosso experimento.

Animais criados em sistemas extensivos ou semi-intensivos são expostos a variações sazonais, especificamente a variações ambientais, principalmente temperatura (PICCIONE et al., 2007), caracterizado pelas intempéries do ambiente semiárido, quando se trata do Nordeste brasileiro. Existem pesquisas conduzidas sobre o efeito da sazonalidade na fisiologia animal (GORMAN et al., 2001; LINCON et al., 2003), mas a maioria dessas são conduzidas com ovinos e cavalos (PICCIONE et al., 2007). Muito pouco se sabe sobre a sazonalidade em outras criações como, por exemplo, caprinos.

A temperatura retal e frequência cardíaca dos animais estão próximas dos limites propostos por Pugh (2004), o qual a temperatura retal normal para caprinos adultos deve estar situada entre 38,8° a 40°C, e a frequência cardíaca de caprinos adultos deve estar no intervalo de 70 a 90 batimentos por minuto.

Piccione et al. (2007) avaliando ritimicidade sazonal e maturação fisiológica em caprinos observaram que caprinos a partir do 2º ano obtêm maturação do sistema termorregulador, mostrando uma homeostase precisa da temperatura interna. Isso pode

desmostrar que, no nosso trabalho, apesar do aumento da frequência respiratória, o controle da temperatura do corpo dos animais foi eficiente, permitindo que as cabras permanecessem com a temperatura dentro do intervalo considerado normal para esta espécie.

4.1.3 Medidas biométricas

As medidas biométricas avaliadas não foram diferentes ($P > 0,05$; Tabela 6), entre os tratamentos, exceto pela altura do dorso, altura de posterior e perímetro torácico, nos quais a interação licuri-volumoso foi significativa ($P < 0,05$; Tabela 6). A altura do dorso e posterior foi maior no tratamento feno suplementado com licuri e o perímetro torácico maior no tratamento feno sem licuri. Elas representam variações individuais dos animais e não necessariamente influência do tratamento, pois todas as cabras não mais estavam em fase de crescimento. As medidas biométricas de altura de dorso, comprimento corporal e altura de posterior foram realizadas para obter-se um controle positivo. Largura de tórax e garupa e perímetro torácico foram avaliadas no intuito de observar se houve ou não deposição de gordura, já que uma fonte energética, o licuri, foi adicionado às dietas dos animais. Devido, a pouca infra-estrutura das propriedades, não foi possível realizar pesagens periódicas nos animais. No entanto, variações relacionadas a estas medidas biométricas não foram observadas no presente estudo. Como os animais utilizados neste experimento eram adultos, há um aumento no conteúdo de gordura, em relação ao conteúdo de proteína corporal. Para depositar gordura gasta-se mais energia do que para depositar proteínas, e fêmeas depositam mais gordura do que os machos e conseqüentemente suas exigências de ganho são maiores. Associado a estes fatores, as fêmeas estavam em lactação o que faz com que estes animais não depositem gordura, já que há mobilização de gordura do tecido adiposo e advinda da dieta para a composição do leite. Este fato pode ter contribuído para que não houvesse diferenças na deposição de gordura nos animais, mesmo as cabras suplementadas com 5% de licuri, pois essa suplementação poderia estar sendo desviada para composição do leite.

Tabela 6- Média dos quadrados mínimos da altura de dorso (AD), largura de tórax (LT), largura de garupa (LG), altura de posterior (AP), perímetro torácico (PT) e comprimento do corpo (CC) de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.

Variáveis (cm)	Tratamentos ¹				Probabilidade ²			
	Feno		Silagem		EPM ³	Volumoso	Licuri	Interação
	Licuri		Licuri					
	0%	5%	0%	5%				
AD	70,8	68,4	66,2	69,8	1,90	0,15	0,15	<0,01
LT	20,3	19,3	17,9	19,0	1,00	0,07	0,07	0,07
LG	14,2	12,5	12,8	12,6	0,35	1,00	1,00	0,06
AP	67,4	66,5	64,2	67,0	1,34	0,23	0,23	<0,01
PT	84,1	84,7	80,7	84,5	1,61	0,06	0,06	0,03
CC	68,1	69,8	67,1	66,5	2,41	0,08	0,08	0,23

¹Fonte de volumoso (feno ou silagem da mucilagem de sisal) suplementado com 5% de licuri no concentrado e sem suplementação (0%);

²Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso, do licuri e da interação licuri x volumoso.

³Erro padrão da média

4.1.4 Utilização de covariáveis

A produção de leite teve correlação significativa (Tabela 7) apenas com o CMS nos 10 primeiros dias do período pré-experimental, não sendo significativa para as outras covariáveis de consumo (Figura 3). O único outro parâmetro que pôde ser utilizado como covariável para a produção de leite foi à produção de leite na primeira semana da fase pré-experimental. O CMS obteve correlações significativas com quase todos os parâmetros pré-experimentais, sendo que o parâmetro com a maior correlação e significância foi a CA total (Figura 4).

Tabela 7 - Coeficientes de correlação de Pearson e respectivas probabilidades, entre parênteses, entre as variáveis experimentais (VE) de produção de leite (PL), consumo de matéria seca (CMS) e conversão alimentar (CA) com os parâmetros pré-experimentais de média de produção de leite em 5, 10 e 15 dias (PL5, PL10 e PLT, respectivamente), média de consumo de matéria seca em 5, 10 e 15 dias (CMS5, CMS10 e CMST, respectivamente) e a média da conversão alimentar em 5, 10 e 15 dias (CA5, CA10 e CAT, respectivamente).

VE	Parâmetros pré-experimentais								
	PL5	PL10	PLT	CMS5	CMS10	CMST	CA5	CA10	CAT
PL	-0,45 (0.08)	-0,33 (0.21)	-0.42 (0.10)	-0.19 (0.49)	-0.63 (0.01)	-0.40 (0.12)	0.12 (0.67)	-0.02 (0.95)	0.09 (0.75)
CMS	-0.59 (0.02)	-0.54 (0.03)	-0.63 (0.01)	0.50 (0.05)	0.01 (0.98)	0.35 (0.18)	0.63 (0.01)	0.75 (<0.01)	0.84 (<0.01)
CA	-0.33 (0.21)	-0.31 (0.24)	-0.36 (0.18)	0.60 (0.01)	0.36 (0.18)	0.57 (0.02)	0.55 (0.03)	0.70 (<0.01)	0.76 (<0.01)

Figura 3 - Correlação entre o consumo de matéria seca pré-experimental com a produção de leite e o consumo de matéria seca experimental.

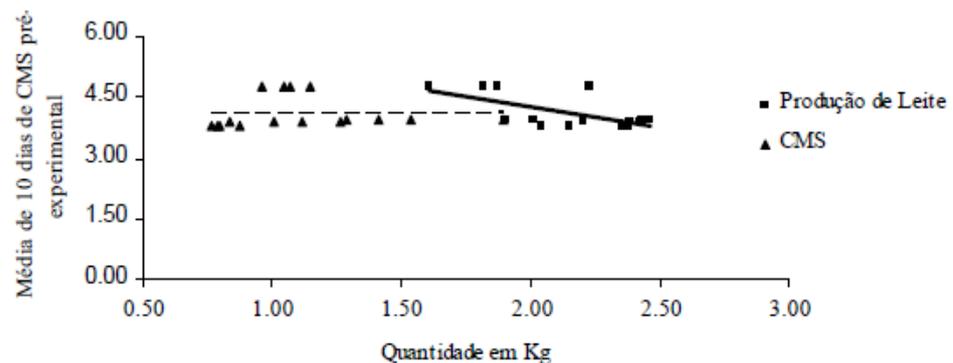
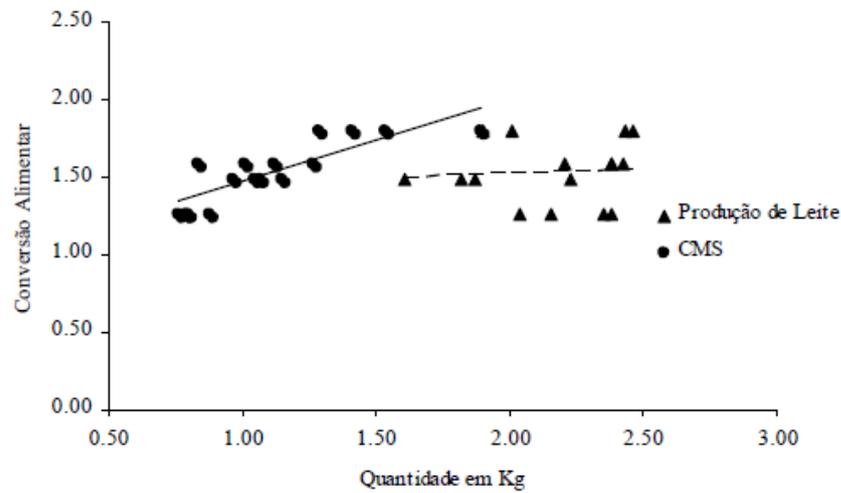


Figura 4 - Correlação entre a conversão alimentar pré-experimental com a produção de leite e o consumo de matéria seca durante o período experimental.



A alta correlação positiva (0,84) observada entre o CMS e a CA condiz com a correlação negativa entre CMS e produção de leite pré-experimental. De fato, correlações negativas entre o CMS foram observadas para todos os parâmetros de produção de leite (Tabela 7). Os animais que produziam menos durante a fase pré-experimental tiveram um aumento no CMS durante o experimento porque, em geral, a qualidade das dietas experimentais eram superiores ao alimento fornecido aos animais nas propriedades dos caprinocultores do semiárido baiano. Ainda, esses animais produziram mais e, conseqüentemente, diminuíram suas CA. Outro fator que pode ter contribuído para as correlações negativas entre CMS e PL é o fato de que parte do consumo dos animais não foi mensurado, somente o referente às dietas experimentais, visto que eles eram criados em sistemas semi-intensivo, não sendo possível a mensuração do consumo no momento que os animais estavam na caatinga. Recomenda-se o uso de mais de uma covariável em estudos de desempenho com caprinos leiteiros quando se deseja diminuir a variância experimental e aumentar o poder de detecção de diferenças.

4.1.5 Correlação entre variáveis fisiológicas e medidas biométricas

Dentre as análises realizadas nas pesquisas conduzidas na região nordeste focando a utilização de alimentos alternativos, está à aferição das variáveis fisiológicas e medidas biométricas, utilizadas para avaliar a interferência do alimento na fisiologia do animal e no ganho de peso ou deposição de gordura. Contudo, há poucos estudos evidenciando se há correlação entre essas variáveis, podendo, dessa forma, fornecer dados adicionais aos projetos de pesquisa, como o uso de covariáveis, possível relação causa e efeito e uma melhor aferição e compreensão dos efeitos fisiológicos com a utilização de avaliações mais simples como as medidas biométricas.

A temperatura retal teve correlação significativa e moderada (Tabela 8) com a frequência respiratória ($r = 0,60$) e uma correlação significativa, porém baixa, com a frequência cardíaca ($r = 0,30$). A largura do tórax teve uma correlação baixa e positiva com a frequência respiratória ($r = 0,32$), notando-se uma fraca relação entre essas duas variáveis e, moderada e positiva com a temperatura retal ($r = 0,58$) (Tabela 7). A única correlação significativa e alta observada foi entre a altura de dorso e altura de posterior ($> 0,8$) ($r = 0,83$).

Tabela 8 - Coeficientes de correlação de Pearson e respectivas probabilidades entre as variáveis de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), altura do dorso (AD), largura de tórax (LT), largura de garupa (LG), altura de posterior (AP), comprimento do corpo (COMP) e perímetro torácico (PT) de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.

	FR	TR	FC	AD	LT	LG	AP	COMP
TR	0.60 (<0.01)	-	-	-	-	-	-	-
FC	0.12 (0.32)	0.30 (<0.01)	-	-	-	-	-	-
AD	0.11 (0.44)	0.11 (0.44)	0.03 (0.84)	-	-	-	-	-
LT	0.32 (0.02)	0.58 (<0.01)	0.26 (0.06)	0.43 (<0.01)	-	-	-	-

(continua)

Tabela 8 - Coeficientes de correlação de Pearson e respectivas probabilidades entre as variáveis de frequência respiratória (FR), temperatura retal (TR), frequência cardíaca (FC), altura do dorso (AD), largura de tórax (LT), largura de garupa (LG), altura de posterior (AP), comprimento do corpo (COMP) e perímetro torácico (PT) de cabras leiteiras alimentadas com feno e silagem de sisal com ou sem suplementação de 5% de licuri moído no concentrado.

(continuação)

	FR	TR	FC	AD	LT	LG	AP	COMP
LG	0.03 (0.84)	0.27 (0.05)	0.45 (<0.01)	-0.02 (0.91)	0.33 0.02	-	-	-
AP	0.19 (0.16)	0.18 (0.19)	-0.09 (0.50)	0.83 (<0.01)	0.57 (<0.01)	-0.14 (0.31)	-	-
COMP	-0.27 (0.05)	-0.05 (0.71)	0.06 (0.65)	0.43 (<0.01)	0.19 (0.16)	0.14 (0.32)	0.22 (0.11)	-
PT	0.07 (0.63)	0.09 (0.52)	0.03 (0.80)	0.64 (<0.01)	0.53 (<0.01)	0.13 (0.33)	0.62 (<0.01)	0.50 (<0.01)

Dentre as variáveis fisiológicas, observou-se uma maior relação entre a temperatura retal com a frequência respiratória, quando comparado com a frequência cardíaca, demonstrando que as variáveis frequência respiratória e temperatura retal se comportam de modo semelhante, fator a se considerar em estudos com estresse calórico e mensuração dessas variáveis fisiológicas. Quando a temperatura retal se eleva, prontamente há elevação da frequência respiratória nos animais, a fim de manter a homeotermia por meio do incremento de dissipação de calor pelo organismo. De acordo com Bôeta (1985), o aumento da temperatura retal reflete o acúmulo de calor recebido do ambiente, somado à produção interna de calor durante o dia e da incapacidade dos mecanismos termorreguladores que eliminam o excesso de calor. Segundo Souza et al. (2005), o aumento da frequência respiratória é um mecanismo de perda de calor por curto período, mas caso mantida por um longo período poderá desencadear problemas para os animais. Contudo, a correlação entre estas duas variáveis é moderada, possivelmente por causa de outros fatores que atuam na termoregulação, como a sudorese.

Pesquisas avaliando variáveis fisiológicas podem utilizar medidas biométricas pré-experimentais como covariáveis como meio de se elevar a capacidade de identificar

diferenças estatísticas. Experimentos futuros deveriam focar em como e porque as variáveis fisiológicas não se correlacionam de maneira homogênea.

A respiração acelerada e contínua pode interferir na ingestão de alimento e ruminação, já que através da diminuição da ingesta, o animal produzirá menos calor endógeno advindo da fermentação ruminal, sendo que outros mecanismos fisiológicos e metabólicos estarão produzindo calor endógeno como à atividade muscular. Esse mecanismo de dissipação de calor através da respiração ainda desvia a energia que poderia estar sendo utilizada em outros processos metabólicos e produtivos.

A largura de tórax está relacionada com a capacidade respiratória do animal e seu desenvolvimento na puberdade, já que quanto maior a largura do tórax, mais espaço o animal tem para distender os pulmões, aumentando a capacidade respiratória. Essa afirmação corrobora com Bingöl et al. (2012), os quais afirmam que altas medições para profundidade e largura de tórax indicam proporcionalmente maiores órgãos respiratórios, que é considerada uma adaptação para a sobrevivência em ambientes com baixos teores de oxigênio, no caso de ambientes que possuem altas altitudes. No caso do presente estudo, quanto maior a capacidade respiratória do animal, maior potencial ele terá em dissipar calor em uma situação de estresse calórico, através de uma alteração na frequência respiratória, diminuindo, por conseguinte, a temperatura retal, sendo também uma forma de adaptação a ambientes áridos ou semiáridos.

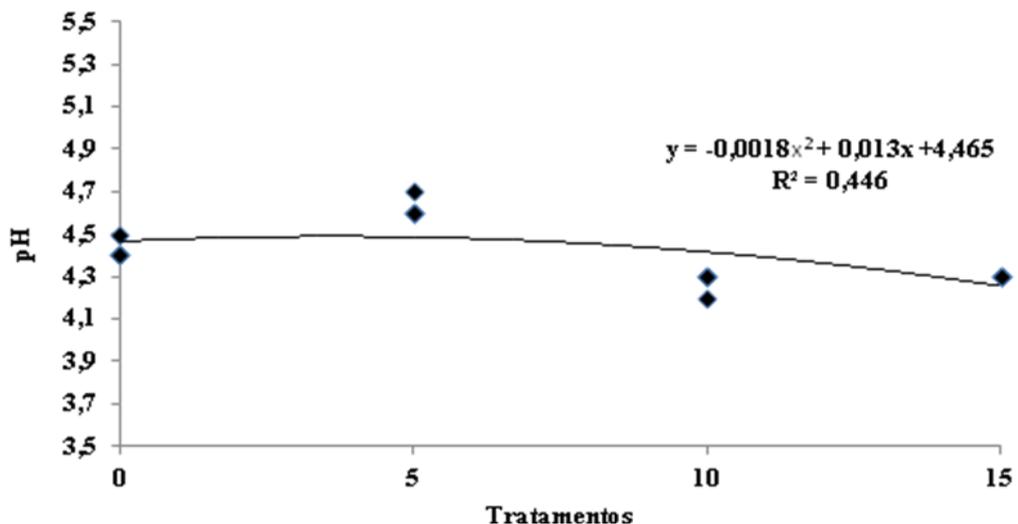
Apesar de não ter sido avaliada a correlação do peso vivo dos animais com as medidas biométricas, a estimativa do peso vivo através da mensuração das medidas corporais é uma técnica prática, rápida, fácil e menos onerosa, principalmente nas zonas rurais e semiáridas, onde normalmente o produtor dispõe de poucos recursos financeiros, (Nsoso et al., 2003). No caso dessas propriedades, o controle do desempenho animal através de pesagens periódicas, torna-se difícil e oneroso. Tem sido verificada correlação alta e significativa entre o peso vivo e o perímetro torácico em caprinos e ovinos, podendo fornecer uma boa estimativa relativa de desempenho destas espécies animais. (Pesmen & Yardimci, 2008).

4.2 Experimento 2

4.2.1 Perdas por gases, efluentes e pH

A adição de licuri durante o processo de ensilagem da mucilagem do sisal demonstrou efeito quadrático positivo ($P < 0,05$) para os valores de pH da silagem após 60 dias de armazenamento (Figura 5), sendo encontrado o valor máximo de 4,5, com 5% de inclusão do licuri. Este aumento está relacionado à maior produção de efluentes gerada com este nível de adição (Figura 7), conseqüentemente, esta produção favoreceu a predominância de bactérias clostrídicas, em detrimento dos microrganismos lácticos, principais responsáveis pelo abaixamento do pH, além dos efluentes carregarem os carboidratos solúveis, substratos a serem fermentados pelas bactérias lácticas, necessários para um adequado processo fermentativo.

Figura 5 - Valores de pH do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.



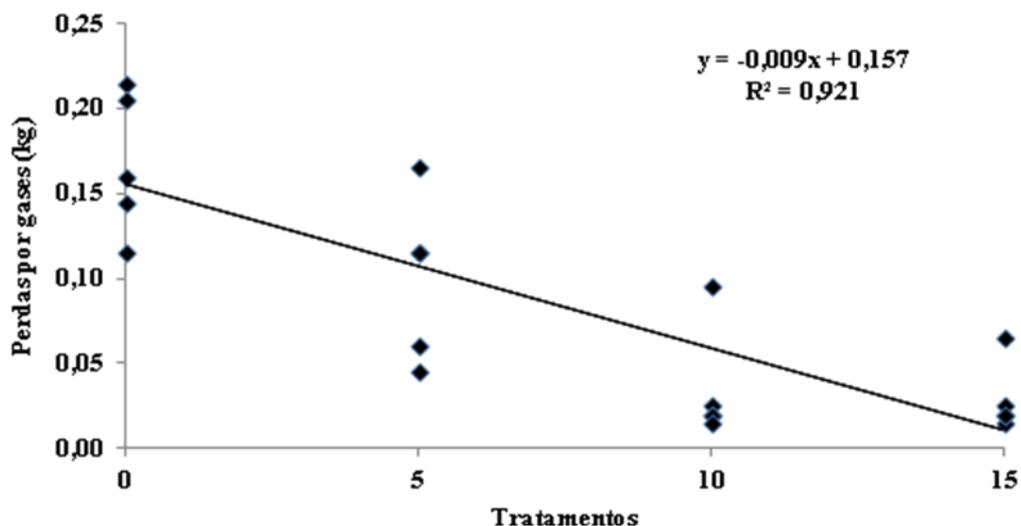
As bactérias lácticas (homofermentativas) utilizam os carboidratos solúveis, principalmente glicose e frutose como metabólitos principais para obtenção de energia (ATP). Através da via glicolítica, a glicose é transformada em ácido pirúvico, onde em condições ideais de anaerobiose dentro do silo, este ácido pirúvico é reduzido pela

enzima lactato desidrogenase a ácido lático, produto responsável pelo rápido abaixamento do pH. Ao contrário, os clostrídeos fermentam a glicose e o ácido lático produzindo ácido butírico, que não contribui tanto para a redução do pH, além de fermentarem aminoácidos e realização de proteólise, através de desaminação, descarboxilação e oxidação/redução, produzindo CO₂ e NH₃, álcool (manitol), compostos como cadaverina, putrescina e histamina, que causam odor e coloração característicos de silagem com fermentação clostrídicas.

Levando-se em consideração apenas o valor do pH das silagens, não se pode prever a qualidade de fermentação dentro do silo (BERNARDINO et al., 2005), uma vez que seu efeito inibitório sobre as bactérias depende da velocidade de redução e da umidade do meio.

As perdas por gases pelas silagens decresceram linearmente ($P < 0,05$) com a adição de licuri durante a ensilagem da mucilagem do sisal (Figura 6).

Figura 6. Perda por gases do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído



De acordo com McDonald (1991), o intervalo de valor de pH necessário para promover uma eficiente conservação da silagem está entre 3,8 e 4,2. A eficiência do licuri na redução do pH e nas perdas por efluentes pode ser explicada pela diminuição no teor de umidade da mucilagem (90%), em decorrência do maior teor de MS do fruto,

com cerca de 92%, e de sua boa capacidade de retenção de umidade, o que pode ter contribuído para redução de microorganismos clostrídeos, bactérias estas com alta atividade de água. Portanto, a adição do licuri propiciou um ambiente mais favorável ao desenvolvimento das bactérias lácticas, microrganismos desejáveis na silagem, devido ao incremento da matéria seca do material, o que ocasionou diminuição da população de microrganismos clostrídeos. Essa diminuição das bactérias clostrídicas contribuiu para uma diminuição da deaminação e descarboxilação dos aminoácidos e formação de amônia por esses microrganismos, ocasionando menor perda por gases.

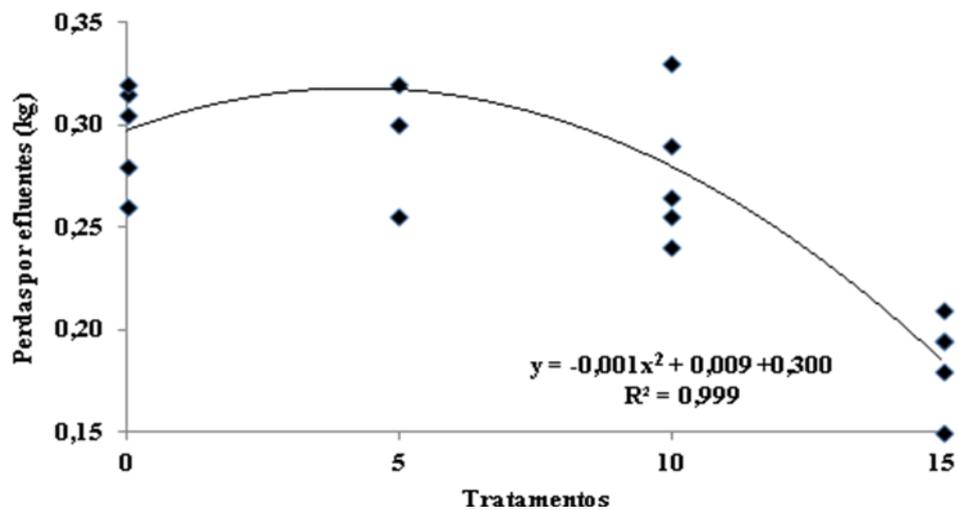
Ainda, segundo McDonald, as perdas por gases não estão relacionadas apenas com os microrganismos envolvidos no processo fermentativo, mas depende também dos substratos disponíveis para a fermentação. Ribeiro et al. (2009) citam que procedimentos que restrinjam a ação de microrganismos indesejáveis (fungos, clostrídeos), como melhor compactação, fornecimento de carboidratos solúveis e aumento no teor de matéria seca, resultariam em aumento do processo fermentativo desejável, reduzindo, dessa forma, as fermentações secundárias, com consequente diminuição das perdas por gases.

O acréscimo de licuri permitiu um comportamento quadrático ($P < 0,05$) para perda por efluentes (Figura 7), sendo estimado o valor máximo de 0,32 kg, para o nível de 5% de adição do aditivo. Esperava-se a redução linear da produção de efluentes, visto que, o teor de MS do licuri é superior, quando comparado com o do co-produto do sisal, fato este, não observado. Não houve diferença significativa entre os tratamentos com 0% e 5% de adição de licuri e, devido à variabilidade dos dados entre esses tratamentos a curva quadrática ocorreu. Acredita-se que um número maior de repetições demonstraria que o tratamento sem adição de licuri geraria maiores perdas que aquele com 5%. Fatores como a pressão de compactação exercida no momento da ensilagem, a distribuição e homogeneização do aditivo podem, também, terem influenciado na produção de efluente no tratamento com 5% de adição de licuri. De qualquer modo, a partir do nível de 5% de adição do licuri, as perdas foram decrescentes.

Diversos fatores devem ser levados em consideração na avaliação da produção de efluente, além do teor de umidade do material a ser ensilado, destacando-se o tipo e dimensionamento do silo, determinação da massa específica, e homogeneidade de aplicação dos aditivos (JONES e JONES, 1995). A forma e o tamanho do silo também

exercem influência na produção e escoamento do efluente. Entretanto, observou-se que o licuri dobrou o teor de MS das silagens (10,6% no tratamento 0% contra 20,8% no tratamento 15% – Tabela 9). O teor de umidade está diretamente relacionado com as perdas por efluentes, que carregam, em solução, nutrientes de alta digestibilidade e compostos fundamentais para que ocorra boa fermentação da forragem. A utilização de aditivos absorventes de umidade reduz a produção de efluentes.

Figura 7. Perda por efluentes do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído



4.2.2 Composição químico-bromatológica

Verificou-se aumento no teor de MS da silagem ($P < 0,05$) quando licuri foi adicionado (Tabela 9). Observou-se que a cada unidade percentual de licuri na silagem, a matéria seca aumentou aproximadamente 0,7%. A elevação do teor de MS com a adição do licuri deve-se ao alto teor de MS do fruto (92%) e seu potencial de retenção de umidade. De acordo com Jones e Jones (1995) 25% de matéria seca é suficiente para prevenir a produção significativa de efluente, perdas e obtenção de uma silagem de boa qualidade. O tratamento com 15% de licuri obteve uma média de 20,8% de MS, que mesmo reduzindo a produção de efluentes, está abaixo do preconizado por Jones e Jones (1995). Brandão et al. (2008), ao trabalharem com diferentes aditivos na ensilagem do

co-produto do desfibramento do sisal, obtiveram aumento no teor de MS com o uso do farelo de licuri, sendo que o co-produto in natura apresentou menor valor de MS, e aquele suplementado com licuri, o maior teor, sendo os valores de 11,3% e 19,4%, respectivamente.

A inclusão do licuri demonstrou um comportamento linear crescente ($P < 0,05$) nos valores de EE da silagem do co-produto do sisal (Tabela 9). Esta elevação ocorreu devido às características bromatológicas do aditivo (14,5% EE), que possui alto teor energético, o que elevou as frações de EE conforme aumento de sua inclusão na silagem, aumentando a densidade energética do alimento. A elevação da concentração energética traz grandes benefícios, principalmente para o período de escassez alimentar, onde geralmente as exigências dos animais não são supridas.

Para o teor de PB (Tabela 9), foi observado um efeito quadrático com a adição de licuri ($P < 0,05$), sendo estimado valor mínimo de 4,8% para o nível de adição de 5% do licuri moído. No entanto, a diferença entre o tratamento com maior % de PB (tratamento 0) e o menor (tratamento 5) é de 0,81 pontos percentuais, demonstrando uma estabilidade da PB com adição de licuri. Esperava-se que com a adição do aditivo a PB da material ensilado diminuísse, devido ao teor protéico da mucilagem (5%) e do aditivo (3%), demonstrando que com aumento dos teores de licuri, houve uma redução da proteólise dentro do silo, devido à redução da umidade e consequente diminuição de microrganismos heterofermentativos. Entretanto, nos tratamentos com 5 e 10% de licuri, o teor de PB obtidos foram de 4,7 e 4,9% respectivamente. Esta redução pode ser explicada pela maior produção de efluentes nestes dois tratamentos e, consequente, perda de compostos nitrogenados carregados em solução e aumento de proteólise. A partir destes resultados observa-se que esse aditivo não contribuiu para incrementar os teores de PB da silagem.

A inclusão de licuri diminuiu a MM (Tabela 9). A silagem sem a adição do aditivo apresentou teor de MM superior aos demais tratamentos (12,4% com 0% de licuri e 9,3% com 15% de licuri), já que o teor de MM do licuri é inferior ao do co-produto do sisal (Tabela 3).

Tabela 9- Médias dos quadrados mínimos da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro corrigida para proteína (FDNp), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose, celulose, lignina, carboidratos não fibrosos (CNF), Proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN), Proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), relação PIDN/PB e relação PIDA/PB do co-produto do desfibramento do sisal ensilado com níveis de licuri moído.

Item (%)	Nível de Inclusão de Licuri (%)				EPM ²	Probabilidade ¹	
	0	5	10	15		Linear	Quadrático
MS	10,6	14,8	18,5	20,8	0,13	<0,01	<0,01
MM	12,4	12,3	9,41	9,28	0,21	<0,01	0,83
PB	5,54	4,73	4,98	5,07	0,12	0,04	<0,01
EE	2,17	4,73	6,91	8,73	0,16	<0,01	0,07
FDNp	34,1	43,0	43,1	46,6	0,89	<0,01	0,01
FDA	28,7	33,6	32,9	34,9	0,72	<0,01	0,06
Hemicelulose	6,14	10,7	11,8	13,7	0,44	<0,01	0,02
Celulose	15,8	17,3	17,0	18,6	0,59	<0,01	0,95
Lignina	12,9	16,3	16,1	16,3	0,29	<0,01	<0,01
CNF	45,9	35,2	35,6	30,3	0,93	<0,01	0,01
PIDN	0,78	1,25	1,61	1,99	0,04	<0,01	0,41
PIDA	0,44	0,93	1,21	1,49	0,05	<0,01	0,08
PIDN/PB	14,3	26,0	32,5	38,9	1,03	<0,01	0,04
PIDA/PB	8,13	19,7	24,4	29,8	1,19	<0,01	0,05

¹Efeito do volumoso e licuri sobre as variáveis analisadas.

²Erro Padrão da Média calculado pela média aritmética dos erros padrões da média de cada tratamento.

A adição de licuri aumentou os teores de FDN, FDA e lignina ($P < 0,05$) (Tabela 9). Esta característica está relacionada à composição do fruto, que por possuir maiores teores de FDN (58,9%), FDA (35,2) e lignina (16,5%), em comparação a silagem de sisal (38,2; 27,3 e 14,1%, respectivamente), contribuindo para o aumento destas frações na composição da silagem. De acordo com Cruz et al. (2001), valores de FDN nas silagens inferiores a 50% são mais desejáveis. Este valor se encontra próximo à maioria dos teores de FDN obtidos no presente estudo. Tavares et al. (2009) observaram diferença entre os teores de FDA da silagem testemunha e pré-emurchedida de capim Tanzânia, com valores 45,9% e 43,7%, respectivamente. Estes autores atribuíram o resultado às perdas de componentes solúveis por efluente, uma vez que a silagem pré-emurchedida não apresentou perdas por efluentes. Entretanto, os teores de lignina, aumentaram (observou-se um platô) e tendeu a uma estabilização, a partir do nível de 5% de adição de licuri, demonstrando que biologicamente, a partir deste nível não houve diferença entre tratamentos, sendo a diferença de 0,02 pontos percentuais ou 1,2% (16,1% no tratamento 10 e 16,3% nos tratamentos 5 e 15%). O aumento da proporção de lignina pode favorecer uma menor digestibilidade da MS, visto que esta é considerada a porção indigestível da parede celular, o que dificulta o aproveitamento da fibra pelos microrganismos.

A ingestão de silagem é influenciada, dentre diversos fatores (baixa palatabilidade devido a fermentações secundárias, presença de ácidos orgânicos), pela quantidade de FDN, mais especificamente a porção de parede celular indigestível (lignina) (OLIVEIRA et al., 2010B), ocupando espaço no trato gastrointestinal, reduzindo a taxa de passagem e, por conseguinte, o consumo (ZANINE et al., 2006).

O teor de carboidratos não fibrosos apresentou diminuição com a adição do licuri (Tabela 9). Este comportamento ocorre devido à perda de compostos solúveis carregados pelos efluentes produzidos durante o processo de fermentação. No entanto, na medida em que se acrescentou o aditivo, houve redução da produção de efluentes. No presente estudo a redução dos CNF está relacionada à composição do fruto do licurizeiro que possui menor % deste componente em sua constituição (17,3%) em relação à mucilagem de sisal (40,1%), rica em inulina (polissacarídeo formado por monômeros de frutose), contribuindo para redução deste componente na mucilagem

ensilada com o aditivo, o que pode vir a comprometer o perfil fermentativo da silagem, visto que os CNF são substratos das bactérias homofermentativas.

Verificou-se que a inclusão de licuri na silagem do co-produto do sisal promoveu aumento nos teores de hemicelulose e celulose (Tabela 9). Como as frações de hemicelulose e celulose são maiores no licuri (23,61% e 18,77%) em comparação à mucilagem do sisal (10,91% e 13,20%) (Tabela 3), assim como a lignina, visto que o licuri foi moído inteiro (com a casca), este comportamento era esperado.

Para os valores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA), foram observados acréscimo linear ($P < 0,05$) com a adição do licuri (Tabela 9). Os níveis de licuri moído ocasionaram aumento de 1,21 (ou 60,8% no total) e 1,05 (ou 70,47% no total) unidade percentual nos valores de PIDN e PIDA, respectivamente. A proteína associada ao PIDN será degradada lentamente por microrganismos ruminais e sendo em parte, aproveitada por estes e geralmente está associada à hemicelulose, na forma de glicoproteínas (LICITRA et al., 1996). A hemicelulose ainda pode ser parcialmente degradada por microrganismos no interior do silo, disponibilizando açúcares para fermentações desejáveis (WOOLFORD, 1984). Com relação ao PIDA, o aumento desta fração pode estar relacionada a reação de Maillard que pode ter ocorrido com maior intensidade no interior dos silos, devido ao aumento da temperatura (relacionada aos processos de oxidação, na fase 1 do processo de fermentação), ou ainda ao processo de moagem do licuri, que ocasiona também aquecimento do fruto, favorecendo a formação de lignina artificial, aumentando os teores de FDA e a proteína associada a esta (LICITRA et al., 1996). Taninos também podem estar associados com o aumento da proteína insolúvel (LICITRA et al., 1996), e como o sisal possui taninos e outros compostos fenólicos em sua constituição, pode ter contribuído para o acréscimo desta fração. Segundo Van Soest e Mason (1991) e Licitra et al. (1996), o aumento no teor de PIDA não é desejável, pois o nitrogênio retido na FDA não é degradado pelos microrganismos ruminais. De acordo com a relação PIDN/PB, a silagem com 15% de licuri demonstrou maior relação (38,9%, equivalente a 1,97% da PB) o que indica que se fornecida como única fonte de alimento para o animal, cerca de 30 % desta proteína (relação PIDA/PB, que equivale a 1,52% da PB) estará indisponível aos microrganismos ruminais, por estar associada ao PIDA (lignina), sendo esta uma proteína de baixa qualidade, pois quanto menos proteína associada à

fibra, melhor sua qualidade, enquanto que no tratamento 0%, a relação PIDN/PB é 14,3% o que equivale a 0,79% da PB, sendo 8,13% (PIDA/PB) totalmente indisponível (equivalente a 0,45% de PB).

4.2.3 NDT e N-amoniaco

O teor de NDT e os valores estimados de energia digestível, energia metabolizável e energia líquida para lactação das silagens do co-produto do sisal produzidas com o fruto do licurizeiro apresentaram comportamento quadrático ($P < 0,05$). Para o NDT obteve-se o valor mínimo de 42,5% com 5% de inclusão do aditivo (Tabela 10). Este comportamento pode ser explicado pelo fato do tratamento com 5% de inclusão de licuri ter gerado uma produção de efluentes considerável, com perdas de compostos fermentescíveis e solúveis através da lixiviação. Dentre estes compostos encontram-se as frações digestíveis de PB e, principalmente, carboidratos não fibrosos, utilizados na equação descrita pelo NRC (2001) para estimativa do teor de NDT e valores de energia das silagens. Entretanto, para os demais tratamentos, ocorreu aumento significativo nos valores de NDT, energia digestível, metabolizável e líquida para lactação, com a inclusão do licuri. Este aumento foi devido às características bromatológicas do aditivo (Tabela 3), que elevou o teor de EE, fração diretamente relacionada ao incremento de energia no alimento. Alimentos energéticos são fundamentais para os períodos secos do ano, no qual, na maioria das vezes, o animal não consegue suprir suas exigências de manutenção e produção.

De acordo com Keplin (1992), para ser considerada de boa qualidade, uma silagem deve apresentar de 64 a 70% de NDT. Embora o licuri tenha aumentado esta característica na silagem (tratamento 0 43,5%; tratamento 15 50%), os valores verificados se encontram abaixo do citado por Keplin (1992)

Tabela 10 – Médias dos quadrados mínimos dos nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED), energia metabolizável (EM), energia líquida para lactação (ELI) e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) do co-produto do desfibramento do sisal com níveis de licuri moído.

Item	Nível de Inclusão de Licuri (%)				EPM ²	Probabilidade ¹	
	0	5	10	15		Linear	Quadrático
NDT (%)	43,5	41,7	45,7	49,4	0,69	<0,01	<0,01
ED (Mcal/kg)	1,88	1,79	1,95	2,10	0,03	<0,01	<0,01
EM (Mcal/kg)	1,45	1,36	1,52	1,67	0,03	<0,01	<0,01
ELI (Mcal/kg)	0,95	0,90	1,00	1,09	0,02	<0,01	<0,01
N- NH ₃ (%)	4,60	4,44	3,10	2,66	0,17	<0,01	0,41

¹Efeito do volumoso e licuri sobre as variáveis analisadas.

²Erro Padrão da Média calculado pela média aritmética dos erros padrões da média de cada tratamento

Observou-se um efeito linear decrescente ($P < 0,05$) para o teor de nitrogênio amoniacal em relação ao nitrogênio total, com a adição do aditivo no processo de ensilagem (Tabela 10). Rocha Júnior et al. (2000) consideram que silagens em que predominaram as fermentações desejáveis os níveis de N-amoniacoal não devem estar acima de 10% em relação ao nitrogênio total. Verificou-se que as silagens apresentaram níveis inferiores à medida que se incluía o aditivo. As frações de N-NH₃, juntamente com os valores de pH, podem indicar a forma como se processou a fermentação (EVANGELISTA et al., 2004). Segundo Martin (1997), o NH₃ está associado ao teor de MS da silagem, quanto menor a umidade do material, menor será o teor de NH₃, bem como o de ácido butírico. A redução nos valores de pH associados aos baixos valores de N-NH₃ sugerem a prevalência de fermentações satisfatórias com redução da degradação protéica e perda do valor nutritivo. Os menores valores encontrados podem ser

explicados pelos baixos teores de PB tanto do alimento como do aditivo utilizado, o que consequentemente influenciou os baixos valores de nitrogênio total.

5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De acordo com os resultados obtidos nesse experimento, o feno da mucilagem de sisal pode ser utilizado com fonte suplementar para cabras leiteiras nos períodos de menor disponibilidade quantitativa das forragens. Com relação à silagem da mucilagem de sisal, observou-se que esse volumoso tem propensão para causar uma redução no consumo quando comparado ao feno do mesmo co-produto, devido à forma que é ensilada pelos produtores da região, com alto teor de umidade, demonstrando que as metodologias de ensilagem realizadas por alguns produtores da região necessitam de melhorias. Desse modo, essa fonte de volumoso também pode ser uma estratégia de suplementação alimentar, desde que conservada de maneira adequada, realizando, por exemplo, uma pré-secagem ou como realizado neste estudo, adicionando um aditivo, no intuito de aumentar a matéria seca e dessa forma, reduzir a ocorrência de fermentações indesejáveis.

No experimento não foi detectado diferenças na produção de leite com adição de 5% de licuri não influenciando esta produção com ambas as fontes de volumosos (feno e silagem). Os dados também sugerem que o licuri mostrou-se como um potencializador de consumo quando suplementado com dietas à base de feno da mucilagem de sisal.

A inclusão de licuri no concentrado e no processo de ensilagem é uma alternativa viável para a produção de ruminantes, visto que é uma palmeira facilmente encontrada no semiárido, além de ser de baixo custo para o pequeno produtor. A adição de 15% de licuri melhorou o perfil fermentativo, as características bromatológicas e proporcionou incremento na densidade energética da silagem da mucilagem de sisal, sendo uma característica fundamental, principalmente nas regiões semiáridas, na qual muitas vezes o animal tem a ingestão de matéria reduzida, devido à falta de alimentos na região, no período seco. Contudo, a silagem suplementada com licuri deve ser utilizada apenas como suplementação, visto a deficiência no teor protéico, além da proteína existente ser considerada de baixa qualidade.

Tanto o fruto do licurizeiro quanto o co-produto do desfibramento do sisal são alimentos alternativos pouco estudados na alimentação de ruminantes. Portanto, há a necessidade de pesquisas com utilização de níveis maiores de licuri, por exemplo, adição de diferentes níveis do fruto inteiro (0, 5, 10, 15 e 20%) na dietas para

ruminantes no intuito de avaliar a interferência deste fruto na produção leiteira em animais confinados e semi-confinados, no ganho de peso e interferências no metabolismo ruminal (devido à característica do perfil de ácidos) e na digestibilidade dos nutrientes.

6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, R. C. do; BERNARDES, T. F.; SIQUEIRA, G. R.; REIS, R. A. 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.
- ANDRADE-MONTEMAYOR, H. M.; CORDOVA-TORRES, A. V.; GARCÍA-GASCA, T.; KAWAS, J.R. Alternative foods for small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98, p.83-92, 2011.
- A.O.A.C. **Association of Official Analytical Chemists. Official Methods of Analysis.** 16 ed., Gaithersburg: 1996, v.1, chap. 4, p.1-45.
- A.O.A.C. **Association of analytical chemists. Official methods of analysis.** 16.ed. 4.rev. Washington:1998, v.2. 1018p.
- AQUINO, D. F. **Sisal - Proposta de Preço Mínimo 2012/2013:** Conab, 2012 – Estudos Internos. Disponível em: <<http://www.conab.com.br>>. Acesso em: 08 fev 2013.
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, A. L. de; 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**, v.34, n.6, p.2185-2191, 2005.
- BINGÖL, M.; GÖKDAL, O.; AYGÜN, T.; YILMAZ, A.; DAŞKIRAN, I. Some productive characteristics and body measurements of Norduz goats of Turkey. **Trop. Anim. Health Prod.**, 44, p.545–550, 2012.

BOÊTA, F. C. **Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season.** 1985. 218 p. Tese (Doutorado) - University of Missouri, Missouri.

BORJA, M. S.; GARCEZ NETO, A. F.; OLIVEIRA, R. L.; LIMA, L. S.; BAGALDO, A. R., BARBOSA, L. P.; FARIA, E. F. S. Óleo de licuri no concentrado administrado a vacas Holandesas X Zebu, sobre o comportamento ingestivo e conforto térmico. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.10, n.2, p.344-355, maio/jul, 2009.

BORJA, M. S.; OLIVEIRA, R. L.; RIBEIRO, C. V. D. M.; BAGALDO, A. R.; CARVALHO, G. G. P; SILVA, T. M.; LIMA, L. S.; BARBOSA, L. P. Effects of Feeding Licury (*Syagrus coronate*) Cake to Growing Goats. **Asian-Aust. Journal Animal Science**, v. 23, n. 11, p. 1436 – 1444, 2010.

BRANCO, A.; SANTOS, J. D. G.; PIMENTEL, M. M. A. M.; OSUNA, J. T. A.; LIMA, L. S. S.; DAVID, J. M. D-Mannitol from *Agave sisalana* biomass waste. **Industrial Crops and Products**, v. 32, p.507–510, 2010.

BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; COSTA, C. T. F.; ARAÚJO, G. G. L. de.; ARAGÃO, A. S. L. de.; BRANDÃO, W. N. Efeito de aditivos no teor de matéria seca, fração nitrogenada e pH da silagem de co-produto do sisal. In: Congresso Nordestino de Produção Animal, 5, 2008, Aracajú. **Anais...** Aracajú: SNPA. 2008.

BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; SANTOS, R. D.; ARAGÃO, A. S. L.; VOLTOLINI, T. V.; NEVES, A. L. A.; ARAÚJO, G. G. L.; BRANDÃO, W. N. Valor nutricional de componentes da planta e dos co-produtos da *Agave sisalana* para alimentação de ruminantes. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.63, n.6, p.1493-1501, 2011.

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, **Efetivo rebanho caprino– Pesquisa Pecuária Municipal, 2011**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso: em 11 jan 2013.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **Caprinocultura na Bahia, 2006**. Disponível em: <<http://www.conab.com.br>>. Acesso em: 05 ago 2011.

BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (CONAB). **SISAL - Conjuntura especial – safra 2012/2013 : comercialização – proposta de ações**. Disponível em: <<http://www.conab.com.br>>. Acesso em: 08 fev 2013.

BRASIL, INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE - **Produção de leite de cabra até 2006**. Censo Agropecuário 1940/1996. Até 1996 dados extraídos de: Estatísticas do Século XX. Rio de Janeiro: 2007. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso: em 11 jan 2013.

CARVALHO, G. G. P. de; GARCIA, R.; PIRES, A. J. V.; PEREIRA, O. G.; AZEVÊDO, J. A. G.; CARVALHO, B. M. A. de; CAVALI, J. Valor nutritivo de silagens de Capim Elefante emurchecido ou com adição de farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1495-1501, 2007.

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, p. 141-198, 2003.

CREPALDI, I. C.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B.; RIOS, M. D. G.; PENTEADO, M. V. C.; SALATINO, A. Composição nutricional do fruto de licuri (*Syagrus coronata* (Martius) Beccari). **Revista Brasileira Botânica**, v.24, n.2, p.155-159, jun. 2001.

CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A. Cultivares de milho para silagem. In: CRUZ, J. C.; PEREIRA FILHO, I. A.; RODRIGUEZ, J. A. S.; FERREIRA, J. J. (Ed.). **Produção e utilização de silagem de milho e sorgo**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, p.11-38, 2001.

DAVIES, D. R.; MERRY, R. J.; WILLIAMS, E. L.; BAEKWELL D. K. Proteolysis during ensilage of forages varying in soluble in sugar content. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.444-453, 1998.

DRUMOND, M. A. **Licuri *Syagrus coronata* (Mart.) Becc.** Petrolina: EMBRAPA SEMI-ÁRIDO, 2007, 16 p. (EMBRAPA SEMI-ÁRIDO. Documentos, 199).

EVANGELISTA, A. R.; ABREU, J. G. de; AMARAL, P. N. C. do; PEREIRA, R. C.; SALVADOR, F. M.; SANTANA, R. A. V. Produção de silagens de Capim-Marandu (*Brachiaria brizantha* Stapf cv. Marandu) com e sem emurchecimento. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.28, n.2, p.443-449, 2004.

FARIA, D. J. G.; 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**, v.39, n.3, p.471-478, 2010.

FEITOSA, F. L. F. **Semiológica Veterinária: A Arte do Diagnóstico**. 2 ed. São Paulo: Rocca, 2008. 735p.

FIGUEIREDO, K. J. C. **Estudo experimental da toxicidade do resíduo do sisal (*Agave sisalana*, Perrine) para bovinos**. 1974. 40p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, Minas Gerais.

FRANCIS, G.; KEREM, Z.; MAKKAR, H. P. S.; BECKER, K. The biological action of saponins in animal systems: a review. **British Journal of Nutrition**, v. 88, p.587–605, 2002.

FURTADO, D. A. ; GOMES, C. A. V. ; MEDEIROS, A. N. ; PIMENTA FILHO, E. C. ; JÚNIOR, V. L. Effects of thermal environment and supplementation levels on the physiological parameters of moxotó goats in confined and semi-confined rising systems. **Eng. Agríc. Jaboticabal**, v.28, n.3, p.396-405, 2008

GORMAN, M.R., BORMAN, B.D., ZUCKER, I. Mammalian photoperiodism. In: Takahashi, J.S., Turek, F.W., Moore, R.Y. (Eds.), *Circadian Clocks*, **Handbook of Behavioral Neurobiology**, v. 12. Kluwer/Plenum, New York, pp. 481–508, 2001.

HARRISON, D. G. Subprodutos del sisal como alimentos para los ruminantes. **Revista Mund. Zootec.**, v. 49, p.25-31, 1984.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1. 533p.

JESUS, I. B.; BAGALDO, A. R.; BARBOSA, L. P.; OLIVEIRA, R. L. ; GARCEZ NETO, A. F.; SILVA, T. M.; MACOME, F. M.; RIBEIRO, C. V. D. M. Níveis de óleo de licuri [*Syagrus coronata* (Martius) Beccari] na dieta de cabritos $\frac{3}{4}$ Boer. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.11, n.4, p. 1163-1175, 2010.

JOBIM, C. C.; NUSSIO, L. G.; REIS, R. A.; SCHMIDT, P. Avanços metodológicos na avaliação da qualidade da forragem conservada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, suplemento especial, p. 101-119, 2007.

JONES, D.I. H.; JONES, R. The effect of crop characteristics and ensiling methodology on grass silage effluent production. **Journal of Agricultural Engineering Research**, v.60, p.73- 81, 1995.

JUNIOR, E. V. H.; MEDEIROS, H. R.; DAL MONTE, H. L. B.; Costa, R. G. C.; Filho, E. C. P. Custo de produção de leite de cabra na região Nordeste. In: Congresso Brasileiro de Zootecnia, 18, 2008, João Pessoa, **Anais... João pessoa: ZOOTECA**, 2008.

KEPLIN, L. A. S. 1992. **Recomendação de sorgo e milho (silagem) safra 1992/93.** ENCARTE TÉCNICO DA REVISTA BATAVO. CCLPL, Castro, PR. Ano I, n.8, p.16-19.

KESKIN, M.; BIÇER, O.; GÜL, S.; SARI, A. A Study on Comparison of Some Physiological Adaptation Parameters of Different Goat Genotypes under the Eastern Mediterranean Climatical Condition. **Hayvansal Üretim**, v, 47, n.1, p. 16-20,2006.

LA SALLES, K. T. S.; MENEGHETTI, S. M. P.; LA SALLES, W. F.; MENEGHETTI, M. R.; SANTOS, I. C. F.; SILVA, J. P. V.; CARVALHO, S. H. V.; SOLETTI, J. I. Characterization of *Syagrus coronata* (Mart.) Becc. oil and properties of methyl esters for use as biodiesel. **Industrial Crops and Products**, v. 32, p.518–521, 2010.

LEÃO, M. A.; AQUINO, E .M. F.; TINO, S. R. L.; FONTES, R. S. Licuri fibers: alternative reinforcement to polymeric composites. **Journal of Reinforced Plastics and Composites**, n. 6, v. 30, p. 516-523, 2011.

LEITE, E. R. **Ovinocaprinocultura no nordeste – organização e crescimento, 2006.**

Disponível: em:

<http://www.nogueirafilho.com.br/arquivos_artigos/ovinoovinoorganizacao.htm>.

Acesso: em 11 ago 2011.

LI, Y.; MAI, Y. W.; YE, L. Sisal fibre and its composites: a review of recent developments. **Comp. Sci. Technol.**, v. 60, p. 2037–2055, 2000.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-358, 1996.

LIMA, L. A. A. **Ovinocaprinocultura na agricultura familiar.** Sobral: EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS – CNPC, 2000, n.11, (EMBRAPA CAPRINOS E OVINOS – CNPC. Informativo 11).

LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C.; **Conservação de forrageiras nativas e introduzidas, 2006.** Disponível: em <<http://www.abz.org.br/publicacoes-tecnicas/anais-zootec/palestras/3722-Conservao-Forageiras-Nativas-Introduzidas.html>>. Acesso: em 11 ago 2011.

LIMA, L. S.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; NETO, A. F. G.; BARBOSA, L. P.; BORJA, M. S. Production performance of lactating dairy cows at pasture fed concentrate supplemented with licuri oil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2852-2857, 2011.

LINCOLN, G.A., ANDERSSON, H., LOUDON, A. Clock genes in calendar cells as the basis of annual timekeeping in mammals: a unifying hypothesis. **Journal of Endocrinology**, v. 179, p.1–13, 2003.

LINDGREN, S. Can HACCP principles be applied for silage safety? In: INTERNATIONAL SILAGE CONFERENCE, 7. 1999, Uppsala. **Proceedings**. Uppsala: Swedish University of Agricultural Sciences, p.51-66, 1999.

MAIA, M. O.; RITA QUEIROGA, R. C. R. E.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; BOMFIM, M. A. D.; FERNANDES, M. F. Consumo, digestibilidade de nutrientes e parâmetros sanguíneos de cabras mestiças moxotó suplementadas com óleos de licuri ou mamona. **Ciência Rural**, online, 2009.

MARTIN, A. R. **Caracterização e Modificação de Fibras de Sisal por Plasma a Frio Visando Aplicação em Compósitos Poliméricos**, 2001, 114p., Tese (Doutorado), Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2001.

MARTIN, A. R. et al. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave sisalana*. **Polímeros**, São Carlos, v. 19, n. 1, p. 40-46, 2009.

MARTIN, L. C. T.; **Bovinos – Volumosos Suplementares**. São Paulo: Nobel, 1997. 143p.

MCALLISTER, T. A.; ANNETT, C. B.; COCKWILL, C. L.; OLSON, M. E.; WANG, Y.; CHEEKE, P. R. Studies on the use of *Yucca schidigera* to control giardiasis. **Veterinary Parasitology**, v. 97, p.85–99, 2001.

MEDINA, J. C. **O Sisal**. São Paulo: Secretaria da Agricultura, Diretoria de Publicidade Agrícola, 1954, 286p.

McDonald, P. **The Biochemistry of Silage**. New York: John Wiley & Sons, 1991. 207p.

MWAIKAMBO, L.Y.; ANSELL, M.P. Chemical modification of hemp, sisal, jute and kapok fibers by alkalization. **J. Appl. Polym. Sci.**, v. 84, p.2222–2234, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle**. 7.rev.ed. Washinton, D.C.: 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requeriments of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington: National Academic Press. p.244 265, 2007.

NEGESSE, T.; MAKKAR, H.P.S; BECKER, K. Nutritive value of some non-conventional feed resources of Ethiopia determined by chemical analyses and an in vitro gas method. **Animal Feed Science and Technology**,v.154, p.204–217, 2009.

NOBLICK, L. R. Palmeiras das caatingas da Bahia e as potencialidades econômicas. In: Simpósio sobre a caatinga e sua exploração racional, 1984, Feira de Santana. **Anais...** Brasília, DF: EMBRAPA-DDT; Feira de Santana: UEFS, 1986. p. 99-115.

NSOSO S. J.; AGANGA A. A.; MOGANETSI B. P.; TSHWENYANE S.O. Body weight, body condition score and hearth girth in Indigenous Tswana goats during the

dry and wet seasons in Southeast Botswana. **Livestock Research for Rural Development**. v.15, n.4, p. 25 - 31, 2003.

OLIVEIRA, L. B. de; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P. de; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V. de; PEIXOTO, C. A. M. P. Perdas e valor nutritivo de silagens de milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p. 61-67, 2010 A.

OLIVEIRA, S. M.; JÁCOME, J. M. T. D.; BORGES, L. Parâmetros fisiológicos de bezerros holandeses x azebuados mantidos a pasto durante o verão na região norte do Rio Grande do Sul. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47, 2010, Salvador, **Anais...** Salvador: SBZ. 2010 B.

OSBOURN, A. Saponins and plant defence a soap story. **Trends in Plant Science**, v. 1, p.4-9, 1996.

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).

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review **Journal Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. et al. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap.10, p.287-310.

PESMEN, G.; YARDIMCI, M. Estimating the live weight using some body measurements in Saanen goats. **Archiva Zootechnica**, v.11, n.4, p. 30-40, 2008.

PICCIONE, G.; CAOLA, G.; REFINETTI, R. Annual rhythmicity and maturation of physiological parameters in goats. **Research in Veterinary Science**, v.83, p.239 – 243, 2007.

PINOS-RODRÍGUEZ, J. M.; ZAMUDIO, M.; GONZÁLEZ, S. S. The effect of plant age on the chemical composition of fresh and ensiled *Agave salmiana* leaves. **South African Journal of Animal Science**, v.38, 2008.

PINOS-RODRIGUEZ, J. M.; ZAMUDIO, M.; GONZALEZ, S. S.; MENDOZA, G. D.; BARCENA, R.; ORTEGA, M. E.; MIRANDA, L. A. Effects of maturity and ensiling of *Agave salmiana* on nutritional quality for lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.152 p.298–306, 2009.

PIZARRO, A. P. B.; OLIVEIRA FILHO, A. M., PARENTE, J. P.; MELO, M. T. V., SANTOS, C. E., LIMA, P. R. O aproveitamento do resíduo da indústria do sisal no controle de larvas de mosquitos. **Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical**, v. 32, p.23–29, 1999.

PLOCK, A.; SOKOLOWSKA-KÖHLER, W. Application of flow cytometry and microscopical methods to characterize the effect of herbal drugs on *Leishmania Spp.* **Experimental Parasitology**, v. 97, p.141–153, 2001.

PRESTON, T. R.; LENG, R. A. **Matching ruminant production systems with available resources in the tropics and sub-tropics**. Pernambul Books Armidale, Austrália, 245p., 1987.

PUGH, D. G. Clínica de Caprinos e Ovinos. 1 ed. São Paulo: Rocca, 2004. 528p.

QUEIROGA, R. C. R. E.; COSTA, R. G.; BISCONTINI, T. M. B.; MEDEIROS, A. N.; MADRUGA, M. S.; SCHULER, A. R. P. Influência do manejo do rebanho, das condições higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.430-437, 2007.

QUEIROGA, R. C. R. E.; MAIA, M. O.; MEDEIROS, A. N.; COSTA, R. G.; PEREIRA, R. A. G.; BOMFIM, M. A. D.; Produção e composição química do leite de

cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.

RAMALHO, C. I. **Licuri (*Syagrus coronata*)**. 2006. Disponível: em: <<http://www.cca.ufpb.br/lavouraxerofila/culturas.html>>. Acesso: em: 05 ago. 2011.

REIS, R. A.; BASSO, F. C.; ROTH, A. P. de T. P.; BERNARDES, T. F. Avanços recentes na ensilagem de milho e gramíneas tropicais. In: III Simpósio Internacional Avanços em Técnicas de Pesquisa em Nutrição de Ruminantes, 3, 2011, Pirassununga. **Anais...** Pirassununga: USP. 2011.

RESENDE, K. T. ; TOSETTO, E. M. Avaliação de estratégias de manejo em criatórios de caprinos leiteiros. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 8., 2004, Botucatu. **Anais...** Botucatu: UNESP/ FMVZ, 2004. p.184-198.

REVENEAU, C.; RIBEIRO, C. V. D. M.; EASTRIDGE, M. L. et al. Processing Whole Cottonseed Moderates Fatty Acid Metabolism and Improves Performance by Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.12, 2005.

RIBEIRO, J. L.; NUSSIO, L. G.; MOURÃO, G. B.; QUEIROZ, O. C. M.; SANTOS, M. C.; SCHMIDT, 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.

RIBEIRO, R. D. X.; OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; FARIA, E. F. S.; GARCEZ NETO, A. F.; SILVA, T. M.; BORJA, M. S.; CARDOSO NETO, B. M. Capim Tanzânia ensilado com níveis de farelo de trigo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.4, p. 631-640, 2008.

ROCHA JR., V. R.; GONÇALVES, L. C.; RODRIGUES, J. A. S.; BRITO, A. F.; RODRIGUEZ, N. M.; BORGES, I. Avaliação de sete genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para produção de silagem. I - Características agrônômicas.

Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia, Belo Horizonte, v.52, n.5, p.506 - 511, 2000.

RODRIGUEZ, A.; RILEY, J.A.; THORPE, W. Animal performance and physiological disturbances in sheep fed diets based on ensiled sisal pulp (*Agave fourcroydes*): The effect of forage source and removal of short fibers. **Trop. Anim. Prod.**, v.10, p.195-204, 1985.

RODRIGUES, A. A importância dos caprinos de leite para o Nordeste. In: Simpósio Agronegócio de Leite no Nordeste. Alternativas tecnológicas e perspectivas de mercado, 1999, Natal. **Anais...** Natal: SALN. 1999.

RODRIGUES, P. H. M.; LOBO, J. R.; SILVA, E. J. A. da; BORGES, L. F. O.; MEYER, P. M.; DEMARCHI, J. J. A. de A. Efeito da inclusão de polpa cítrica peletizada na confecção de silagem de Capim Elefante (*Pennisetum purpureum*, Schum). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1751-1760, 2007.

RODRIGUES, R. **Cultura do sisal é prioridade do governo**. In: O sisal do Brasil – Brazilian Sisal, Salvador, BA: APEX/SINDIFRIBRAS, 2009.

RUFINO, M. U. L.; COSTA, J. T. M.; SILVA, V. A.; ANDRADE, L. H. C. Conhecimento e uso do ouricuri (*Syagrus coronata*) e do babaçu (*Orbignya phalerata*) em Buíque, PE, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, n.22, v.4, p. 1141-1149, 2008.

SAS Institute. 2004. **SAS/STAT User's Guide**. Version 8 ed. SAS Institute Inc, Cary, NC.

SEGALL, S.D.; ARTZ, W. E.; RASLAN, D. S.; FERRAZ, V.P.; TAKAHASHI, J. A. Ouricuri (*Syagrus coronata*) triacylglycerol analysis using HPLC and positive ion electrospray tandem MS. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.81, n.2, p.143- 149, 2004.

- SILOS-ESPINO, H., GONZALEZ-CORTES, N., CARRILLO-LOPEZ, A., GUEVARA-LARA, F., VALVERDE-GONZALEZ, M.E., PAREDES-LOPEZ, O., Chemical composition and *in vitro* propagation of *Agave salmiana* 'Gentry'. **J. Hortic. Sci. Biotechnol.** 82, 355–359, 2007.
- SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N. Eficiência do uso dos recursos da caatinga: produção e conservação. In: Simpósio Internacional de caprinos de corte, 2, Simpósio Internacional sobre o Agronegócio da Caprinocultura Leiteira, 1, 2003, João pessoa. **Anais...** João Pessoa: 2003, p. 571-582.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p
- SILVA, F. L. R.; ARAÚJO, A. M.; Desempenho Produtivo em Caprinos Mestiços no Semiárido do Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.4, p. 1028-1035, 2000.
- SILVA, H. G. O.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; CARVALHO, G. G. P.; CEZÁRIO, A. S.; SANTOS, C. C. Farelo de Cacau (*Theobroma cacao* L.) e Torta de Dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na Alimentação de Cabras em Lactação: Consumo e Produção de Leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1786-1794, 2005.
- SILVA, O.; ODILON, W. **O cultivo do sisal.** EMBRAPA SISTEMAS DE PRODUÇÃO. Nº 5 - ISSN 1678- 8710 Versão Eletrônica, Dez./2006. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Sisal/CultivodoSisal/index.html>>. Acesso em 08 fev 2013.
- SILVEIRA, R. X.; CHAGAS, A. C. S.; BOTURA, M. B.; BATATINHA, M. J. M. KATIKI, L. M.; CARVALHO, C. O.; BEVILAQUA, C. M. L.; BRANCO, A. MACHADO, E. A. A.; BORGES, S. L.; ALMEIDA, M. A. O. Action of sisal (*Agave*

sisalana, Perrine) extract in the in vitro development of sheep and goat gastrointestinal nematodes. **Experimental Parasitology**, v. 131, p.162–168, 2012.

SIMPLÍCIO, A. A. **Caprinovincultura: uma alternativa à geração de emprego e renda, 2006**. Disponível: em:

<http://www.nogueirafilho.com.br/arquivos_artigos/geracaoderenda.htm>. Acesso: em: 05 ago 2011.

SINHA BABU, S. P.; SARKAR, D.; GHOSH, N. K.; SAHA, A.; SUKUL, N. C.; BHATTACHARYA, S. H. Enhancement of membrane damage by saponins isolated from *Acacia auriculiformis*. **Japanese Journal of Pharmacology**, v. 75, p.451–454, 1997.

SINGH, B.; BHAT, T. J.; SINGH, B. Potential therapeutic applications of some antinutritional plant secondary metabolites. **Agric. Food Chem.** v.5, p.5581-5597, 2003.

SOUZA, E. D.; SOUZA, B. B. SOUZA, W. H.; CEZAR, M. F.; SANTOS, J. R. S.; TAVARES, G. P. Determinação dos parâmetros fisiológicos e gradiente térmico de diferentes grupos genéticos de caprinos no semiárido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 1, p. 177-184, 2005.

SOUSA, M. F. de; SILVA, M. N. B. da; ALVES, I.; SILVA, J. C. A. da; COSTA, L. B. da. **Aproveitamento da mucilagem de sisal na alimentação animal**. Campina Grande: EMBRAPA-CNPA, 2008, p. 12-25, (EMBRAPA-CNPA. Documentos, 189).

SOUSA, W. H.; OJEDA, M. D. B.; FACÓ, O.; CARTA, F. Q. Genetic improvement of goats in Brazil: Experiences, challenges and needs. **Small Ruminant Research**, v. 98, p. 147-156, 2011.

STARLING, J. M. C.; SILVA, R. G.; CERÓN-MUNÓZ, M.; BARBOSA, G. S. S. C.; COSTA, M. J. R. P. Análises de algumas variáveis fisiológicas para avaliação do grau

de adaptação de ovinos submetidos ao estresse por calor. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.5, p.2070-2077, 2002.

SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. da; COUTINHO, W. M. **Cultivo do sisal na região semiárida do nordeste brasileiro**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 42p. (Embrapa Algodão. Sistemas de Produção, 05). Produção Científica. Bibliotecas (s): CNPA (FL CNPA 1152 UMT).

SUTTIE, J. M. **Hay and straw conservation – for small scale farming and pastoral conditions**. Rome: FAO, 2000, 303p. (colección FAO: Plant Production and Protection Series, 29).

TAVARES, V. B.; PINTO, J. C.; EVANGELISTA, A. R.; FIGUEIREDO, H. C. P.; ÁVILA, C. L. S.; LIMA, R. F. Efeitos da compactação, da inclusão de aditivo absorvente e do emurchecimento na composição bromatológica de silagens de Capim-Tanzânia. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.38, n.1, p. 40-49, 2009.

VALADARES FILHO, S .C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. FUNEP: Jaboticabal, p.151-182, 2006.

VAN SOEST, P. J.; MASON, V. C. The influence of the Maillard reaction upon the nutritive value of fibrous feeds. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.32, p.45-53, 1991.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *Journal Dairy Science*, v.74, p. 3583-33597, 1991.

WANG, N. & NOVEL, P. S. Phloem transport of fructans in the Crassulacean acid metabolism species *Agave deserti*. *Plant Physiol.* v.116, p.709-714, 1998.

WOOLFORD, M.K. **The silage fermentation**. New York, Marcel Dekker. p.23-132, 1984.

YANG, C.; ZHANG, Y.; JACOB, M. R.; KLAN, S. I.; ZHANG, Y. Antifungal activity of c-27 steroidal saponin. **Antimicrob. Agent Chemother.** v.50, p.1710-1714, 2006.

ZAIBET, L.; DHARMAPALA, P.S.; HOUGHANMI, H. et al. Social changes, economic performance and development: the case of goat production in Oman. **Small Ruminant Research**, v.54, p.131-140, 2004.

ZANINE, A. M.; SANTOS, E. M.; FERREIRA, D. J.; OLIVEIRA, J. S.; ALMEIDA, J. C.C.; PEREIRA, O. G. Avaliação da silagem de Capim-Elefante com adição de farelo de trigo. **Archivos de Zootecnia**, v.55, n.209, p.75-84, 2006.