

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

**SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE TIFTON-85 PELA MUCILAGEM DE SISAL  
ENSILADA AUMENTA O CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DOS  
NUTRIENTES EM OVINOS**

**ALINE DE SOUZA SANTOS**

**SALVADOR – BAHIA  
FEVEREIRO 2014**



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

**SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE TIFTON-85 PELA MUCILAGEM DE SISAL  
ENSILADA AUMENTA O CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DOS  
NUTRIENTES EM OVINOS**

**ALINE DE SOUZA SANTOS**  
**Graduação em Medicina Veterinária - UFBA**

**SALVADOR – BAHIA**  
**FEVEREIRO 2014**

**ALINE DE SOUZA SANTOS**

**SUBSTITUIÇÃO DO FENO DE TIFTON-85 PELA MUCILAGEM DE SISAL  
ENSILADA AUMENTA O CONSUMO E DIGESTIBILIDADE DOS  
NUTRIENTES EM OVINOS**

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. Ossival Lolato Ribeiro

**SALVADOR – BA  
FEVEREIRO 2014**

Sistema de Bibliotecas da UFBA

S237 Santos, Aline de Souza,  
Substituição do feno de Tifton-85 pela mucilagem de sisal ensilada  
aumenta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos / por  
Aline de Souza Santos.- 2014.  
73 f.

Orientador : Prof. Dr. Cláudio Vaz Di Mambro Ribeiro.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia, Escola  
de Medicina Veterinária e Zootecnia, 2014.

1. Veterinária 2. Nutrição – ruminantes. I. Universidade Federal  
da Bahia II. Título.

CDD – 036.089  
CDU – 619

“ As pessoas nem sempre reconhecerão o que você fez,  
muitas vezes elas só enxergarão o que você deixou de fazer”

“É desnecessário ficar tentando provar algo a alguém.  
As pessoas tomam como verdade aquilo que lhes convém.”  
(Matheus rocha)

## **AGRADECIMENTOS**

Primeiramente a Deus, por ter me dado forças para superar os obstáculos e os momentos difíceis enfrentados neste período.

A minha amada irmã Amanda, sem ela nada disso seria possível, sem o apoio incondicional dela eu não conseguiria chegar até aqui. Obrigada por estar comigo nos momentos mais difíceis, mesmo à distância, seu apoio e seu amor foram fortalecedores.

A minha querida mãe, Fran, meu alicerce e símbolo de força. Obrigada mãe pela paciência e compreensão de nem sempre poder estar com você e lhe dar a atenção merecida e palavras de conforto nos momentos de dificuldade. Tudo o que sou e se cheguei até aqui foi graças aos seus esforços e dedicação e sou grata do fundo do coração, você é meu orgulho, te amo muito.

A James Paulo, pela paciência, pelo amor e pelos momentos maravilhosos que me proporcionou.

Ao Dear`s Club, minhas amigas queridas: Luana, Maria, Laís, Luciana e Rosani. Obrigada pelos momentos divertidos e descontraídos, que encheram esta etapa de minha vida de muita amizade, companheirismo e de muitas alegrias.

A João Paulo, pelos “socorros”, pela ajuda imprescindível durante o desenvolvimento deste trabalho e por muitas vezes ter me mostrado a luz no fim do túnel. Muito obrigada.

Aos amigos que fiz durante o mestrado, pelos momentos de descontração.

Ao Laboratório de Nutrição Animal (LANA), pelo espaço proporcionado para o desenvolvimento das atividades laboratoriais.

A Thadeu e Rebeca, pela ajuda prestada e pelos conselhos durante o período de dúvidas e incertezas.

A Cláudio, pela oportunidade que me foi concedida, pela busca de novos conhecimentos e experiência adquirida. Obrigada.

A todos os professores da Pós-Graduação em Zootecnia, pelos conhecimentos e experiência transmitidos.

A todos, que contribuíram direta e indiretamente com esta etapa da minha vida. Muito Obrigada!!!!

## LISTA DE FIGURAS

### Substituição do feno de tifton- 85 pela mucilagem de sisal ensilada aumenta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos

	<b>Página</b>
Figura1. Feno de tifton-85 (A) e silagem da mucilagem de sisal (B) utilizados durante o período experimental.....	26
_____ 2. Concentrações séricas de glicose, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	35
_____ 3. Concentrações séricas de uréia, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	37
_____ 4. Concentrações séricas de ALT, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	38
_____ 5. Concentrações séricas de creatinina, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	40



## LISTA DE TABELAS

### Substituição do feno de tifton- 85 pela mucilagem de sisal ensilada aumenta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos

	<b>Página</b>
Tabela 1. Composição bromatológica (%MS) dos ingredientes das dietas experimentais utilizados na alimentação de ovinos em crescimento.....	18
_____ 2. Proporção dos ingredientes (%MS) das dietas experimentais.....	20
_____ 3. Composição bromatológica (% MS) das dietas experimentais utilizadas na alimentação dos ovinos em crescimento.....	21
_____ 4. Média dos quadrados mínimos do consumo de matéria seca (CMS) de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de fibra em detergente neutro (CFDN), de carboidratos não fibrosos (CCNF), da matéria orgânica (CMO), dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) e do consumo de água (CAG) de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	24
_____ 5. Média dos quadrados mínimos do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CEE), da fibra em detergente neutro (CDFDN), dos carboidratos não fibrosos (CDCNF) e da matéria orgânica (CDMO) de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	30
_____ 6. Médias dos quadrados mínimos dos parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	34
_____ 7. Médias dos quadrados mínimos das atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	41
_____ 8. Médias dos quadrados mínimos das eficiências em alimentação da matéria seca (EALMS) e da FDN (EALFDN) e eficiência em ruminação da matéria seca (ERUMS) e da FDN (ERUFDN) de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.....	44

## SUMÁRIO

### Substituição do feno de tifton- 85 pela mucilagem de sisal ensilada aumenta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos

	<b>Página</b>
Resumo.....	01
Abstract.....	02
1.0 Introdução.....	03
2.0 Revisão de literatura.....	04
2.1Ovinocultura de corte.....	04
2.2Limitações e entraves na ovinocultura.....	05
2.3 Alimentos alternativos na alimentação de pequenos ruminantes.....	07
2.4 Sisal.....	08
2.5 Método de conservação de forragens: ensilagem.....	15
3.0 Material e Métodos.....	17
3.1Local de estudo.....	17
3.2 Animais, tratamentos e manejo experimental.....	17
3.2.1 Estimativa de consumo e digestibilidade.....	18
3.2.2 Consumo de água.....	20
3.2.3Parâmetros sanguíneos.....	20
3.2.4Avaliação do comportamento ingestivo.....	21
3.3 Análise estatística.....	22
4.0 Resultados e discussão.....	23
4.1 Consumo e digestibilidade e consumo de água.....	23
4.2 Parâmetros sanguíneos.....	33
4.3 Comportamento ingestivo.....	40
5.0 Considerações finais.....	46
6.0 Referências bibliográficas.....	47

## **Substituição do feno de tifton- 85 pela mucilagem de sisal ensilada aumenta o consumo e digestibilidade dos nutrientes em ovinos**

### **RESUMO**

Este estudo teve como objetivo testar a hipótese de que a mucilagem de sisal ensilada pode substituir o feno de tifton-85 sem afetar o consumo da matéria seca e digestibilidade dos nutrientes, porém com uma redução no consumo de água. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFBA, localizada no município de São Gonçalo dos Campos – BA. Foram utilizados 20 cordeiros, Santa Inês, machos, confinados e lotados em baias individuais para as análises de consumo e digestibilidade e consumo de água, e 40 animais para avaliação do comportamento ingestivo; em um delineamento inteiramente casualizado, onde os animais foram distribuídos em quatro tratamentos e cinco repetições: 0, 33, 66 e 100% de substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal e quatro tratamentos (mesmos tratamentos) e dez repetições para as avaliações do comportamento ingestivo. O CMS aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ), com a inclusão da mucilagem de sisal, seguido pelo CEE, CCNF, CMO e CNDT. O CFDN apresentou comportamento quadrático e não houve diferença para o CPB ( $P > 0,05$ ). O consumo de água decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da mucilagem de sisal. Houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ) para CDMS, CDPB, CDEE, CDFDN e CDMO, com a inclusão da mucilagem de sisal; exceto para o CDCNF onde foi verificado um efeito quadrático ( $P < 0,05$ ). A atividade de alimentação não foi influenciada pela inclusão da mucilagem de sisal. Entretanto o tempo de ruminação e mastigação diminuíram ( $P < 0,05$ ) com a adição da mucilagem de sisal. Não foi detectada diferença entre tratamentos com relação à concentração sérica de glicose, e a atividade sérica da ALT e AST. Foi observada redução dos teores séricos de uréia ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da mucilagem de sisal e redução nos teores de creatinina ( $P < 0,05$ ) no tratamento 33% de inclusão da mucilagem. A mucilagem de sisal pode substituir o feno de tifton-85 em 100% sem afetar negativamente o CMS e a digestibilidade dos nutrientes, podendo ser utilizada como fonte de água em regiões semiáridas.

**Palavras-chaves:** alimento alternativo, co-produto do sisal, consumo de água, semiárido, pequenos ruminantes, tifton

## **Substitution of hay for sisal silage increases the intake and nutrients digestibility in sheep**

### **ABSTRACT**

This study aimed to test the hypothesis that sisal silage can replace tifton hay without affecting the dry matter intake and nutrient digestibility, but with a reduction in water intake. The experiment was conducted at the Experimental Farm of the School of Veterinary Medicine and Animal Science - UFBA, located in the São Gonçalo dos Campos – BA. It were used, 20 lambs, Santa Ines, males, confined for the analysis of intake and digestibility and water intake, and 40 animals for evaluation of ingestive behavior, were used in a completely randomized design, where the animals were divided into four treatments and five replicates : 0 , 33 , 66 and 100 % replacement of tifton hay for sisal silage and four treatments ( same treatments ) and ten replicates for evaluating the ingestive behavior. DMI increased linearly ( $P<0.05$ ), with the inclusion of sisal silage, followed by the EEI , NFCI , OMI and TDNI. The NDFI demonstrated quadratic effect and there was not significant difference for the CPI ( $P>0.05$ ). Water intake decreased linearly ( $P<0.05$ ) with the inclusion of sisal silage. There was linear increased ( $P<0.05$ ) for digestibility DM, PD, EE, NDF and OM, with the inclusion of sisal silage, except for the NFC where a quadratic effect ( $P<0.05$ ) was observed. The feeding activity was not influenced by the inclusion of sisal silage. However, rumination time and chewing decreased ( $P<0.05$ ) with the addition of sisal silage. There was not difference between treatments in serum concentration glucose, and serum activity of alanine aminotransferase and aspartate aminotransferase. Reduced serum levels of urea ( $P<0.05$ ) with the inclusion of sisal silage and creatinine levels decreased ( $P<0.05$ ) in the treatment of 33 % silage inclusion was observed . Sisal silage can replace the tifton hay 100% without adversely affecting DMI and nutrients digestibility and can be used as a source of water in semi-arid regions.

**Keywords:** agave by-product, alternative food, semiarid, small ruminants, Tifton, water intake

## 1.0 INTRODUÇÃO

A criação de ovinos no semiárido nordestino merece atenção dos técnicos da área devido ao seu impacto sócio-econômico na população local, seja através do fornecimento de alimentos, ou geração de renda na comercialização dos produtos cárneos e pele destes animais.

Apesar de ser uma alternativa economicamente viável, inclusive com a geração de emprego e renda familiar no campo e na cidade, a ovinocultura nordestina é explorada, ainda, em sistemas de criação com baixos níveis tecnológicos, fazendo com que o rebanho apresente níveis reduzidos de desempenho em regiões áridas. O ambiente semiárido corresponde a 60% da região nordeste. Um dos fatores preponderantes desta condição é a limitada disponibilidade de recursos hídricos e a produção estacional de forragens, que tem causado enormes prejuízos à pecuária regional, especialmente no período seco do ano. Associado a estes fatores, o produtor necessita fazer o uso de ração concentrada, ou de forragens tradicionais, poucas vezes disponíveis, para evitar o comprometimento da capacidade produtiva dos animais, o que encarece o sistema de produção, já que, parte desta atividade é exercida por produtores que constitui a agricultura familiar.

No entanto, pesquisas com destaque para alimentos alternativos adaptados a regiões áridas, vêm crescendo com o objetivo de atender as exigências de manutenção e produção dos animais.

Com o objetivo dos animais manterem uma produção regular ao longo do ano, é necessário fazer o uso de alimentos alternativos adaptados à região e que apresentem baixo custo de produção. O sisal ou agave (*Agave sisalana*, Perrine) é uma planta monocotiledônea, semi-xerófila, da família das Agavaceae, que 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.

O Brasil é o maior produtor de sisal, sendo a Bahia o estado com maior produção, cuja está concentrada na região semiárida (BRASIL, 2013).

A mucilagem é o co-produto resultante do desfibramento das folhas do sisal e apresenta-se como um volumoso que tem potencial na alimentação de ruminantes, podendo ser fornecida na forma *in natura*, fenada ou ensilada.

A mucilagem do sisal possui teores de matéria seca em torno de 10 a 12% e proteína bruta entre 5 a 6% e cerca de 90% de água, sendo, portanto, não somente uma fonte alimentar, mas um reservatório hídrico para ruminantes, principalmente nos períodos secos do ano. Além disso, é uma potencial fonte de energia, rica em carboidratos não fibrosos (em torno de 47%). Silos-Espino et al. (2007) avaliando a *Agave salmiana*, encontraram características semelhantes àquelas apresentada pela *Agave sisalana*, Perrine como sendo uma forragem aceitável, com alto teor de carboidratos solúveis e umidade, porém pobre em proteína.

A conservação da mucilagem na forma de silagem é uma alternativa para ser utilizada, principalmente, nos períodos secos do ano, visando manter o adequado fornecimento alimentar e desempenho animal, além de agregar valor a um resíduo que normalmente é desperdiçado.

Tendo em vista a importância do sisal como alimento alternativo para as regiões semiárida e árida, este estudo teve como objetivo testar a hipótese de que a silagem da mucilagem de sisal pode substituir o feno de tifton-85 sem afetar o consumo de matéria seca e digestibilidade dos nutrientes, porém com uma redução no consumo de água.

## **2.0 REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 Ovinocultura de corte**

A ovinocultura no Brasil é uma alternativa de criação animal, visto que o Brasil conta com um efetivo de 16.789.492 milhões de cabeças (BRASIL, 2012), que vem adquirindo desenvolvimento, principalmente no que diz respeito à produção de carne (VÉRAS et al., 2005).

Comparados 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).

O rebanho da região Nordeste é caracterizado por animais mestiços, acompanhados das raças Santa Inês, Morada Nova e Somalis Brasileira (CESAR, 2004), que são mais rústicos e suportam o clima quente, característico da região semiárida, apesar de serem menos produtivos, quando comparados com animais de maior potencial genético, porém, possuem a vantagem da adaptabilidade em relação a estes. A raça Santa Inês é nativa e tem importância econômica para o Nordeste, já que, detém de aptidão para produção cárnea, rusticidade e adaptabilidade ao clima semiárido (COSTA et al., 2009).

A criação de ovinos na região nordeste do Brasil, com efetivo de 9.325.885 animais, representa aproximadamente 55,95% do rebanho nacional (BRASIL, 2012), onde a Bahia é o maior estado produtor e segundo do Brasil com 2.812.360 animais (BRASIL, 2012). Nesta região a criação é baseada em sistemas extensivo e/ou semi-intensivo caracterizado por uma predominância da agricultura familiar e dependência da vegetação nativa como fonte básica alimentar para a criação animal. Ainda, é caracterizada pela relevância social, pois constitui uma fonte de proteína de alto valor biológico acessível a esta população (SOUSA et al., 2009). Nota-se a busca em melhorar e intensificar a terminação de cordeiros, principalmente na época da entressafra (VÉRAS et al., 2005).

As características produtivas dos ovinos devem ser valorizadas para maximizar a produção de carne, com melhor qualidade da carne, maiores rendimentos de carcaça e eficiência de produção devido à alta velocidade de crescimento (CUNHA et al., 2008a).

Observa-se nos últimos anos aumento na procura pelos produtos ovinos, principalmente com relação à carne de cordeiro (CLEMENTINO, 2008). Entretanto, o consumo de carne ainda é pequeno, devido a uma oferta instável do produto, carcaças sem padronização e um excesso de gordura (FERRÃO et al., 2009).

O mercado de carne ovina no país não tem tido seu potencial explorado devidamente, por causa de problemas enfrentados pela estrutura produtiva (SOUSA, LOUVANDINI, SCROPFNER, 2008), principalmente na região Nordeste onde as intempéries climáticas afetam diretamente a oferta de alimentos e, conseqüentemente a produção animal.

## **2.2 Limitações e entraves na ovinocultura**

O desempenho produtivo abaixo da média e reduzido retorno econômico estão associados ao baixo nível tecnológico empregado na ovinocultura, onde na maioria dos casos, não há registro dos animais, e a produção e o manejo reprodutivo não são controlados. Ainda, a utilização da vegetação local na alimentação destes animais e as intempéries climáticas decorrentes da sazonalidade provocam estacionalidade na produção forrageira, que se concentram em 4 a 5 meses do ano (OLIVEIRA et al., 2007).

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 adquirem os nutrientes e energia necessários para manutenção e produção. Assim, otimizar o consumo de um animal é fundamental no desenvolvimento de rações e estratégias de alimentação que maximizarão a rentabilidade da produção (OLIVEIRA et al., 2010; SILVA et al., 2005; SILVA & 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.

Na região semiárida, os solos em sua maioria, detêm fertilidade natural, portanto o principal fator que limita o desenvolvimento das forragens é a deficiência hídrica, na maior parte do ano, somado a um regime pluviométrico irregular (OLIVEIRA et al., 2007).

Na época chuvosa, a vegetação nativa consegue oferecer maior suporte à produção e desempenho animal. Entretanto, nos períodos secos comuns na região, às necessidades dos animais não conseguem ser atendidas, fazendo-se necessário e imprescindível o uso de suplementação (PEREIRA et al., 2010), ou seja, a dependência ao uso de volumosos produzidos e conservados durante a época das chuvas e aquisição de concentrados (OLIVEIRA et al., 2007).

Segundo Lima & Maciel (2006) a fragilidade de suporte alimentar dos rebanhos nordestinos reflete a capacidade reduzida de suporte dos pastos nativos, somado ao manejo inadequado e superlotação, particularmente das caatingas; as secas periódicas, o custo com o manejo e obtenção das forragens tradicionais, o alto custo dos concentrados comerciais necessários para suplementação e a ausência de práticas nos processos de ensilagem como forma de conservar e armazenar forragens.



Um número reduzido de produtores tem o hábito de suplementar a dieta, nos períodos de estiagem, possivelmente devido ao valor agregado aos concentrados, além disso, estes produtores não o faz da maneira adequada, direcionando maior importância à questão da sobrevivência dos animais (LIMA, 1988).

No Brasil, as fontes tradicionais de suplementação, sofrem grande variação de preço, visto que, os concentrados geralmente tem preços elevados (OLIVEIRA et al., 2007), além de constituírem fonte de alimento para outras espécies animais. Sendo assim, as rações apresentam grande quantidade de volumoso resultando em baixos ganhos (VÉRAS et al., 2005). Uma medida de viabilizar o sistema é a utilização de rações que contenham alimentos alternativos próprios de cada região (PEREIRA et al., 2008).

### **2.3 Alimentos alternativos na alimentação de pequenos ruminantes**

Hoje, existe uma infinidade de alimentos que podem ser utilizados na alimentação de ruminantes (VÉRAS et al., 2005). Assim, o valor nutricional e a qualidade desses alimentos dependem da complexa interação entre os nutrientes e microrganismos simbióticos nos processos de digestão, absorção e metabolismo, aliado ao estado fisiológico do animal (MARTINS et al., 2000).

O uso apropriado de produtos agrícolas e subprodutos industriais é necessário para uma produção pecuária rentável. Assim, 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). Portanto, alimentos não tradicionais podem, em parte, complementar o 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, estes recursos alimentares; ainda, se podem melhorar ou manter o consumo e desempenho dos animais ruminantes.

O Brasil possui uma variedade de culturas que são produzidas em diferentes regiões do país (PEREIRA et al., 2008). O processamento dessas culturas origina os resíduos que, em parte, podem ser aproveitados na alimentação de ruminantes, ao

mesmo tempo em que reduzem a permanência destes no ambiente, assim como, os custos com a produção animal, já que cerca de 60 a 70% destes custos é com a alimentação (DUTRA et al., 1997).

Essa realidade faz com que o produtor, cada vez mais, recorra a alternativas alimentares como coprodutos e resíduos agroindustriais (palhadas, bagaço, polpa cítrica, casca de soja, etc), muitas vezes subutilizados, presentes na própria região que funcionam como suplementação alimentar para o rebanho nos períodos críticos do ano. Esse tipo de tecnologia objetiva a manutenção dos níveis adequados de crescimento, redução da idade ao abate e melhora do desempenho animal (FARIA et al., 2008).

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 (ANDRADE-MONTEMAYO et al., 2011).

Uma das estratégias utilizadas para melhorar a produtividade dos rebanhos nas regiões semiáridas baseia-se no manejo alimentar adequado, principalmente nas épocas de escassez de forragens, através do sistema semi-intensivo ou intensivo. Portanto, existe a necessidade de pesquisar a viabilidade da introdução das fontes alimentares alternativas na resposta animal, tanto a nível produtivo, quanto econômico (CUNHA et al., 2008b).

É imprescindível o estudo de alternativas alimentares de baixo custo de produção, aplicabilidade e praticidade no campo (OLIVEIRA et al., 2007). Dentre as tecnologias aplicáveis à região semiárida encontram-se os processos de ensilagem e fenação de forrageiras da própria região (OLIVEIRA et al., 2007).

## **2.4 Sisal**

Certas espécies de plantas bem adaptadas a condições desfavoráveis do ambiente como o pastoreio realizado de forma incorreta na vegetação nativa, associado a longos períodos de estiagem podem ser usadas como ração ou suplementação para o gado. Agaveceas são um exemplo dessas plantas bem adaptadas a ambientes áridos ou semiáridos.

A *Agave sisalana* é uma planta monocotiledônea herbácea, da família *Agavaceae*, originária da América Central e da Península de Yucatã, no México (BOTURA et al., 2011; GUTIÉRREZ et al., 2008) onde recebeu nome de uma erva nativa denominada *Zizal-xiu* (SISAL, INF. TÉC. 1980). É distribuída nas regiões Nordeste do Brasil e Leste da África (SUINAGA et al., 2006) sendo de grande interesse econômico e social, pois esta planta é útil para a produção da principal fibra dura produzida, correspondendo aproximadamente a 70% da produção comercial e geração de renda para pequenos produtores da região (BOTURA et al., 2011; GUTIÉRREZ et al., 2008; MARTIN et al., 2009).

O sisal (*Agave sisalana*, Perrine) é uma importante cultura para a região Nordeste, por se tratar de uma planta semi-xerófila, que requer clima quente e luminosidade (ALVES & SANTIAGO, 2006) e, portanto, adaptada as condições edafo-climáticas da região e resistente a períodos secos, apresentando estruturas de defesa contra o clima seco: folhas carnosas, número reduzido de estômatos e epiderme cutinizada (SILVA & BELTRÃO, 1999; CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL, 2004). Na região Nordeste concentra-se a maior produção do total nacional de sisal, principalmente na Bahia (93,5%), Paraíba (3,5%) e Rio Grande do Norte (3,0%) do total nacional (MATTOSO et al., 1997).

As primeiras mudas que chegaram na Bahia, em 1903, foram da espécie *Agave sisalana*, Perrine, sendo esta a espécie cultivada comercialmente no país, a partir do final da década de 1930 (MEDINA, 1954; ALVES & SANTIAGO, 2006).

Na Bahia, região Nordeste do Brasil é onde está alocada, a “Região Sisaleira”, onde 75 municípios baianos são produtores de sisal (uma área de 190 mil hectares (SUINAGA et al., 2006)), e destes, cerca de 33, situados no semiárido baiano, são mais representativos em produção (BRANDÃO et al., 2009). A população da região produtora do sisal é em torno de 1,5 milhão de pessoas nos diversos municípios (BRASIL,2013). A agaveicultura ocorre em propriedades de pequeno porte (menor que 15 ha) onde predomina a mão-de-obra familiar (SILVA et al., 2006), com participação dos trabalhadores locais nas fases de desfibramento e beneficiamento do sisal (BRASIL,2013).

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).

O Brasil é o maior produtor e exportador da fibra de sisal (SANTOS, 2006) com produção estimada para o ano de 2012 de 90 a 80 mil toneladas (BRASIL, 2013). 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 à 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 (2013), 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. No ano vigente de 2013 o preço mínimo do sisal foi alterado de R\$ 1,24 / kg para R\$ 1,41 / kg, a partir do mês de julho (BRASIL, 2013). A produção de sisal no Brasil, em 2009, foi o equivalente a 50% da produção mundial (AQUINO, 2012). Aproximadamente 80% da produção é comercializada para cerca de cem países (BRASIL, 2013).

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 desfibramento do sisal é a principal etapa pós colheita (ALVES & SANTIAGO, 2006). Esse processo consiste na retirada da fibra bruta contida nas folhas do sisal, através de uma raspagem mecânica realizada pelo “motor do agave”. A fibra bruta será destinada ao beneficiamento, manufaturamento e comercialização; o restante é chamado de coprodutos, cujos são a polpa (mucilagem), bagaço (fibra bruta residual ainda associada à mucilagem) e o suco (parte líquida). Para obtenção da mucilagem a partir do bagaço, esse material tem que ser processado em uma peneira rotativa, denominada “Peneira Paraibana”, onde a fibra residual fica retida nos pinos da peneira e a mucilagem (polpa) escorre através da malha.

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 diferentes da fibra, utilizados como adubo orgânico

(bucha ou bagaço), ração animal (a mucilagem) e pela indústria farmacêutica (principalmente o sulco). 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).

A produção de agave é uma alternativa de cultivo com importância econômica para a população das regiões produtoras, como fonte importante de renda e emprego para inúmeros trabalhadores (MATTOSE et al., 1997; SISAL INF. TÉC., 1980; SILVA & BELTRÃO 1999). A cobertura do solo e geração de renda são outros motivos que tornam esta cultura relevante no aspecto econômico, social e ambiental (SUINAGA et al., 2006; MARTIN et al., 2009).

Entretanto, apenas 4% das folhas do sisal são aproveitadas, após o desfibramento, no processamento da fibra bruta para confecção de cabos para uso em agricultura e indústria naval, cordas, vassouras, estofamento, fabricação de tapetes, redes de pesca e produtos artesanais (bolsas, enfeites de parede) (JOSEPH et al., 1999), e atualmente vem sendo utilizada no reforço de compósitos poliméricos (utilizadas em substituição a fibras sintéticas) (MARTIN et al., 2009), e o restante do material obtido do desfibramento, também chamado de resíduo, permitiu o desenvolvimento de outras tecnologias determinando aplicações para o resíduo vegetal como uso nas indústrias farmacêuticas (cosméticos, anti-helmínticos), adubo orgânico e suplemento na alimentação de ruminantes (BANDEIRA & SILVA, 2006).

Dentre os coprodutos do sisal, a mucilagem vem sendo utilizada como suplemento na alimentação de ruminantes; a bucha é aproveitada como adubo orgânico e o sulco é rico em hecogenina (saponina), composto utilizado pela indústria farmacêutica na fabricação de inseticidas, no controle de nematóides e carrapatos ou como sabonete e pasta cicatrizante (ALVES & SANTIAGO, 2006).

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 et al., 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 nesse material já tenha iniciado o processo de fermentação, ocasionando perda de nutrientes (SOUSA et al., 2008).

A mucilagem pós desfibramento tem entre 90 a 95% de umidade (Quadro 1) 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. 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).

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

	Silagem do co-produto
MS	11,4
*MM	14,7
*PB	9,5
*EE	4,5
*FDN	40,8
*FDA	31,7
*Lignina	12,6
*NIDN	0,5
*NIDA	0,2
*CNF	33,5
*NDT	59,1

\* Percentual da matéria seca

Fonte: Brandão et al. (2011)

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 %).

Os frutanos são os principais carboidratos de reserva das plantas do gênero *Agave* e estão em maior quantidade no tronco e base das folhas, estes correspondem a polímeros de frutose associados a uma molécula de sacarose (GARCIA-SOTO et al.,2011). A porção líquida, também chamada de suco, do *Agave sisalana* é composta de resíduos, tais como saponinas (SILVEIRA et al., 2012 ). Estes mesmos autores, relatam que a *A. sisalana* são ricas em sapogeninas, a porção não-glicosídica das saponinas, existindo três tipos de sapogeninas, sendo elas: a tipogenina, diosgenina e hecogenina. A hecogenina, das três é encontrada em maior quantidade, sendo o principal composto presente nas folhas das plantas jovens e adultas (DAWIDAR & FAYEZ, 1961; BLUNDEN et al., 1974). A hecogenina é precursora de hormônios esteróides muito utilizada na indústria farmacêutica e de cosméticos, que foi isolada a partir de extratos da folha de *A. sisalana* (BLUNDEN et al., 1986; BOTURA et al., 2011).

As saponinas são glicosídeos vegetais, secundários de compostos esteróides (saponinas esteróides), frequentemente encontradas em monocotiledônes, ou de triterpenóides (saponinas triterpênicas) presentes em dicotiledôneas (SILVEIRA et al.,2012; DOMINGUES, 2008 ). Apresentam característica lipofílica (esteróides ou triterpeno); esta porção é denominada sapogenina (DOMINGUES, 2008). Estas tem gosto amargo ou azedo e agem como irritantes de mucosa (SUYENAGA et al., 2007). Saponinas também tem propriedades surfactantes e de detergente (em meio aquoso formam grande quantidade de espuma) (SILVEIRA et al.,2012 ), devido a sua característica hidrofílica composta por açúcares (DOMINGUES, 2008), dentre os principais encontram-se pentoses, hexoses (glicose, galactose, frutose) e os heteropolissacarídeos (como a pectina), derivados do ácido urônico,(glicurônico e

galacturônico) (WALLACE, 2004). As saponinas de plantas do gênero *Agave* são sapogeninas esteroidais vinculados a uma ou duas cadeias de açúcar (YANG et al., 2006). Este complexo faz da molécula de saponina um composto ativo, mas quando as cadeias de açúcar são separadas, a molécula sapogenina torna-se um composto inativo (WANG et al., 2000; SINGH et al., 2003). As saponinas tem ação inespecífica, mas podem afetar particularmente organismos eucariotos que contém esteróides em suas membranas (OSBOURN, 1996). Assim, pode ter tanto um efeito positivo ou negativo sobre a função ruminal (FRANCIS et al., 2002).

As saponinas são consideradas como fatores antinutricionais (PINOS-RODRÍGUEZ et al., 2009) e em conjunto com o oxalato de cálcio podem causar irritação na pele de animais e produtores que lidam diretamente com a planta (FRANCESCHI & NAKATA, 2005).

Segundo Pinos-Rodríguez 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. Francis et al. (2002), sugeriu que algumas saponinas podem ser inativadas durante a fermentação anaeróbica da silagem. Ainda, de acordo com Pinos-Rodríguez et al. 2008, 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.

Dentre as ações das saponinas sobre as células, cita-se a hemolítica (SANTOS et al., 1997), contra microrganismos e inseticida (SPARG et al., 2004).

Jackson & Miller (2006) relatam que o consumo em excesso de vegetais ricos em saponinas, pode resultar em toxicidade associado a hemólise, ação irritante da mucosa e conseqüente redução do peristaltismo intestinal, ocasionando redução da ingestão de alimentos levando a um quadro de deficiência nutricional.

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 & 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.

Silva & Beltão (1999), relatam que o resíduo fresco do sisal apresenta 21,2% de carboidratos solúveis em água. Ainda, de acordo com Medina (1954) em um estudo para determinação da composição química da fibra do sisal, mostrou que a fibra é constituída de 0,8% de pectina, já no trabalho realizado por Mwaikambo et al. (2002), o resultado obtido foi de 2% de pectina.

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 Método de conservação de forragens: ensilagem**

No semiárido, caracterizado pela sazonalidade na disponibilidade de forragem nativa, a conservação de forrageiras surge como uma condição alternativa para disponibilizar alimentos nos períodos de escassez alimentar nos rebanhos (LIMA & MACIEL, 2006).

A prática da realização do processo de ensilagem iniciou-se no Brasil no final do século XIX (AMARAL et al., 2007). Este consiste em um método alternativo para utilização de forragens (coprodutos e resíduos agrícolas) que é caracterizado por um processo de fermentação da forragem em meio anaeróbico e em local denominado silo; já a silagem é o material pronto (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.

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 e a taxa na qual este pH reduz, 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). De acordo com estes autores, se o pH não for suficientemente baixo pode ocorrer desenvolvimento de bactérias do gênero *Clostridium*, microrganismos estes fermentadores de açúcares, ácido láctico, aminoácidos e produtores de ácido butírico e aminas.

A fermentação butírica pode representar perda de matéria seca e os produtos da fermentação reduzem a palatabilidade e conseqüente aceitabilidade das silagens, além de afetar a disponibilidade dos nutrientes (REIS et al., 2011; JOBIM et al., 2007 ).

Os microrganismos anaeróbicos, principalmente os lácticos, fermentam hexoses e pentoses tendo como produtos o etanol, ácido graxos voláteis, ácido láctico e CO<sub>2</sub> (REIS et al., 2011). As enterobactérias e as bactérias lácticas, ambas homofermentativas, nos primeiros dias após o fechamento do silo são os microrganismos que predominam sobre os demais (REIS et al., 2011). Estes autores citam ainda que, posteriormente as enterobactérias diminuem com predomínio das bactérias produtoras de ácido láctico quando os valores de pH estão inferiores a 5,0 devido a produção de ácido láctico. Estes microrganismos proporcionam a redução do pH entre 3,8 e 5,0 que juntamente com os compostos produzidos podem inibir os demais microrganismos e conservar o material ensilado (REIS et al., 2011).

Durante a ensilagem, para obtenção de um material adequado, primeiro é necessário a retirada de ar dentro do silo obtendo-se a anaerobiose, visto que, a deterioração aeróbica é essencialmente microbiana, portanto, deve-se minimizar a entrada de oxigênio no silo após o fechamento, objetivando-se o controle de fungos e leveduras (AMARAL et al., 2007; REIS et al., 2011).

A ensilagem se apresenta como uma das principais formas de conservação de forragem empregada pelos pecuaristas, devido à praticidade, eficiência e qualidade da forragem conservada (REIS et al., 2011). Com a produção de silagem pode-se aproveitar o excedente de produção na época de safra 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.

### **3.0 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Local do estudo**

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia – UFBA, localizada no município de São Gonçalo dos Campos – BA (Recôncavo Baiano), situado na mesorregião Centro-Norte Baiano e região Metropolitana de Feira de Santana.

#### **3.2 Animais, tratamentos e manejo experimental**

Foram utilizados 20 cordeiros, Santa Inês, machos, confinados e lotados aleatoriamente em baias individuais, em aprisco suspenso de piso ripado, com bebedouros e cochos. Os animais foram alimentados duas vezes ao dia, às 09:00 e 16:00, quando recebiam a ração experimental, na forma de mistura completa, juntamente com água a vontade. O co-produto do sisal, também conhecido como mucilagem, utilizado na confecção da silagem foi obtido de propriedade produtora de sisal, situada no município de Santa Luz, região do semiárido baiano, após o desfibramento das folhas e retirada do resíduo fibroso. A mucilagem foi pré-emurchedida, neste mesmo local. O material foi colocado e espalhado em uma lona, em uma área não coberta, sendo revolvido a cada 3 horas, por um dia, antes de ser ensilada.

O período pré-experimental teve duração de 15 dias e a fase experimental 72 dias, quando os animais foram aleatoriamente distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado, perfazendo um total de 20 animais distribuídos em 4 tratamentos: 0, 33, 66 e 100% de substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal.

A silagem foi confeccionada com mucilagem pré-seca, em tambores plásticos de 200 litros, compactada e hermeticamente fechada e foi aberta após 60 dias de armazenamento. O concentrado foi fornecido aos animais em todos os tratamentos e

este foi constituído de milho, farelo de soja, sal mineral e uréia. As rações foram formuladas de acordo com o National Research Council – Nutrient Requirements of Small Ruminants NRC (2007), visando o ganho e peso médio diário de 200g; com relação volumoso concentrado de 50:50. As dietas foram balanceadas para serem isonitrogenadas (14% PB) e isoenergéticas (68% de nutrientes digestíveis totais; NDT).

Tabela 1 – Composição bromatológica (% MS) dos ingredientes das dietas experimentais utilizados na alimentação dos ovinos em crescimento.

Item (%)	Ingredientes			
	Milho moído	Farelo de Soja	Feno de Tifton-85	Silagem da mucilagem de Sisal
Matéria Seca	86,0	87,8	83,26	23,68
Matéria Mineral	1,4	6,6	8,27	13,31
Proteína Bruta	6,4	46,5	8,87	6,09
Extrato Etéreo	5,1	1,8	1,50	4,36
Fibra em Detergente Neutro	10,7	12,2	58,95	29,18
Fibra em Detergente Ácido	5,1	8,8	29,41	23,09
Celulose	2,9	6,6	24,96	13,77
Hemicelulose	5,6	3,4	31,67	6,96
Lignina em detergente ácido	2,2	2,2	4,45	9,32
PIDN	5,6	14,0	2,13	0,87
PIDA	*	*	0,80	0,60
Carboidratos não fibrosos	76,4	32,9	22,41	47,06

### 3.2.1 Estimativa de consumo e digestibilidade

O consumo individual foi determinado por meio da média de ingestão de 5 dias consecutivos, descontadas as respectivas sobras, durante os três períodos de coleta referentes aos dias 24, 48 e 72 do período experimental. Foram avaliados os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN e CNF, utilizando o método de coleta total de fezes, com bolsas coletoras. Os animais passaram por um período de adaptação às bolsas coletoras de 5 dias, antes de iniciar a coleta total de fezes. O período de coleta de

fezes foi composto de 5 dias, e as fezes foram retiradas das bolsas duas vezes ao dia, antes do ofertado do turno da manhã e após o ofertado do turno da tarde. Após a coleta, as fezes foram pesadas, retirada uma alíquota referente a 10% do total e acondicionadas em sacos plásticos identificados e armazenados a -10°C, e posteriormente descongeladas e colocadas em estufa a 55°C por 72 horas, moídas em moinho de facas tipo Willey em peneira de 1mm, homogeneizadas, para posteriores análises. Os coeficientes de digestibilidade (CD) da MS, MO, PB, FDN, EE e CNF foram calculados utilizando-se a seguinte fórmula:

$$CD = [(nutriente consumido - nutriente nas fezes) / (nutriente consumido)] \times 100.$$

O alimento oferecido e as sobras foram pesados diariamente (5 dias de coleta), em balança portátil (até 30 kg, com intervalo de 5g) para estimativa do consumo, e o alimento fornecido foi ajustado de maneira que as sobras correspondessem a 10% do fornecido. Nos três períodos de coletas experimentais, referentes aos 72 dias de experimento, foram coletadas amostras da silagem de sisal, do concentrado e do feno de tifton para determinação da composição centesimal do oferecido (determinação da composição das dietas). Posteriormente todas as amostras (oferecido e sobras) foram descongeladas e desidratadas em estufa de ventilação forçada, a 55° C, por 72 horas. Após a secagem, o material foi moído em moinho tipo Willey com peneira de poro de 1 mm. A partir de todo material moído (oferecido, sobras e fezes) foram determinadas a composição químico-bromatológica, no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, segundo metodologia descrita pela AOAC (1996), para 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 determinados segundo Van Soest et al. (1991), utilizando a FDN corrigida para proteína. Os teores de proteína insolúvel em detergente neutro (PIDN) e proteína insolúvel em detergente ácido (PIDA) foram obtidos de acordo com Licitra et al. (1996). A porcentagem de carboidratos não fibrosos (CNF) foi obtida pela equação de Hall (1999):  $CNF = 100 - (PB + FDNp + EE + MM)$ . Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados utilizando a FDN corrigida pela proteína, pelas seguintes equações:

$$\text{Consumo de NDT (kg)} = \text{PBD} + \text{FDNpD} + \text{CNFD} + 2,25\text{EED}$$

$$\text{NDT (\%)} = \text{Consumo NDT} / \text{Consumo MS} \times 100$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNpD = FDNp digestível; CNFD = CNF digestíveis e EED = EE digestível.

Tabela 2 – Proporção dos ingredientes (% MS) das dietas experimentais.

Ingrediente	Tratamentos <sup>1</sup>			
	0	33	66	100
Farelo de Milho	31,5	31,5	31,5	31,5
Farelo de Soja	16,0	16,0	16,0	16,0
Mistura Mineral	1,5	1,5	1,5	1,5
Uréia	1,0	1,0	1,0	1,0
Feno de tifton	50,0	33,3	16,7	0,0
Silagem de sisal	0,0	16,7	33,3	50,0

<sup>1</sup> Percentagem de substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal.

### 3.2.2 Consumo de água

O consumo de água foi estimado, por meio da média de ingestão de 5 dias consecutivos, referentes aos três períodos de digestibilidade. Os animais foram mantidos em baias individuais, com bebedouros individuais, constituídos de baldes de 7 litros. A água fornecida foi pesada (kg) e, 24 horas após seu fornecimento, pesava-se novamente, determinando-se, assim, o consumo em kg, após serem descontadas as perdas ambientais (evaporação). Essas perdas foram mensuradas através da disposição de dois baldes no aprisco, em pontos diferentes, cujos baldes foram pesados antes e 24 horas após distribuí-los no ambiente, durante todos os dias dos períodos de coleta.

### 3.2.3 Parâmetros sanguíneos

Amostras de sangue foram coletadas em três períodos experimentais (24°, 48° e 72° dia), quatro horas após o fornecimento da dieta pela manhã, através de punção na veia jugular, utilizando agulha hipodérmica (40x12) acoplada ao tubo coletor de 10 mL com ativador de coágulo. Após a coleta, o material foi mantido refrigerado em isopor

com gelo biológico durante o transporte até o laboratório para processamento. As amostras foram centrifugadas, em centrífuga clínica (capacidade 12 tubos) a 3000 rpm, durante 15 minutos para obtenção dos soros sanguíneos, os quais foram acondicionados em microtubos de polietileno de 1,5 mL (*ependorfs*), identificados e mantidos refrigerados a -20°C, até análise. As análises dos soros foram realizadas no Laboratório de Hematologia do Hospital de Medicina Veterinária da UFBA, utilizado aparelho bioquímico semi-automático e utilização de kits comerciais colorimétricos-enzimáticos para determinação das concentrações séricas de uréia e creatinina como indicadores bioquímicos do estado nutricional protéico; glicose como indicador energético e a atividade das enzimas hepáticas (AST; - Aspartato Amino Transferase e ALT; - Alanina Amino Transferase).

Tabela 3 – Composição bromatológica (% da MS) das dietas experimentais utilizadas na alimentação dos ovinos em crescimento.

Composição bromatológica (%)	Tratamentos <sup>1</sup>			
	0	33	66	100
Matéria Seca	85,81	75,68	66,15	56,02
Matéria Orgânica	93,20	92,34	91,53	90,67
Matéria Mineral	6,81	7,66	8,47	9,33
Proteína Bruta	17,80	17,32	16,88	16,41
Extrato Etéreo	2,66	3,15	3,60	4,09
Fibra em Detergente Neutro p	33,79	28,73	23,96	18,91
Fibra em Detergente Ácido	16,50	15,43	14,41	13,34
Celulose	14,12	12,21	10,42	8,52
Hemicelulose	19,82	15,61	11,66	7,46
Lignina	2,38	3,21	3,99	4,82
Carboidratos não fibrosos	38,96	43,15	47,09	51,28
Nutrientes digestíveis totais	73,24	74,77	78,59	83,71

<sup>1</sup> Percentagem de substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal.

### 3.2.4 Avaliação do comportamento ingestivo

Para avaliação do comportamento alimentar foram utilizados 40 animais, distribuídos nos mesmos tratamentos utilizados na avaliação de consumo e digestibilidade, os quais foram avaliados por um período de 24 horas, no 48º dia período experimental, que teve início às 09:00, logo após o fornecimento da dieta. No registro do tempo despendido com ingestão, ócio e ruminação, adotou-se a observação visual individual dos animais a cada 5 minutos. Os dados referentes às atividades de comportamento (alimentação, ruminação e ócio) foram anotados em planilhas por dois observadores treinados, em sistema de revezamento, posicionados de forma a não interferir nas atividades dos animais. Durante a coleta de dados, na observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial, sendo os animais adaptados à luminosidade dois dias antes do período de avaliação.

Na estimativa das variáveis comportamentais, eficiência alimentar (kg MS e FDN/hora) e eficiência de ruminação (kg MS e FDN/hora), considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN do referido período.

As eficiências de alimentação (EAL) e ruminação (ERU) da MS e do FDN e o tempo de mastigação total (TMT min/dia) foram calculadas de acordo com a metodologia descrita por Burger et al. (2000). A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EALMS = CMS/TI \text{ e } EALFDN = CFDN/TI$$

Em que EALMS = Eficiência de alimentação da MS (kg MS ingerida/hora); EALFDN = eficiência de alimentação da FDN (kg FDN ingerida/hora) CMS (kg) = consumo diário de MS; CFDN = consumo diário da FDN; TI = tempo gasto (horas) com ingestão/dia.

$$ERUMS = CMS/TRU \text{ e } ERUFDN = CFDN/TRU$$

Em que ERUMS = Eficiência de ruminação da MS (kg MS ruminada/hora); ERUFDN = eficiência de ruminação da FDN (kg FDN ruminada/hora); TRU = tempo gasto em ruminação (hora)/dia.

$$TMT = TAL + TRU$$

Em que TMT (min/dia) = tempo de mastigação total; TAL = tempo gasto com alimentação (min/dia) e TRU = tempo gasto com a ruminação (min/dia).

### 3.3 Análise estatística



As variáveis foram analisadas pelo procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS (SAS Institute, 2004) em um delineamento inteiramente casualizado, segundo modelo abaixo:

$$Y_i = \mu + T_i + e_i, \text{ onde } i = 1, 2, 3, 4;$$

Y = variável dependente;

$\mu$  = média geral;

T = efeito fixo do tratamento I;

e = erro experimental;

A comparação do efeito das dietas experimentais sobre os parâmetros estudados foi realizada por meio de contrastes ortogonais, onde foram testados os efeitos linear e quadrático. Covariáveis como o peso e consumo pré-experimentais, foram testadas e utilizadas no modelo, quando significativas.

Para análise temporal, utilizou-se o modelo abaixo:

$$Y_{ij} = \mu + T_i + L_j + LT_{ij} + e_{ij}, \text{ onde } i = 1, 2, 3, 4 \text{ e } j = 1, 2, 3;$$

Y = variável dependente;

$\mu$  = média geral;

T = efeito fixo do tratamento I;

L = efeito fixo do tempo j;

LT = efeito da interação do tratamento I com o tempo j;

e = erro experimental;

Dentre todas as estruturas de erros investigadas, a estrutura simétrica composta (CS) foi a melhor de acordo com o Critério de Informação Bayesiana (BIC), o qual foi também utilizado para os modelos subsequentes. Significância foi declarada a 5%.

## 4.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Consumo e digestibilidade e consumo de água

O consumo de MS, EE, CNF, MO e NDT (Tabela 4) aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da substituição do feno de tifton-85 pela silagem de sisal.

Tabela 4- Média dos quadrados mínimos do consumo de matéria seca (CMS), de proteína bruta (CPB), de extrato etéreo (CEE), de fibra em detergente neutro (CFDN), de carboidratos não fibrosos (CCNF), da matéria orgânica (CMO), dos nutrientes digestíveis totais (CNDT) e de água (CAG) de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

Variáveis (kg)	Tratamentos <sup>1</sup> (%)				EPM <sup>3</sup>	Probabilidade <sup>2</sup>	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
CMS	1,29	1,51	1,66	1,63	0,08	<0,01	0,12
CPB	0,25	0,28	0,28	0,27	0,01	0,37	0,18
CEE	0,04	0,05	0,06	0,07	<0,01	<0,01	0,38
CFDN	0,35	0,36	0,39	0,31	0,02	0,21	0,03
CCNF	0,53	0,70	0,75	0,85	0,03	<0,01	0,26
CMO	1,20	1,40	1,52	1,48	0,07	0,01	0,12
CNDT	0,90	1,14	1,31	1,39	0,06	<0,01	0,18
CAG	3,54	2,38	1,94	1,86	0,32	<0,01	0,10

<sup>1</sup> Porcentagem de substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal.

<sup>2</sup> Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

A FDN, principalmente as frações de lignina e celulose, é a porção do alimento mais responsável pelo enchimento e distensão ruminal, conseqüentemente o conteúdo de FDN na dieta é o mais relacionado com o CMS (ALLEN, 2000). A porcentagem de FDN da silagem da mucilagem de sisal foi inferior a do feno de tifton-85 (Tabela 1), o que pode ter promovido um aumento no consumo de matéria seca dos tratamentos com a inclusão da silagem até o nível de saciedade animal (regulação pela energia), ou ainda menor efeito de enchimento por parte da silagem devido a maior digestibilidade das partículas, que resultou em menor tempo de retenção no rúmen-retículo, menor

distensão e maior CMS (Tabela 4) (ALLEN, 2000), enquanto que o teor de fibra do feno pode ter limitado o consumo máximo dos animais, através da distensão rumino-reticular. A FDN é o melhor preditor do consumo voluntário por ruminantes (MERTENS, 1997), e pode estar relacionada com a regulação do CMS por energia demandada ou por limitação de preenchimento (MERTENS, 1994). Inicialmente, o consumo por animais que se alimentam com dietas com níveis mais elevados de FDN tem um aumento com o objetivo de atender a sua demanda energética, entretanto com o decorrer do tempo, este consumo tende a diminuir devido a regulação (limitação) física causada pela fibra. Valores maiores que 55 a 60% de FDN estão negativamente relacionados com o consumo de MS (SOUSA et al., 2010). Ainda, Van Soest (1994), relata que o teor de FDN é inversamente relacionado com o CMS, ou seja, dietas com maiores teores de FDN podem resultar na diminuição do consumo. Kozloski et al (2006), observaram que aumento nos níveis de FDN na dieta de cordeiros de 25 para 43% afetou negativamente o consumo e a digestibilidade da matéria seca. No presente experimento, o teor de FDN da dieta com 0% de silagem, apenas feno como volumoso, foi em torno de 34%, enquanto da dieta que continha 100% de silagem, foi próxima de 19% (Tabela 3).

Somado a estes fatores, o tamanho da partícula também afeta o consumo; porções maiores e mais fibrosas tem menor densidade, já que a densidade inicial do alimento está correlacionada com o conteúdo de FDN, conseqüentemente, essas partículas menos densas ficam mais submersas no retículo o que retarda sua passagem através do orifício retículo-omasal, aumentando a permanência do alimento no trato. Um aumento na taxa de passagem do alimento está correlacionado positivamente com aumento no CMS. Visivelmente as partículas do feno apresentavam-se maiores e mais grosseiras, quando comparado com a silagem (Figura 1). Mertens (1994), afirma que a digestibilidade não é o único fator que pode afetar o consumo; outros fatores dietéticos como aceitabilidade ou propriedades físicas dos alimentos, são também importantes e devem ser levados em consideração.

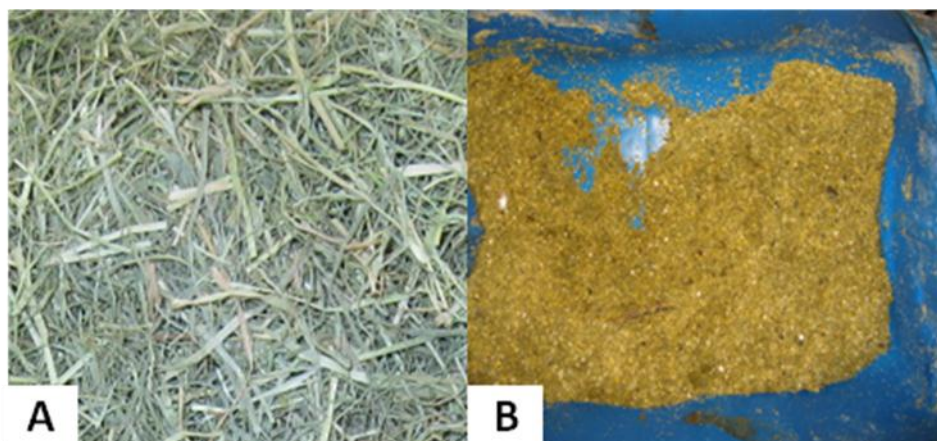


Figura 1 Feno de tifton-85 (A) e silagem da mucilagem de sisal (B) utilizados durante o período experimental.

Fonte: Fábio Nicory, 2012

Santos et al. (2011), avaliando o consumo e desempenho de ovinos alimentados com co-produtos do sisal (silagem, feno e pó de batedeira) em substituição à silagem de milho, observaram que não houve efeito no CMS com a adição dos co-produtos do sisal, assim como dos demais nutrientes (MO, PB, CNF, FDN e EE). Os autores atribuíram esses resultados à ausência de efeito no CMS e à semelhança nutricional das dietas. Fato que não pôde ser observado nesse experimento.

Como o CMS aumentou com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal, pressupõe que a silagem encontrava-se aceitável aos animais, além de ter apresentado odor e coloração característicos de um produto de qualidade. É provável que o tipo de fermentação que predominou na silagem foi a láctica, fermentação esta realizada pelos microrganismos presentes na silagem (bactérias lácticas) responsáveis pela produção do ácido láctico que promove o abaixamento do pH e conservação do material ensilado, em detrimento de fermentações secundárias (butírica) como àquela realizada pelos microrganismos do gênero *Clostridium*, responsáveis, principalmente, pela degradação protéica e produção de amins butíricas que reduzem a palatabilidade e consequentemente o consumo. O fato da mucilagem de sisal ter sofrido uma pré-secagem antes de ser ensilada, reduziu a umidade do material aumentando a MS de aproximadamente 11% (Quadro 1) para 24% (Tabela 1) reduzindo a probabilidade de crescimento de bactérias clostrídicas, visto que estes microrganismos precisam de alta

atividade de água (refere-se a quantidade de água necessária para desenvolvimento de microrganismos).

O processo fermentativo pode ter reduzido os compostos secundários das plantas (taninos e saponinas) (SALEM et al., 2012), responsáveis por redução na aceitabilidade do alimento, promovendo aumento no consumo de matéria seca com a inclusão da silagem de sisal. Pinos-Rodríguez et al. (2008), avaliando o efeito da idade da planta sobre a composição do sisal, constataram que o processo de ensilagem reduziu a concentração de saponinas em silagens de sisal de 6,1 para 3,4 g/kg de MS. Salem et al. (2012), em seu estudo com *Atriplex halimus* na alimentação de ovinos, observaram que houve redução de 63% do teor de saponinas da forragem seca em comparação a mesma fresca, e que os animais que se alimentaram da forragem seca tiveram aumento de consumo de todos os nutrientes. Estes autores enfatizam que, o aumento no consumo de determinada forragem pode estar associada a animais adaptados à dieta, ou seja, concentração de substrato suficiente para estímulo de crescimento e colonização dos microrganismos, fato este, que se sucedeu neste experimento, visto que os animais passaram por um processo de adaptação à dieta.

O aumento no consumo de EE, CNF e NDT, com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal (Tabela 4), é em função da composição bromatológica do próprio alimento (Tabela 1) e, conseqüentemente, da composição das dietas (Tabela 3). A silagem possui maior teor de EE (4,36% contra 1,50%) e CNF (47,06% contra 22,41%) em relação ao feno, além de ter em sua composição carboidratos de reserva (frutanos), que correspondem a polímeros de frutose associados a sacarose (GARCIA-SOTO et al., 2011), que incrementam os teores de CNF. As porcentagens de EE e CNF da silagem afetam diretamente o teor de NDT da dieta, pois estas duas composições contribuem diretamente para a determinação do NDT e, conseqüentemente, para o fornecimento de energia. Portanto, como houve aumento nos teores de NDT da dieta com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal (Tabela 3), conseqüentemente seu consumo obteve comportamento semelhante.

O consumo da matéria orgânica (Tabela 4) sofreu acréscimo linear com a adição de níveis crescentes da silagem da mucilagem de sisal ( $P < 0,05$ ) e foi influenciado diretamente pelo aumento no consumo dos demais nutrientes (CMS, CEE).

Não houve efeito ( $P > 0,05$ ) no CPB em relação ao acréscimo do co-produto do sisal (Tabela 4). Este resultado pode ser atribuído ao fato dos animais que pertenciam às dietas com silagem selecionar menos concentrado (já que este ficava aderido à silagem) quando comparados com os que consumiam maior teor de feno. Contudo, este resultado não era o esperado, já que houve aumento no CMS com a adição da silagem, portanto, a maior seleção do concentrado realizada pelos animais que consumiram o feno, compensou o aumento no CMS com o acréscimo dos níveis de silagem.

Verificou-se comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) do CFDN à medida que houve substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal (Tabela 4). Nos tratamentos, 33% e 66% de inclusão de silagem, apesar de a dieta conter no volumoso a participação da silagem de sisal, que possui menor teor e melhor digestibilidade da FDN, quando comparado ao feno (Tabela 1), a participação do feno e a interação destas duas fontes de volumoso (tamanho de partícula do feno, teor de FDN das fontes de volumoso), pode ter ocasionado uma correlação positiva com o CFDN; esta especulação é sustentada pelo fato da dieta que contém somente a silagem de sisal como volumoso (tratamento de 100% de inclusão) ter apresentado menor consumo de FDN (Tabela 4), resultado este que pode ter sido influenciado pela composição bromatológica do ingrediente, mais especificamente pela qualidade (tamanho de partícula, digestibilidade) e teor da FDN que influenciou no teor de fibra desta dieta (Tabela 3). Isto evidencia que, até certo ponto, o consumo foi limitado pela FDN (tratamentos com maior teor de feno) e depois pela energia (tratamento com maior teor de silagem). De acordo com o NRC (2007), as exigências de cordeiros em crescimento, com peso inicial de 20 kg e com ganho médio diário de 200g, para CMS e NDT são de 0,59 kg/dia e 0,39 kg/dia, respectivamente. Como mostrado na tabela 4, o CMS dos animais que pertenciam ao tratamento com 100% de inclusão da silagem foi de 1,63 kg/dia e o CNDT de 1,39 kg/dia, o que reforça o fato de que os animais que se alimentaram desta dieta tiveram o seu consumo regulado pela energia.

O consumo de água diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) à medida que houve aumento dos níveis de silagem de sisal na dieta em substituição ao feno de tifton (Tabela 4). Quanto mais sisal na dieta, maior a ingestão de água da silagem, e conseqüentemente menores consumo de água do bebedouro. Observação semelhante foi descrita por Bispo et al. (2007) ao substituírem feno de capim-elefante por palma

forrageira, acarretando redução no consumo voluntário de ovinos à medida que se elevaram os níveis de palma na dieta; os autores atribuíram estes resultados ao conteúdo de água presente na palma.

De acordo com o NRC (2001), a exigência de água pode ser atendida de três formas: consumo voluntário (direto de bebedouros); ingestão proveniente dos alimentos; e proveniente do metabolismo dos nutrientes no organismo.

Vieira et al. (2008) relataram que o principal meio de obtenção de água pelo animal é pela ingestão direta. Entretanto, ao consumirem alimentos suculentos, a ingestão de água pode se tornar reduzida. O consumo estimado de água ingerido através da dieta com 0% de inclusão de sisal foi de 0,213 kg, enquanto aquele advindo da dieta com 100% de inclusão de silagem foi de 1,282 kg e consumo total de 3,753 kg e 3,142 kg com 0% e 100% de inclusão de silagem, respectivamente.

Portanto, estes resultados demonstram que o teor de umidade da silagem é uma característica importante a ser levada em consideração quando esta forragem é utilizada em regiões áridas e semiáridas, poupando o consumo voluntário de água nestas regiões, onde há uma escassez de água que pode ser fator limitante para a produção animal (SILANIKOVE, 2000).

As digestibilidades da MS, EE, MO, FDN e PB aumentaram linearmente ( $P < 0,05$ ) em função da substituição do feno de tifton-85 pela silagem da mucilagem de sisal.

O aumento no CMS induz a um aumento na taxa de passagem ruminal e diminui a extensão da digestão da MS como resultado de um menor tempo de exposição da partícula alimentar à ação enzimática das bactérias ruminais (DJOUVINOV & TODOROV, 1994; SHEM et al., 1995; ILLIUS et al., 2002). Entretanto, este comportamento não foi observado para os nutrientes avaliados. Parece que o menor tamanho de partícula da silagem possui maior área superficial, quando comparada ao feno, podendo causar uma maior aderência e secreção de enzimas por parte dos microrganismos ruminais, e, portanto, aumento na taxa fermentativa, especialmente os que usam carboidratos fibrosos como substrato (GOMES et al., 2012). Este aumento na disponibilidade de nutrientes compensou o possível aumento da taxa de passagem ruminal, não necessitando de maiores tempos de retenção ruminal para que todo o processo de colonização e degradação do alimento se fizesse, provocando acréscimo na

digestibilidade, mesmo com o aumento no consumo. Em termos nutricionais, a ação das enzimas dos microrganismos nos fragmentos alimentares promovem a capacidade e eficácia do processo digestivo (GOMES et al., 2012).

Tabela 5- Média dos quadrados mínimos do coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), da proteína bruta (CDPB), do extrato etéreo (CDEE), da fibra em detergente neutro (CDFDN), dos carboidratos não fibrosos (CDCNF) e da matéria orgânica (CDMO) de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

Variáveis (%)	Tratamentos <sup>1</sup> (%)				EPM <sup>3</sup>	Probabilidade <sup>2</sup>	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
CDMS	74,10	76,94	81,80	84,53	1,01	<0,01	0,96
CDPB	79,55	78,63	83,35	83,82	1,03	<0,01	0,51
CDEE	74,81	80,85	86,58	87,79	0,92	<0,01	0,04
CDFDN	43,30	50,68	60,09	62,12	2,07	<0,01	0,27
CDCNF	95,03	92,23	94,43	95,99	0,56	0,06	<0,01
CDMO	75,60	78,66	83,63	86,79	0,97	<0,01	0,96

<sup>1</sup> Porcentagem de substituição do feno de tifton pela silagem de sisal.

<sup>2</sup> Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

A digestibilidade, com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal, foi favorecida para os teores de FDN e PB (Tabela 5).

Muitos estudos sugerem que alimentos com altos teores de FDN, FDA, lignina e baixa qualidade da forragem afetam negativamente a digestibilidade da FDN, em comparação a alimentos que contêm grande quantidade de monossacarídeos prontamente degradáveis e menor porcentagem de frações fibrosas (SERRATOS, 1989).



Em forragens dicotiledôneas, a celulose é fortemente associada à lignina e é geralmente menos digestível por bactérias do rúmen, quando comparadas com a digestibilidade de monocotiledôneas (como o sisal e o tifton) (LEIBOVICH et al., 2013). Em alguns casos, mesmo a forragem com elevada concentração de FDA e lignina (o sisal possui 9,32% de lignina), as frações potencialmente degradáveis (carboidratos não fibrosos e solúveis, por exemplo) são altas (PIÑEIRO-VÁZQUEZ et al., 2013). Estes autores, ainda enfatizam que o potencial de degradação ruminal pode ser superior em relação ao teor de FDA e lignina.

Uma maior fração de FDN potencialmente digerível irá resultar em aumento da digestibilidade da FDN no tempo de retenção constante (ALLEN, 2000). Este autor ainda relata que o CMS está relacionado positivamente com a digestibilidade da FDN, ou seja, o consumo será menos limitado pela distensão do trato gastrointestinal com o aumento da digestibilidade da FDN, o que está relacionado com a redução do tempo de retenção no rúmen – retículo, já que a distensão do rúmen causa uma limitação física no CMS. Este fato embasa os resultados encontrados neste experimento, onde houve aumento do consumo seguido de um aumento na digestibilidade.

O aumento na digestibilidade da proteína com a inclusão do sisal em substituição ao feno pode estar associado ao teor e conteúdo de FDN das forragens. O feno, além de possuir maior teor de FDN (Tabela 1), quando comparado com a silagem, detém o teor de PIDN (proteína insolúvel em detergente neutro), proteína esta associada à fibra lentamente degradada no rúmen, 2,45 vezes maior que a silagem (Tabela 1) e 33% a mais de PIDA (Proteína insolúvel em detergente ácido), proteína associada à fibra não degradada no rúmen (Tabela 1) quando comparado à silagem. Este FDN não digestível pode limitar a utilização de outros nutrientes, como a proteína associada a ele. O teor de proteína associado à fibra é de difícil digestão, já que é dependente da área de superfície disponível para ação das bactérias celulolíticas sobre a fibra para exposição e digestão desta proteína, processo este, que afeta negativamente a digestibilidade da proteína. Van Soest (1994) relata que a digestibilidade depende do conteúdo da parede celular e sua disponibilidade para digestão.

Outra possível razão para o aumento da digestibilidade desses nutrientes pode estar relacionada à maior quantidade de carboidratos solúveis fornecidos pela silagem, que é mais rapidamente fermentado no rúmen. Especula-se que isto possa levar a uma

melhor sincronização ruminal, ou seja, o fornecimento sincronizado de energia, advinda da fermentação, e PB no rúmen (proteína degradável no rúmen) e, assim, a incorporação de NNP (nitrogênio não protéico) em nitrogênio microbiano tenha melhorado. Consequentemente, ocorreu melhora na eficiência de fermentação ruminal.

O CDCNF apresentou comportamento quadrático ( $P < 0,05$ ) (Tabela 5). Carboidratos não fibrosos é um conceito nutricional representado por várias substâncias nutritivas, tais como amido, oligossacarídeos, frutanos,  $\beta$  – glucanos e as pectinas, que têm rápida e elevada digestibilidade (MORGADO et al., 2009). Deste modo, a inclusão da silagem fornece energia na forma de carboidratos, que são a principal fonte de energia para o crescimento de microrganismos (SANTOS et al., 2010).

Houve discreta melhora na digestibilidade desta fração com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal. O amido do concentrado é moderadamente disponível, quando comparado aos carboidratos simples da silagem. É possível que em um primeiro momento (33%), houve uma competição dos microrganismos pelos carboidratos da silagem em relação ao amido, fazendo com que parte do amido saísse do rúmen sem ser digerido, dependendo da digestão intestinal (nem sempre eficiente). A partir deste nível (33%), a maior quantidade de silagem permitiu reduzir a competição entre microrganismos, fazendo com que houvesse inicialmente a digestão dos CNF da silagem, seguido pelo concentrado. Este comportamento pode ser devido à composição dos carboidratos não fibrosos do sisal, tais como, os frutanos, que são polímeros de frutose (também chamados de inulina) associados a uma molécula de sacarose, que são rapidamente degradados pelos microrganismos do rúmen. Além disso, estes carboidratos, quando fermentados não produzem ácido láctico, como a fermentação do amido, tornando assim o ambiente ruminal mais favorável para os microrganismos.

Como os frutanos são carboidratos rapidamente fermentados no rúmen, supõe-se que o consumo dos carboidratos não fibrosos melhora a digestibilidade dos carboidratos e, por conseguinte, a digestibilidade das dietas (CUTRIM et al., 2013). Esta suposição é embasada no fato de que o aumento das proporções de silagem na dieta (que proporcionou aumento da concentração de CNF) melhorou a digestibilidade de nutrientes como MS, MO, FDN e PB.

Neste experimento, a silagem de sisal apresentou teores de FDN relativamente baixos, assim como altos teores de CNF (Tabela 1), que influenciou diretamente na

composição das dietas (Tabela 3). Estes achados poderiam ser um fator limitante à inclusão da silagem de sisal em dietas para animais em confinamento (SANTOS et al., 2011) devido a predispor estes animais a distúrbio metabólicos, como por exemplo, acidose ruminal (SANTOS et al., 2011). Entretanto, este acontecimento não foi observado, pois houve melhora na digestibilidade dos nutrientes com a inserção do sisal, o que demonstra que não houve comprometimento dos microrganismos, nem da fermentação ruminal. Este tipo de resultado vislumbra a possibilidade não só de minimizar a dependência das forrageiras convencionais, bem como, reduzir o concentrado na dieta de ovinos, uma vez que, os alimentos concentrados oneram custos, já que, dentre muitos fatores, o concentrado é mais difícil de ser produzido na propriedade.

#### **4.2 Parâmetros sanguíneos**

As concentrações séricas de glicose não diferiram entre tratamentos ( $P=0,61$ ) (Tabela 6), entretanto diferiu entre os períodos de coleta ( $P<0,01$ ), sendo este efeito melhor descrito por equação de primeiro grau (Figura 2). As médias observadas estiveram acima de 80 mg/dL, ou seja, acima dos valores de referência para a espécie ovina, que é de 50-80 mg/dL (KANEKO; HARVEY; BRUSS et al., 1997).

O aumento nas concentrações sanguíneas de glicocorticóides é uma das principais causas de hiperglicemia e se deve a maior produção de glicocorticóides endógenos secundária ao estresse (THRALL et al., 2007). O aumento do teor sanguíneo de glicocorticóides por tempo prolongado interfere na secreção de insulina pelas células  $\beta$  das ilhotas de Langerhans e, conseqüentemente na absorção de glicose (THRALL et al., 2007). Estes efeitos resultam em uma menor utilização de glicose pelos tecidos e estímulo da gliconeogênese no fígado. Sabe-se que a insulina reduz a glicemia devido a um estímulo na absorção da glicose, pela redução da gliconeogênese e facilitação do armazenamento da glicose sob a forma de glicogênio hepático e muscular.

Tabela 6-Média dos quadrados mínimos de parâmetros sanguíneos de ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

Variáveis	Tratamentos <sup>1</sup> (%)				EPM <sup>2</sup>	Probabilidade		
	0	33	66	100		Trat <sup>3</sup>	Período	Interação
Glicose mg/dL	82,53	86,53	86,13	85,33	2,29	0,61	<0,01	0,64
Uréia mg/dL	60,53	48,60	46,27	41,33	3,06	<0,01	<0,01	0,02
ALT UI/L	4,89	5,88	4,39	5,44	0,39	0,07	<0,01	0,23
AST UI/L	27,90	28,02	23,55	28,08	1,30	0,07	0,18	0,78
Creatinina mg/dL	0,76	0,66	0,79	0,83	0,04	0,04	<0,01	0,27

<sup>1</sup> Porcentagem de substituição do feno de tifton pela silagem de sisal; <sup>2</sup> Erro padrão da média; <sup>3</sup> Tratamento

Aumento nas concentrações séricas de catecolaminas, que são liberadas em situações de exercícios físicos, dor e medo, também podem elevar as concentrações de glicose por aumentar glicogenólise hepática, inibir a secreção de insulina e estimular a secreção de glucagon, induzindo a reações de catabolismo e provocando efeitos semelhantes àqueles causados pelos glicocorticóides. De acordo com Thrall et al. (2007), é provável que as principais causas de hiperglicemia em ruminantes ocorra à maior concentração sanguínea de glicocorticóides e epinefrina e ao menor uso de glicose pelos tecidos periféricos. Neste experimento, os animais apresentavam-se agitados e estressados, principalmente nos períodos de coleta, fato este, que pode ter contribuído para o aumento da concentração de glicose ao longo dos períodos experimentais (Figura 2) e não uma influência direta da dieta. De acordo com González et al. (2000), o controle homeostático hormonal que ocorre em animais ruminantes, faz com que este metabólito permaneça constante independente da dieta.

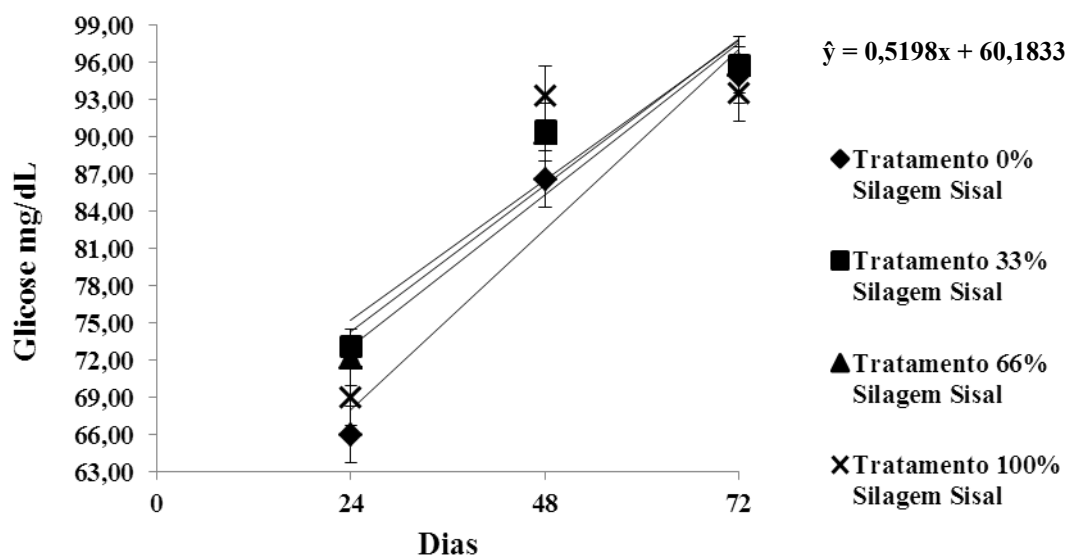


Figura 2 Concentrações séricas de glicose, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

Em ruminantes a principal fonte de glicose sanguínea é através da gliconeogênese hepática, a partir de compostos não glicídicos como os ácidos graxos voláteis (AGV's). Mais de 90% da glicose é obtida do propionato, e de outras fontes como o glicerol, aminoácidos (alanina, aspartato e glutamato) e piruvato, visto que, a absorção de glicose drenada pela veia porta é praticamente nula devido à fermentação e produção de AGV no rúmen (BERCHIELLI et al., 2006). Os ruminantes absorvem maior quantidade de ácidos graxos voláteis, advindos da fermentação dos microrganismos ruminais, do que de carboidratos, que são os substratos fermentáveis por estes microrganismos.

A concentração sérica de uréia diferiu entre tratamentos ( $P < 0,01$ ), períodos de coletas ( $P < 0,01$ ) e interação tratamento x período ( $P = 0,02$ ). O maior valor médio de uréia (60,53 mg/dL) foi observado no tratamento 0% de inclusão de silagem da mucilagem de sisal, no qual o volumoso foi composto somente pelo feno, ocorrendo decréscimo com a inclusão da silagem (Tabela 6). Os valores observados estão acima, porém próximos daqueles citados na literatura para ovinos, que é de 17,12 a 42,8 mg/dL (KANEKO et al., 1997), exceto a média obtida no tratamento com 0% de inclusão de silagem, que se encontra superior aos valores de referência.

Não foi detectada diferença no consumo de proteína entre os tratamentos (Tabela 4) embora, a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal seja linearmente

correlacionada com o teor de PB da dieta (HESS et al., 2000). É provável que este efeito seja explicado pela proteína degradável no rúmen (PDR), que é convertida em nitrogênio amoniacal pelos microrganismos. De acordo com Hess et al. (2000), o N-ureico no sangue é linearmente correlacionado com o nitrogênio amoniacal ruminal. Mesmo as dietas com silagem obtendo maior digestibilidade da proteína, assim como menor quantidade de fibra associada à proteína, o feno contém proteína degradável no rúmen, mesmo que seja em quantidade menor àquela fornecida pela silagem.

É possível que, houve maior assimilação do nitrogênio do rúmen pelas bactérias nos tratamentos com maiores níveis de inclusão de sisal, o que poderia levar ao aumento no aporte de proteína microbiana. Portanto, é possível que uma menor eficiência em utilização de energia, advinda da fermentação, com a disponibilidade de proteína, no tratamento que continha apenas o feno como volumoso, faz com que parte desta produção de nitrogênio amoniacal ruminal, que poderia estar sendo usada, por exemplo, na síntese de proteína microbiana, seja absorvida pela parede ruminal e desviada para a ureagênese hepática. A uréia pode então ser reciclada de volta ao rúmen, via sangue ou saliva, ou ser excretada via renal (GONZÁLEZ et al., 2000). Azizi-Shotorkhoft et al. (2013), utilizando diferentes níveis de melão com cama de frango processada na alimentação de ovinos, observaram menor teor de nitrogênio amoniacal no rúmen com níveis crescentes de melão na dieta, acompanhado de menor concentração de uréia sanguínea. Os autores atribuíram estes resultados à incorporação de amônia em nitrogênio microbiano, ou seja, melhor disponibilidade de energia e proteína.

Foi observado o comportamento quadrático da concentração sérica de uréia ao longo do tempo (Figura 3). Estudos demonstram que a uréia varia mais rapidamente que outros metabólitos, já que o processo de reciclagem do nitrogênio em ruminantes é altamente variável e é afetado pelo tipo de dieta (proporção de volumoso e concentrado, teor de proteína e carboidratos degradáveis no rúmen, entre outros) e nível de consumo (KOZLOSKI, 2011).

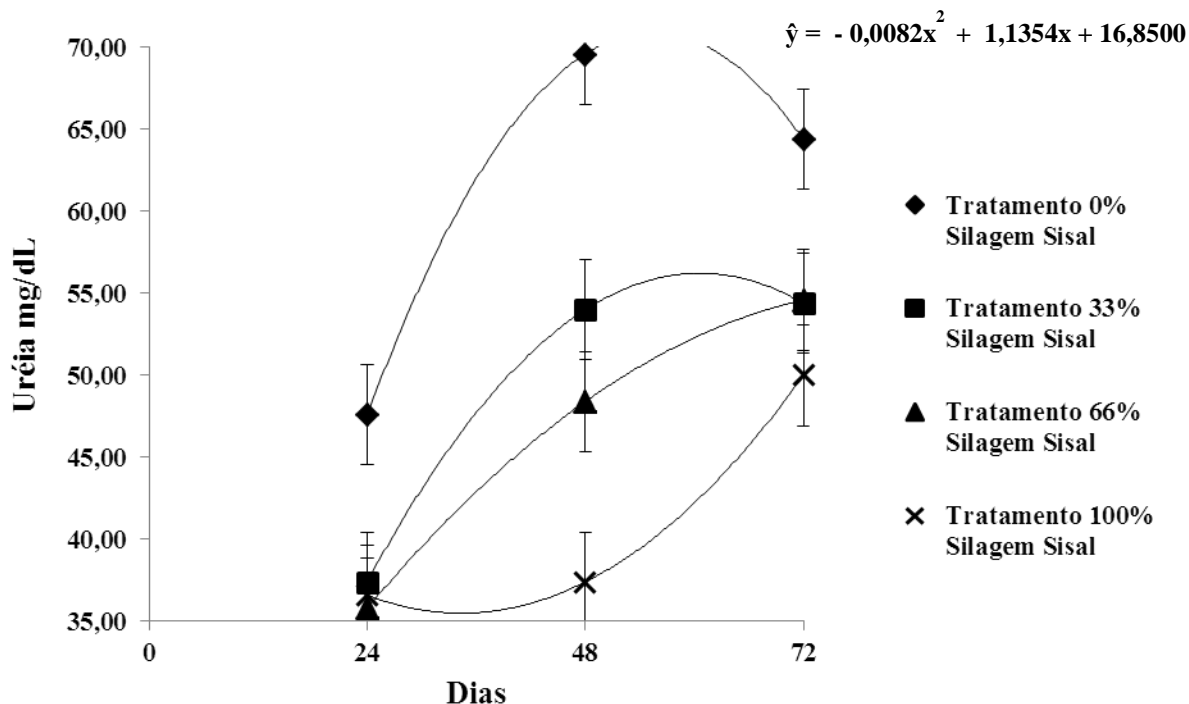


Figura 3 Concentrações séricas de uréia, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

A presença de oxalatos de cálcio no sisal não afetou a função renal dos animais, visto que os valores de uréia dos animais dos tratamentos com a inclusão da silagem de sisal encontram-se próximo dos valores de referência. A uréia sanguínea é um dos parâmetros utilizados na avaliação da filtração glomerular, já que parte da uréia sintetizada no fígado (33%) (LAPIERRE & LOBLEY, 2001) é excretada na urina por meio desta filtração (THRALL et al., 2007), apesar de que fatores como a taxa de produção hepática de uréia, taxa de excreção renal e extra renal influenciem nos valores séricos de uréia.

A atividade sérica da ALT não sofreu efeito de tratamento ( $P=0,07$ ), mas diferiu entre períodos ( $P<0,01$ ). Sua atividade média nos animais que receberam as dietas experimentais manteve-se próxima dos intervalos de referência para a espécie ovina (Tabela 6), 5 a 17 UI/L (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997), o que sugere ausência de lesão hepática. A atividade sérica de ALT ao longo do tempo foi melhor representada por equação de primeiro grau, apresentada na figura 4.

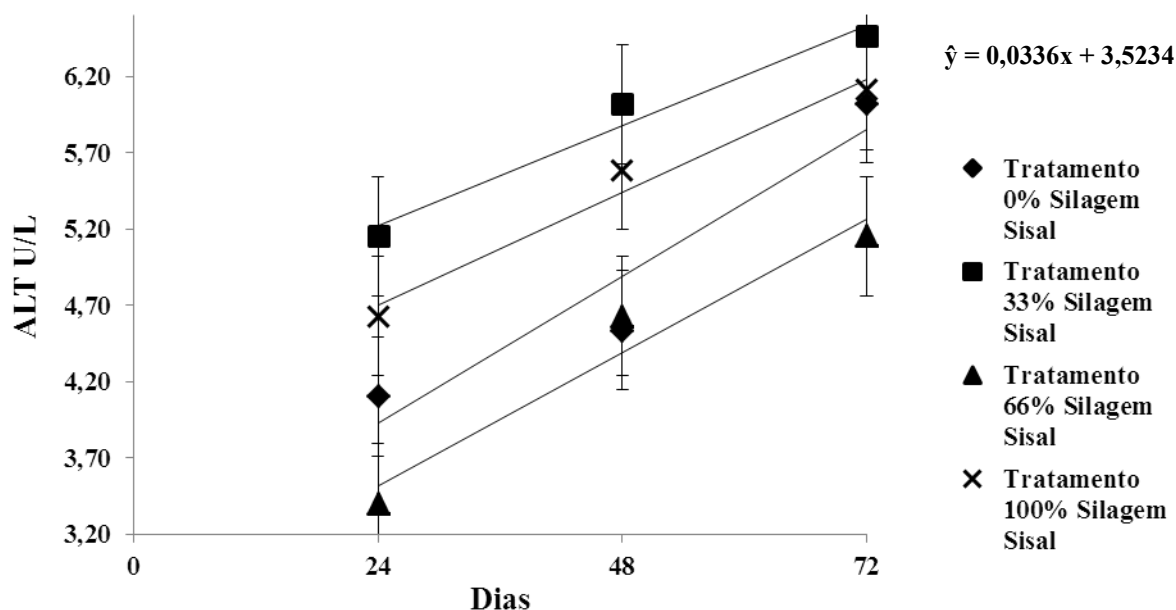


Figura 4 Concentrações séricas de ALT, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

Essa enzima é importante na avaliação de tecidos com metabolismo ativo de aminoácidos, como o fígado. A ALT catalisa a transaminação da alanina e  $\alpha$  - cetoglutarato a piruvato e glutamato, respectivamente. A Alanina aminotransferase, anteriormente denominada transaminase glutâmico-pirúvica (TGP), é uma enzima de extravasamento que está livre no citoplasma e com atividade significativa nos hepatócitos (THRALL et al., 2007). Estes mesmos autores sugerem que qualquer enfermidade que cause lesão nos hepatócitos, desde lesão de membrana até necrose de hepatócitos como hipóxia, alterações metabólicas que causem acúmulo de lipídeos nos hepatócitos, toxinas bacterianas, inflamação, neoplasia hepática, medicamentos e substâncias químicas tóxicas podem causar lesão de hepatócito, conseqüente extravasamento da enzima e aumento na atividade sérica. Apesar dos valores encontrados se mostrarem perto da normalidade, a concentração de ALT nos hepatócitos de equinos e ruminantes é baixa, quando comparado com outras espécies (cães e gatos), onde esta é mais hepato-específica; além disso, há quantidade moderada de ALT em músculos de ruminantes, ou seja, esta enzima não é totalmente hepato-específica para estes animais (THRALL et al., 2007). Este fato pode justificar a variação de ALT observada entre períodos de coleta. As transaminases também estão envolvidas



no metabolismo de aminoácidos, portanto, estas enzimas podem ser influenciadas pela renovação (*Turnover*) do tecido muscular.

Não foi encontrado efeito de tratamento ( $P=0,07$ ), ou período ( $P=0,18$ ) sobre a variável AST e os valores observados encontram-se dentro dos valores de referência para ovinos (Tabela 6) de 0 a 90 UI/L (KANEKO; HARVEY; BRUSS, 1997).

A AST catalisa a transaminação do aspartato e  $\alpha$  – cetoglutarato a oxaloacetato e glutamato, respectivamente. A Aspartato aminotransferase (AST), anteriormente denominada transaminase glutâmico-oxalacética (TGO), semelhante à ALT é uma enzima de extravasamento, parte dela livre no citoplasma, entretanto, não é considerada uma enzima hepato-específica para todas as espécies, já que está presente em maior concentração nos hepatócitos, e também, nas células musculares (cardíacas e esqueléticas), no entanto, como a atividade da ALT em ruminantes é mais baixa, a aspartato aminotransferase tem sido usada para detectar lesões hepáticas nessa espécie (THRALL et al., 2007). Geralmente, aumento da atividade sérica da AST decorre das mesmas doenças hepáticas que causam elevação de ALT. De acordo com González (2003), a AST também pode ser encontrada nos rins, pâncreas e eritrócitos, além disso, a atividade desta enzima no sangue pode se alterar quando ocorre deficiência de selênio e vitamina E, que são agentes antioxidantes.

Para a variável creatinina houve efeito de tratamento ( $P=0,04$ ) e período ( $P<0,01$ ), sendo que os valores obtidos encontram-se abaixo dos limites estipulados por Kaneko et al. (1997), de 1,2 a 1,9 mg/dL, sendo a menor média de 0,66 mg/dL com 33% de inclusão da silagem da mucilagem de sisal (Tabela 6). Este metabólito é um marcador do funcionamento renal. A creatinina é formada a partir da desidratação e degradação da fosfocreatina, originada do metabolismo de aminoácidos do tecido muscular, durante o exercício físico (THRALL et al., 2007). Estes mesmos autores ressaltam que a produção diária de creatinina é relativamente constante, proporcional à massa muscular, não sendo influenciada por fatores extra-renais, como acontece com a uréia. Uma vez formada, a creatinina é excretada do organismo por via renal durante a filtração glomerular, uma vez que não é reabsorvida ou reaproveitada pelo organismo animal. Portanto, estes valores abaixo da referência podem ser um indicativo de aumento na taxa de filtração glomerular, como consequência do aumento na ingestão de água (ARAÚJO et al., 2012). Thrall et al. (2007), relata que a maioria das dietas pode

causar diminuição do teor sérico de creatinina, porque os nutrientes absorvidos induzem um aumento pós prandial da taxa de filtração glomerular, que já pode ser observado de 4 a 6 horas após a alimentação, afirmação esta, que condiz com este experimento, já que as coletas de sangue foram realizadas 4 horas após as refeições.

O consumo de água pode ter influenciado na diferença obtida entre tratamentos e períodos de coleta, sendo observado o comportamento quadrático ao longo do tempo (Figura 5), já que os animais que consumiram feno tiveram maior consumo total de água, conseqüentemente maior taxa de filtração glomerular e redução nos teores séricos de creatinina. Além disso, observa-se que do dia 24 para o 48º dia de coleta, houve acentuada redução nos valores de creatinina, onde os animais consumiam mais água, visto que, estavam com maior peso vivo em relação ao início do experimento. Proporcionalmente, a massa muscular tende a diminuir com o aumento do peso corporal e isto, também, influencia na concentração sérica de creatinina.

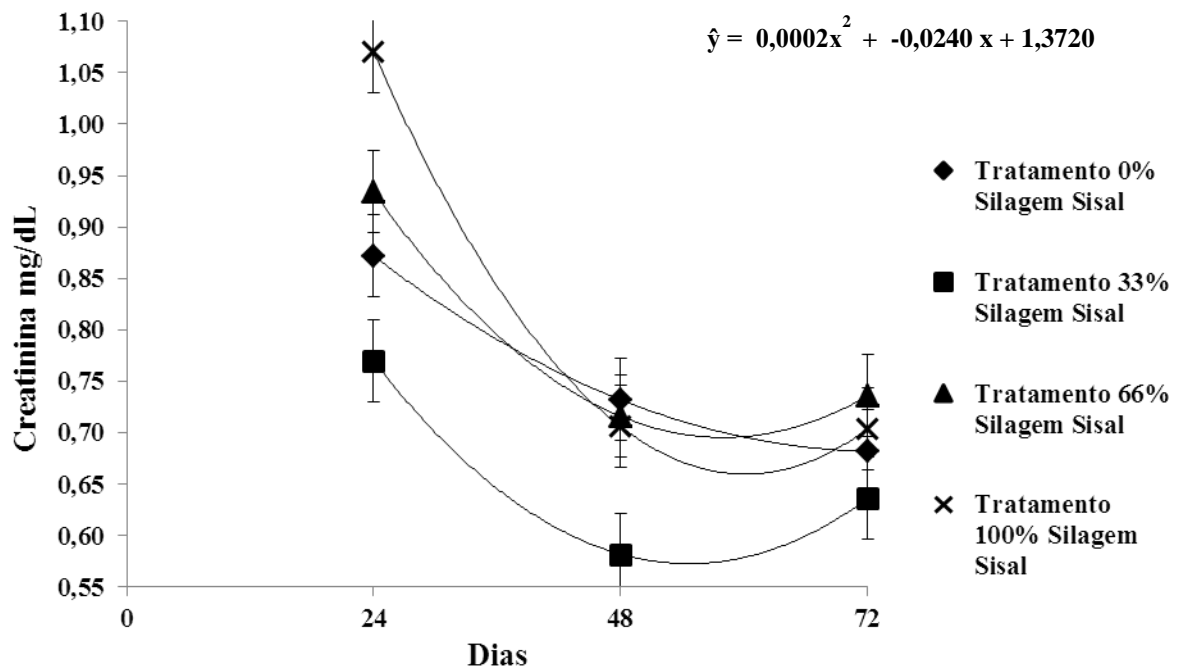


Figura 5 Concentrações séricas de creatinina, ao longo do confinamento de 72 dias, de cordeiros Santa Inês alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

### 4.3 Comportamento ingestivo

A atividade de alimentação expressas em min/dia (Tabela 7) não foi influenciada ( $P>0,05$ ) pela inclusão da silagem da mucilagem de sisal.

Embora o CMS tenha sofrido acréscimo com a adição da silagem (Tabela 4), o efeito não observado na atividade de alimentação é resultado do mesmo tempo despendido, pelos animais, com esta atividade. Portanto, os animais que se alimentaram com maior nível de silagem consumiram mais (maior número de bocados, por exemplo) na mesma frequência (tempo) que àqueles que consumiram as dietas que continha maior teor de feno.

Tabela 7- Média dos quadrados mínimos das atividades de alimentação, ruminação, mastigação e ócio em ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

	Tratamentos <sup>1</sup> (%)				EPM <sup>3</sup>	Probabilidade <sup>2</sup>	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
Alimentação (min/dia)	235,0	248,0	237,0	227,5	18,01	0,65	0,56
Ruminação (min/dia)	523,5	428,5	383,0	184,5	22,90	<0,01	0,03
Mastigação (min/dia)	758,5	676,5	620,0	412,0	32,73	<0,01	0,06
Ócio (min/dia)	681,5	763,5	820,0	1028,0	31,25	<0,01	0,06

<sup>1</sup> Porcentagem de substituição do feno de tifton pela silagem de sisal.

<sup>2</sup> Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

De acordo com Burger et al. (2000), o comportamento alimentar de ruminantes é influenciado pelas características dos alimentos, motilidade do rúmen, estado de vigília e o ambiente climático.

O tempo de ruminação diminuiu linearmente (Tabela 7) ( $P<0,05$ ), associado à diminuição da FDN na dieta e um aumento nos níveis de CNF com a inclusão da

silagem de sisal (Tabela 3). Os animais gastaram em média 523,5 minutos/dia ruminando com 0% de inclusão de silagem e 184,5 minutos/dia com inclusão de 100% de silagem de sisal, respectivamente. De acordo com Van Soest (1991), a ruminação em animais adultos ocupa cerca de oito horas do dia com variações entre 4 e 9 horas. Grant & Albrigh (1995) relata que este comportamento é principalmente influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos, sendo a efetividade da fibra, primordial para estímulo da mastigação. Van Soest (1994) comenta que as propriedades físicas e químicas da dieta influenciam no tempo despendido pelo animal com a alimentação e ruminação, sendo proporcional ao teor de parede celular das forragens. A fibra fisicamente efetiva está relacionada à manutenção do pH ruminal ideal, através do fornecimento de saliva durante a ingestão e ruminação (MERTENS, 2001). Além disso, como já discutido anteriormente, houve aumento linear da digestibilidade da MS com a substituição do feno pela silagem, ocasionando, desta forma, menor tempo de permanência do alimento no rúmen. Assim, é possível que essa redução no teor de FDN, com a inclusão da silagem, tenha causado efeito sobre o mecanismo de ruminação dos animais.

No entanto, apesar de uma diminuição do tempo de ruminação com a inclusão da silagem, atividade esta, que estimula a produção de saliva, parece não ter havido alterações no padrão de fermentação do rúmen, conseqüentemente, não houve comprometimento do ambiente ruminal, visto que a digestibilidade dos nutrientes foi favorecida com a inclusão da silagem de sisal.

O efeito da fibra sobre as variáveis comportamentais foi observado por Carvalho et al. (2006), que avaliaram diferentes níveis de FDN na forragem (20, 27, 34, 41 e 48%) na dieta de cabras e verificaram aumento dos tempos de alimentação e ruminação, o qual provocou redução do tempo em ócio.

Em relação ao tempo de mastigação (min/dia) (Tabela 7), a mesma comportou-se de forma linear e negativa ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da silagem de sisal. É possível que o efeito da silagem de sisal observado sobre a atividade de ruminação tenha influenciado o tempo de mastigação total (min/dia), visto que, este é obtido a partir da soma do tempo despendido com a ruminação e alimentação (min/dia), uma vez que, não foi observado efeito na atividade de alimentação dos animais. Segundo Van Soest (1994), a atividade de mastigação está associada à taxa de secreção salivar,

solubilização dos componentes do alimento e à quebra de partículas pelos microrganismos do rúmen, influenciando na taxa de passagem, no tempo de retenção e na digestibilidade dos alimentos. Possivelmente, os maiores valores da atividade de mastigação observados são devido ao maior teor de FDN do feno.

A atividade de mastigação total (min/dia) é uma resposta à efetividade da fibra. A fibra fisicamente efetiva tem sido definida como a capacidade da fonte de fibra da dieta em estimular a mastigação (MERTENS, 1986; 1992), portanto, é possível constatar que a substituição do feno pela silagem de sisal modifica o tempo de mastigação, mostrando, desta forma, uma acentuada diminuição de efetividade da fibra em detergente neutro da silagem de sisal.

A FDN fisicamente efetiva é relacionada às propriedades físicas da fibra, principalmente, ao tamanho de partícula que constitui um fator que exerce grande influência nos tempos despendidos nas atividades, principalmente as de ruminação e mastigação, que são potencializadas para manter a eficiência na redução de partículas (MERTENS, 1997). Embora não mensurado nesse experimento, a silagem de sisal possuía menor tamanho de partícula, quando comparado com feno (Figura 1), o que também pode explicar a redução nos tempos de ruminação e mastigação com a inclusão da silagem de sisal.

Com relação à inclusão da silagem de sisal sobre o tempo de ócio (min/dia) (Tabela 7) houve acréscimo linear ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da silagem de sisal. Este comportamento pode ser explicado a partir do tempo gasto dos animais com a ruminação, visto que, não houve diferença em relação à atividade de alimentação. Os animais que receberam maiores porcentagens de sisal apresentaram menor atividade de ruminação, conseqüentemente, teve maior parte do tempo despendido com o ócio, em comparação àqueles que receberam maior teor de feno na dieta.

A eficiência de alimentação (kg MS/hora) (Tabela 8) não foi influenciada pela inclusão da silagem da mucilagem de sisal ( $P > 0,05$ ). Este resultado pode ser justificado pelo fato de que não houve efeito no tempo despendido com alimentação (min/dia) entre as dietas experimentais, o que refletiu na eficiência de alimentação da MS. Além disso, é possível que o aumento do CMS com a inclusão da silagem da mucilagem de sisal não tenha sido suficiente para alterar esta variável dentre os tratamentos. Entretanto, a eficiência de alimentação (kg FDN/hora) diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) com a adição

da silagem de sisal. Este resultado é explicado pelo fato de que, de maneira geral, o consumo de FDN diminuiu à medida que a silagem de sisal foi adicionada a dieta.

Tabela 8- Média dos quadrados mínimos das eficiências em alimentação da matéria seca (EALMS) e da FDN (EALFDN) e eficiências em ruminação da matéria seca (ERUMS) e da FDN (ERUFDN) em ovinos alimentados com silagem da mucilagem de sisal em substituição ao feno de tifton-85.

	Tratamentos <sup>1</sup> (%)				EPM <sup>3</sup>	Probabilidade <sup>2</sup>	
	0	33	66	100		Linear	Quadrático
EALMS (kg MS/hora)	0,31	0,31	0,31	0,31	0,029	0,91	0,94
EALFDN (kg FDN/hora)	0,12	0,096	0,085	0,057	0,008	<0,01	0,90
ERUMS (kg MS/hora)	0,14	0,17	0,19	0,39	0,019	<0,01	<0,01
ERUFDN (kg FDN/hora)	0,054	0,053	0,051	0,073	0,005	0,04	0,04

<sup>1</sup> Porcentagem de substituição do feno de tifton pela silagem de sisal.

<sup>2</sup> Probabilidade dos contrastes para testar o efeito da fonte de volumoso.

<sup>3</sup> Erro padrão da média.

A eficiência de ruminação (Tabela 8), expressa em kg de MS por hora, sofreu acréscimo com a adição do sisal ( $P < 0,05$ ). Enquanto que a eficiência de ruminação (kg FDN/hora) (Tabela 8) manteve-se (em valores) semelhantes entre os tratamentos 0, 33, 66% (como um platô) sofrendo acréscimo com 100% de inclusão da silagem. De acordo com Dulphy et al (1980), aumentando-se o nível de carboidratos não fibrosos na dieta aumenta-se a eficiência de ruminação. O aumento na eficiência com a inclusão da silagem pode ser explicada em termos das características fisiológicas das forragens como maior fração da FDN potencialmente digerível favorecendo maior digestibilidade da MS e FDN (IPHARRAGUERRE & CLARK, 2003; SILVA et al., 2002). Carvalho et al. (2008), encontraram resultados diferentes deste trabalho, onde avaliando a inclusão de diferentes níveis de farelo de cacau, alimento com teor de CNF em torno de 35,29 %

e de fibra em detergente neutro de 45,56 %, no concentrado para ovinos Santa Inês, não encontraram efeito com a inclusão do farelo de cacau para a eficiência em alimentação e ruminação.

Este comportamento da eficiência de ruminação (kg FDN/hora) pode decorrer dos menores consumos de FDN com a adição de sisal, associado a uma possível menor efetividade da fibra. Quanto maior o teor de FDN na dieta, menor poderá ser a eficiência de utilização desta fração devido a maior dificuldade em reduzir o tamanho de partícula, o que pode provocar redução na ingestão de alimentos (CARVALHO et al., 2006). Bispo et al. (2010) trabalhando com vacas em lactação e ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira, observaram aumento da eficiência de ruminação (kg MS/hora e kg FDN/hora) com a adição de palma, e justificaram este achado relatando que com a inclusão da palma houve redução na FDN da dieta, levando o animal a ser mais eficiente no uso da fibra por unidade de tempo. Comportamento este, que pode ter ocorrido neste experimento, visto que, em termos de FDN, o sisal possui características semelhantes as da palma forrageira.

## 5.0 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A silagem da mucilagem de sisal pode substituir o feno de tifton-85, em sua totalidade, na dieta de ovinos em crescimento, com relação volumoso:concentrado de 50:50, sem afetar de forma negativa o consumo e a digestibilidade, e desse modo, essa fonte de volumoso pode ser uma estratégia de suplementação alimentar, principalmente nos períodos de escassez de forragens. Observou-se que a silagem pode ser uma fonte de água para suprir as necessidades hídricas dos animais em regiões áridas e semiáridas.

É possível que a silagem da mucilagem de sisal possua menor efetividade física da fibra, em relação ao feno, o que afetou o comportamento ingestivo dos animais; entretanto, parece que, esta característica física da silagem, nas condições deste experimento, não foi suficiente para afetar o ambiente ruminal (pH, microrganismos), visto que a digestibilidade dos nutrientes não foi comprometida.

De maneira geral, a inclusão da silagem de sisal, em dietas para ovinos, não causa alterações dos parâmetros sanguíneos analisados, visto que, estes ficaram em torno dos limites de referência estipulados para a espécie ovina.



## 6.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEN, M. S. Effect of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. G. Tecnologias e relações sociais de produção no setor sisaleiro nordestino. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.37, n.3, jul-set. 2006.

AMARAL, R. C.; 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-MONTEMAYO, 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.

AQUINO, D. F. **Sisal - Proposta de Preço Mínimo 2012/2013**: Conab, 2012 – Estudos Internos. Disponível em: <<http://www.conab.com.br>>. Acesso em: 08 out 2013.

ARAÚJO, P. B. et. Efeito da substituição do feno de capim tifton (*Cynodon* spp.) por casca de mamona (*Ricinus communis*) em dietas a base de palma forrageira (*Nopalea cochenilifera* Salm Dick) sobre o metabolismo energético, protéico e mineral em ovinos. **Revista Brasileira de Medicina Veterinária**, Rio de Janeiro, RJ, v.34, n.4, p.327-335, Out/Dez, 2012.

AZIZI-SHOTORKHOFT, A.; REZAEI, J.; FAZAELI, H. The effect of different levels of molasses on the digestibility, rumen parameters and blood metabolites in sheep fed processed broiler litter. **Animal Feed Science and Technology**, v.179, p.69-76, 2013.

BANDEIRA, D.A.; SILVA, O.R.R.F.; 2006. Aproveitamento de resíduos. In: Andrade, W. (Ed.), **O sisal do Brasil**. Sindifibras, Salvador, p. 56–61.

BERCHIELLI, T.T.; VEGA-GARCIA, A.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. (Org.) **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, p.397-421, 2006.

BISPO, S.V.; FERREIRA, M.A.; VÉRAS, A.S.C.; BATISTA, A.M.V.; PESSOA, R.A.S.; BLEUEL, M.P. Palma forrageira em substituição ao feno de capim-elefante. Efeito sobre consumo, digestibilidade e características de fermentação ruminal em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.1902-1909, 2007.

BISPO, S. V.; FERREIRA, M. A.; VÉRAS, A. S. C.; MODESTO, E. C.; GUIMARÃES, A. V.; PESSOA, R. A. S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2024-2031, 2010.

BLUNDEN, G.; YI YR; JEWERS, K. A reinvestigation of the steroidal sapogenins of *Agave sisalana*. **Lloydia**, v.37, n.1, p.10-16, 1974.

BLUNDEN, G.; PATEL, A.V.; CRABB, T. A. Barbourgenin, a new steroidal sapogenin from *Agave sisalana* leaves. **Journal of Natural Products**, v.49, n.4, p.687-689, 1986.

BOTURA, M. B.; SILVA, G. D.; LIMA, H. G.; OLIVEIRA, J. V. A.; SOUZA, T. S.; SANTOS, J. D. G.; BRANCO, A.; MOREIRA, E. L. T.; ALMEIDA, M. A. O.; BATATINHA, M. J. M. In vivo anthelmintic activity of an aqueous extract from sisal

waste (*Agave sisalana* Perr.) against gastrointestinal nematodes in goats. **Veterinary Parasitology**, v.177, p.104-110, 2011.

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.; BORGES, M. C. B.; ARAGÃO, A. S. L.; ARAÚJO, G. G. L.; MORAES, S. A.; BRANDÃO, W. N. Valor nutritivo de componentes da planta e dos co-produtos do desfibramento do sisal. In: 46ª Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá. **Anais...** Maringá: SBZ 2009.

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 ovino – Pesquisa Pecuária Municipal, 2012**. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>. Acesso: em 3 nov 2013.

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: 03 nov 2013.

BURGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; COELHO DA SILVA, J.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; CASALI, A.D.P. Comportamento ingestivo de bezerras holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p. 236-242, 2000.

CARVALHO, S.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H. et al. Comportamento ingestivo de cabras Alpinas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro proveniente da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.562-568, 2006.

CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, R.R. et al. Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.660-665, 2008.

CEZAR, M. F. **Características de carcaça e adaptabilidade fisiológica de ovinos durante a fase de cria**. 2004. 88p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal da Paraíba, Areia.

CLEMENTINO, R. H. **Utilização de subprodutos agroindustriais em dietas de ovinos de corte: consumo, digestibilidade, desempenho e características de carcaça**. 2008. 136p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Sisal: problemas e soluções (2004)**. Disponível em: <<http://www.cna.org.br>>. Acesso em: 15 out. 2013.

COSTA, R. G.; BATISTA, A .S. M.; AZEVEDO, P. S.; QUEIROGA, R. C. R.; MADRUGA, M.S.; ARAUJO FILHO, J.T. Lipid profile of lamb meat from different genotypes submitted to diets with different energy levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.532-538, 2009.

CUNHA, M .G. G.; CARVALHO, F. F. R.; GONZAGA NETO, S.; CEZAR, M. F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1112-1120, 2008a.

CUNHA, M. G. G.; CARVALHO, F. F. R.; VÉRAS, A. S. C.; BATISTA, A. M. V. Desempenho e digestibilidade aparente em ovinos confinados alimentados com dietas

contendo níveis crescentes de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.6, p.1103-1111, 2008b.

CUTRIM, D. O.; ALVES, K. S.; NEIVA, J. N. M.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; ELIAS, A. K. S.; MATA, V. J. V.; SANTOS, R. C.; GOMES, D. I. Replacement levels of elephant Grass by moist pineapple by-product silage in diets of Santa Ines crossbred sheep: performance and digestibility. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.45, p.585-592, 2013.

DAWIDAR, A. A.; FAYEZ, M. B. E. Steroid saponins. III. Distribution of steroid saponins in the sisal plant. **Archives of Biochemistry and Biophysics**, v.92, p.420-423, 1961.

DJOUVINOV, D.S.; TODOROV, N.A. Influence of dry matter intake and passage rate on microbial protein synthesis in the rumen of sheep and its estimation by cannulation and non-invasive method. **Anim. Feed Sci. Technol.**, v.48, p.289–304, 1994.

DOMINGUES, L. F. **Avaliação da atividade anti-helmíntica do resíduo líquido de *Agave sisalana* Per. (sisal) em caprinos.** 2008. 69p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal nos Trópicos), Universidade Federal da Bahia, Salvador.

DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds.). **Digestive physiology and metabolism in ruminants.** Lancaster: MTP, p.103-122, 1980.

DUTRA, A. R.; QUEIROZ, A.C.; PEREIRA, J. C. Efeitos dos níveis de fibra e das fontes de proteínas sobre o consumo e digestão dos nutrientes em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.4, p.787-796, 1997.

FARIA, M. M. S.; JAEGER, S. M. P. L.; OLIVEIRA, G. J. C.; OLIVEIRA, R. L.; LEDO, C. A. S.; SILVA, A. M.; LOPES, N. C. M.; SANTANA, F. S. de. Composição

bromatológica do co-produto do desfibramento do sisal submetido à auto-fermentação. **Magistra**, Cruz das Almas-BA, v.20, n.1, p.30-35, jan/mar., 2008.

FERRÃO, S. P. B.; BRESSAN, M. C.; OLIVEIRA, R. P.; PÉREZ, J. R. O.; RODRIGUES, E. C.; NOGUEIRA, D. A. Características sensoriais da carne de cordeiros da raça Santa Inês submetidos a diferentes dietas. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 185-190, jan./fev., 2009.

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.

FRANCESCHI, V.R.; NAKATA, P.S. Calcium oxalate in plants: formation and function. **Annu. Rev. Plant Biol**, v.56, p. 41–71, 2005.

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.

GARCIA-SOTO, M. J.; JIMÉNEZ-ISLAS, H.; NAVARRETE-BOLAÑOS, J. L.; RICO-MARTINEZ, R.; MIRANDA-LÓPEZ, R.; BOTELLO-ÁLVAREZ, J. E. Kinetic study of the thermal hidrolisis of *Agave salmiana* for mezcal production. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.59, p.7333-7340, 2011.

GOMES, D. I.; VÉRAS, R. M. L.; ALVES, K. S.; DETMANN, E.; OLIVEIRA, L. R. S.; MEZZOMO, R.; SANTOS, R. B.; BARCELOS, S.S. Performance and digestibility of growing sheep fed with açai seed meal-based diets. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.44, p.1751-1757, 2012.

GONZÁLEZ, F. H. D. et al. **Perfil metabólico em ruminantes: seu uso em nutrição e doenças nutricionais**. Porto Alegre: Gráfica da UFRGS, 108p. 2000.

GONZÁLEZ, F. H. D. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. 2 ed. Porto Alegre: editora da UFRGS, 364p. 2003.

GRANT, R.J.; ALBRIGTH, J.L. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12. p.2791-2803, 1995.

GUTIÉRREZ, A.; RODRÍGUEZ, I. M.; DEL RÍO, J. C. Chemical composition of lipophilic extractives from sisal (*Agave sisalana*) fibers. **Industrial Crops and Products**, v.28, p.81-87, 2008.

HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P.; WEBSTER, T.K.M. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food Agriculture**, v.79, n.15, p.2079-2086, 1999.

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

HESS, H. D.; LASCANO, C. E.; FLÓREZ, H. Blood and Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of cattle under tropical conditions. In: CONFERENCE OF INTERNATIONAL AGRICULTURAL RESEARCH FOR DEVELOPMENT, 10, Stuttgart. **Proceeding** ... Stuttgart: Univsrsktak Hohenheim, p.56-72, 2000.

ILLIUS, A.W.; TOLKAMP, B.J.; YEARSLEY, J. The evolution of the control of food intake. **Proc. Nutr. Soc.**, v.61, p.465–472, 2002.

IPHARRAGUERRE, I.R., CLARK, J.H. Soyhulls as alternative feed for lactating dairy cows: a review. **Journal of Dairy Science**, v.86, p.1052–1073, 2003.

JACKSON, F.; MILLER, J. Alternative approaches to control – Quo vadit? **Veterinary Parasitology**, v.139, p.371-384, 2006.

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.

JOSEPH, K.; FILHO, R. D. T.; JAMES, B.; THOMAS, S.; CARVALHO, L. H. A review on sisal fiber reinforced polymer composites. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.3, n.3, p.367-379, 1999.

KANEKO, J.J.; HARVEY, D. W.; BRUSS, W. L. **Clinical biochemistry of domestic animals**. 5 ed. New York: Academic Press, 932p. 1997.

KOZLOSKI, G. V.; TREVISAN, L. M.; BONNECARRÈRE, L. M. et al. Níveis de fibra em detergente neutro na dieta de cordeiros: consumo, digestibilidade e fermentação ruminal. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.893-900, 2006.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 3 ed. Santa Maria. Editora: da UFSM. 212p. 2011.

LAPIERRE, H.; LOBLEY, G. E. Nitrogen Recycling in the ruminant: a review. **J. Dairy Sci.**, v.84 (E. Suppl.) p.223-236, 2001.

LEIBOVICH, H.; ZENOU, A.; YOSEF, E.; NIKBACHAT, M.; KAADAN, S.; ESHTIWI, H.; NASHEF, K.; KUSHNIR, U.; MIRON, J. Digestibility by lambs and nutritive value for lactating ewes of a total mixed ration containing *Cephalaria joppensis* silage as wheat silage substitute. **Small Ruminant Research**, v.112, p.97-102, 2013.

LICITRA, G.; HERNANDEZ, T.M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feed. **Animal Feed Science Technological**, v.57, n.4, p.347-358, 1996.



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 2013.

LIMA, P. C. F. Sistemas agrossilviculturais desenvolvidos no semiárido brasileiro. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n.16, p.7-17, dez. 1988.

MARTIN, A. R.; MARTINS, M. A.; MATTOSO, L. H. C.; SILVA, O. R. R. F. Caracterização química e estrutural de fibra de sisal da variedade *Agave Sisalana*. **Ciência e Tecnologia**, v.19, n.1, p.40-46, 2009.

MARTINS, A. S.; PRADO, I. N.; ZEOULA, L. M. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.

MATTOSO, L. H. C.; FERREIRA, F. C.; CURVELO, A. A. S. - **Lignocellulose-Plastic Composites**, LEÃO, A. L.; CARVALHO, F. X.; FROLLINI, E. (ed.), USP & UNESP, São Paulo (1997).

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

MERTENS, D. R. Effect of physical characteristics, forage particle size and density of forage utilization. **Proc. Am. Feed Industry Assn. Nutr. Symp.**, p.91, 1986.

MERTENS, D. R. Análise da fibra e sua utilização na avaliação de alimentos e formulação de rações. In: Simpósio Internacional de Ruminantes. **Anais...** SBZ-ESAL, 188, MG., 1992.

Mertens, D.R. Regulation of forage intake. In: Fahey, G.C., Collins, M., Mertens, D.R., Moser, L.E. (Eds.), **Forage Quality, Evaluation and Utilization**. American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, Madison, Wisconsin, p. 450–493, 1994.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal. Dairy Science**, v.80, p.1463–1481, 1997.

MERTENS, D.R. Physical effective NDF and its use in formulating dairy rations. In: Simpósio Internacional em Bovinos de Leite, 2, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA-FAEPE, p.25-36, 2001.

MORGADO, E.S.; ALMEIDA, F.Q.; GODOI, F.N.; GOMES, A.V.C.; GALZERANO, L.; FRANÇA, A.B.; BRASILEIRO, L.S. Digestão de carboidratos em equinos alimentados com dietas compostas de volumoso ou de volumoso suplementado com concentrado e/ou óleo de soja. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, p.1112–1119, 2009.

MWAIKAMBO, L. Y.; ANSELL, M. P. Chemical modification of hemp, sisal, jute and kapok fibers by alkalization. **Journal of Applied Polymer Science**, v.84, n.20 p.2222-2234, 2002.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements 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.

OLIVEIRA, L. B.; PIRES, A. J. V.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, L. S. O.; ALMEIDA, V. V.; 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.

OLIVEIRA, V. S.; FERREIRA, M. A.; GUIM, A.; MODESTO, E. C.; ARNAUD, B. L.; SILVA, F. M. Substituição total do milho e parcial do feno do capim – tifton por palma forrageira em dietas para vacas em lactação. Produção, composição do leite e custos com alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.928-937, 2007.

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

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

PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D.; VIEIRA, P. A. S.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAGÃO, A. S. L. de. Desempenho bioeconômico de cordeiros alimentados com dietas contendo co-produtos do sisal. In: 47<sup>a</sup> Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: SBZ 2010.

PEREIRA, M. K.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y.; ROCHA, M. A.; KURAOKA, J. T.; NAKAGHI, E. Y. O. Consumo de nutrientes e desempenho de cordeiros em confinamento alimentados com dietas com polpa cítrica úmida prensada em substituição à silagem de milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.134-139, 2008.

PIÑEIRO-VÁZQUEZ, A.T.; AYALA-BURGOS, A. J.; CHAY-CANUL, A. J.; KUIVERA, J. C. Dry matter intake and digestibility of rations replacing concentrates with

graded levels of *Enterolobium cyclocarpum* in Pelibuey lambs. **Trop. Anim. Health Prod.**, v.45, p.577-583, 2013.

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.

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.

REIS, R. A.; BASSO, F. C.; ROTH, A. P. 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.

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

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.

SALEM, A. Z. M.; HASSAN, A. A.; KHALIL, M. S.; GADO, H. M.; ALSERSY, H.; SIMBAYA, J. Effect of sun-drying and exogenous enzymes on nutrients intake,

digestibility and nitrogen utilization in sheep fed *Atriplex halimus* foliages. **Animal Feed Science and Technology**, v.171, p.128-135, 2012.

SANTOS, J.D. 2006. Produção e consumo. In: Andrade, W. (Ed.), **O sisal do Brasil**. Sindifibras, Salvador, p. 46–53.

SANTOS, J.W.; CABRAL, L.S.; ZERVOUDAKIS, J.T.; ABREU, J.G.; SOUZA, A.L.; PEREIRA, G.A.C.; REVERDITO, R. Farelo de arroz em dietas para ovinos, **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p.193–201, 2010.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAÚJO, G. G. L.; ARAGÃO, A. S. L.; BRANDÃO, W. N.; SOUZA, R. A.; OLIVEIRA, G. F. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.63, n.6, p.1502-1510, 2011.

SANTOS, W.R.; BERNARDO, R.R.; PEÇANHA, L.M.T.; PALATNIK, M.; PARENTE, J.P.; SOUSA, C.B.P. Haemolytic activities of plant saponins and adjuvants. Effect of *Periandra mediterranea* saponin on the humoral response to the FML antigen of *Leishmania donovani*. **Vaccine**, v.15, n.9, p.1024-1029, 1997.

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

SERRATOS, J. **Utilización de semillas de *Enterolobium cyclocarpum* en la alimentación humana**. 1989. 65p. Tesis de Maestría, Universidad Autónoma de Guadalajara, Guadalajara.

SHEM, M.N.; ORSKOV, E.R.; KIMAMBO, A.E. Prediction of voluntary dry-matter intake, digestible dry-matter intake and growth rate of cattle from the degradation characteristics of tropical foods. **Anim. Sci.**, v.60, p.65–74, 1995.

SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments. **Small Ruminant Research**, v.35, p.181–193, 2000.

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**, v.82, p.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, 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, L.D.F.; EZEQUIEL, J.M.B.; AZEVEDO, P.S.; CATTELAN, J.W.; BARBOSA, J.C.; RESENDE, F.D.; CARMO, F.R.G. Digestão total e parcial de alguns componentes de dietas contendo diferentes níveis de casca de soja e fontes de nitrogênio, em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.1258–1268, 2002.

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 out 2013.

SILVA, O. R. R.; BELTRÃO, N. R. R. F. **O Agronegócio do Sisal no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa, 1999.

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.

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

SISAL, INFORME TÉCNICO, **Centro de Planejamento da Bahia: Salvador (1980).**

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, R. S.; Pires, A. J. V.; Carvalho, G. G. P.; Silva, F. F.; Magalhães, A. F.; Veloso, C. M. Composição química de capim - tanzânia adubado com nitrogênio e fósforo, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1200–1205, 2010.

SOUSA, V. S.; LOUVANDINI, H.; SCROPFNER, E. S. Desempenho, características de carcaça e componentes corporais de ovinos deslanados alimentados com silagem de girassol e silagem de milho. **Ciência Animal Brasileira**, v. 9, n. 2, p. 284-291, 2008.

SOUSA, W. H.; BRITO, E. A.; MEDEIROS, A. N.; CARTAXO, F. Q.; CEZAR, M. F.; CUNHA, M. G. G. Características morfométricas e de carcaça de cabritos e cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1340-1346, 2009.

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.

SPARG, S.G.; LIGHT, M.E.; VAN STADEN, J. Biological activities and distribution of plant saponins. **Journal of Ethno-Pharmacology**, v.94, p.219-243, 2004.

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).

SUYENAGA, E. S.; SANTOS, L. R.; MARTINS, L. S.; BUENO, F. O risco do uso de plantas medicinais indicadas por ervateiros no tratamento da sinusite em Porto Alegre. **Estudos**, 34, 833–842, 2007.

THRALL, M. A.; BAKER, D.C.; CAMPBELL, T. W.; DeNICOLA, D.; FETTMAN, M. J.; LASSEN, E. D.; REBAR, A.; WEISER, G. **Hematologia e bioquímica clínica veterinária**. 1 ed. São Paulo: Editora Roca, 582p. 2007.

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, n.10, p. 3583-3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>nd</sup> ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VÉRAS, R. M. L.; FERREIRA, M. A.; CAVALCANTI, C. V. A.; VÉRAS, A. S. C.; CARVALHO, F. F. R.; SANTOS, G. R. A.; ALVES, K. S.; JÚNIOR, R. J. S. M. Substituição do milho por farelo de Palma Forrageira em dietas de ovinos em crescimento. Desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.249-256, 2005.

VIEIRA, E.L.; BATISTA, A.M.V.; GUIM, A.; CARVALHO, F.F.; NASCIMENTO, A.C.; ARAÚJO, R.F.S.; MUSTAFA, A.F. Effects of hay inclusion on intake, *in vivo* nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia*



*ficus-indica* Mill) based diets. **Animal Feed Science and Technology**, v.141, n.4, p.199-208, 2008.

WALLACE, R. J. Antimicrobial properties of plant secondary metabolites. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.63, p.621-629, 2004.

WANG, Y.; McALLISTER, T.A.; YANKE, L.J.; CHEEKE, P.R. Effect of steroidal saponin from *Yuca Schidigera* stract in on ruminal microbes. **J. Appl. Microbiol**, v.88, p.887-896, 2000.

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