

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
PROGRAMA DE DOUTORADO INTEGRADO EM ZOOTECNIA  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

**Utilização do feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho em substituição à palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*, Mill) em dieta para ovinos**

**VALÉRIA LOURO RIBEIRO**

**Recife-2009**

**VALÉRIA LOURO RIBEIRO**

**Utilização do feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho em substituição à palma forrageira (*Opuntia fícus-indica*, Mill) em dieta para ovinos**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – UFRPE/UFPB/UFC, como requisito para obtenção do título de Doutor em Zootecnia.

**Orientadora:** Ângela M. Vieira Batista, D. Sc

**Co-orientadores:** Adriana Guim, D. Sc

Francisco. F. R de Carvalho, D. Sc.

**Recife-PE**

**Novembro de 2009**

Ficha catalográfica

R484u Ribeiro, Valéria Louro  
Utilização de feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind)  
e farelo de milho em substituição à palma forrageira (*Opuntia  
ficus-indica* Mil) em dieta para ovinos / Valéria Louro Ribeiro.  
– 2009.  
103 f. : il.

Orientador: Ângela Maria Vieira Batista  
Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal  
Rural de Pernambuco. Departamento de Zootecnia.  
Inclui referências.

CDD 636.0852

1. Alimentação
2. Cactáceas
3. Comportamento ingestivo
4. Halófitas
5. Parâmetros ruminais
6. Ciliados do Rúmen
7. Conteúdo ruminal
8. *Entodinium*
  - I. Batista, Ângela Maria Vieira
  - II. Título

**Utilização do feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho em substituição à palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em dieta para ovinos**

**VALÉRIA LOURO RIBEIRO**

Tese defendida e aprovada em 06 de Novembro de 2009, pela banca examinadora:

**Orientador:**

---

Ângela Maria Vieira Batista, Dra. DZ/UFRPE

**Banca examinadora:**

---

André Luiz Rodrigues Magalhães, D. SC. UAG/UFRPE

---

Francisco Fernando Ramos de Carvalho, D. SC. UFRPE

---

Gherman Garcia Leal de Araújo, D. Sc. UFPB

---

Robson Magno Liberal Vêras, D. Sc. DZ/UFRPE

**Recife- 2009**

## **BIOGRAFIA**

Valéria Louro Ribeiro, natural de Recife – PE, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Federal de Alagoas – UFAL em fevereiro de 2004. Ingressou no programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco-UFRPE, como aluna especial em março de 2004 e como regular em março de 2005, na área de Nutrição Animal, vindo a defender seu trabalho de dissertação em fevereiro de 2006. Neste mesmo ano, ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia pela UFRPE, na mesma área de atuação, defendendo sua tese em novembro de 2009.

*A Deus,*

*Por mais essa conquista, e principalmente por não me deixar desistir, mostrando-me sempre que seria possível seguir e conseguir.*

*A Minha Família*

*Meus pais Aginaldo Ribeiro Silva e Maria Josefa Louro Ribeiro, por me proporcionar base familiar sólida através do Amor, Respeito e Compreensão indispensáveis à minha formação como ser humano e cidadão;*

*Minha irmã Verônica Louro Ribeiro e meu cunhado Erick Urbano, que sempre estiveram presentes, me apoiando e sendo compreensivos nos momentos em que estive ausente para dedicar-me ao meu objetivo durante essa jornada*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

A Universidade Federal Rural de Pernambuco, e ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, pela oportunidade de crescer ainda mais na minha vida acadêmica.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq, pela concessão da bolsa de estudo.

A EMBRAPA Semi-árido, que abriu suas portas em parceria com a Universidade Federal Rural de Pernambuco para o desenvolvimento deste trabalho.

A Prof<sup>ª</sup>. Ângela M Vieira Batista, pela orientação e incentivo na busca do crescimento profissional.

A Prof<sup>ª</sup>. Adrina Guim, por ter sido uma co-orientadora presente; pelo sorriso no rosto e por ter estado sempre disposta em ajudar.

Ao Prof<sup>º</sup> Marcelo de Andrade Ferreira, coordenador do Programa de Pós Graduação em Zootecnia da UFRPE, por sempre está a disposição para colaborar nas mais diversas situações que surgiram ao longo do curso.

Aos professores André Magalhães, Ghermam Leal, Francisco Carvalho e Robson Vêras, que comporam a banca examinadora contribuindo com suas experiências.

Aos demais professores do Departamento de Pós Graduação em Zootecnia - UFRPE, que transmitiram seus ensinamentos durante todo tempo de convivência nesta instituição.

A todos os profissionais, bolsistas e estagiários, que tive a oportunidade de encontrar na EMBRAPA Semi-árido, pois todos foram imprescindíveis para o desenvolvimento deste trabalho, pois uma andorinha só não faz verão.

A Carla W Mattos e seus familiares, Sr. Paulo, D. Zilca e Carol, pelo acolhimento durante toda minha estadia em Petrolina, me recebendo de braços abertos. Muito obrigada.

A todos os amigos do Departamento de Zootecnia/UFRPE, graduandos e pós-graduandos, que se fizeram presentes cada um em seu momento, mais cada momento de forma importante, e citar nomes seria uma outra tese.

A todos os funcionários do Departamento de Zootecnia em especial aos amigos Antônio Souza, Omer Cavalcanti, Dona Helena, Raquel Jatobá, Sr. Nicássio, Cristina e Wagner, sempre presentes e pronto a auxiliar no Laboratório de Nutrição Animal.

A Fabiana Lopes, Laine Matos e Chiara Rodrigues, companheiras desde a graduação, pela amizade, pelo carinho, pelo apoio, por tudo. Obrigada.

A Ednéia de Lucena Vieira, que apesar da distância foi importantíssima, por todo apoio empregado.

A Daniele Silva de Mattos, pela colaboração dispensada transmitindo um pouco de sua experiência.

Ao Profº Alexandre Schuler do Laboratório de Química Instrumental da UFPE, pela colaboração dispensada a nosso trabalho, e por sua admirável humildade profissional.

A todos os animais que tive a oportunidade e o prazer de conviver antes, durante e após essa longa caminhada, os quais me mostraram que é possível aprender, dividir alegrias e tristezas. Aos meus de estimação e aos que participaram desta pesquisa.

Finalmente, agradeço a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para realização desse trabalho. OBRIGADA.

## ÍNDICE

	Página
Introdução Geral.....	1
Referências Bibliográficas.....	11
Capítulo I – Efeito da substituição da palma forrageira ( <i>Opuntia ficus-indica</i> Mill) por feno de erva sal ( <i>Atriplex nummularia</i> Lind.) e farelo de milho sobre o consumo e digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo e parâmetros ruminais em ovinos.....	14
Resumo .....	15
Abstract .....	17
1. Introdução.....	19
2. Material e Métodos.....	23
2.1. Consumo e digestibilidade da dieta.....	26
2.2. Comportamento ingestivo.....	27
2.3. Parâmetros ruminais.....	28
3. Resultados e Discussão.....	29
3.1. Consumo e digestibilidade da dieta.....	29
3.2. Comportamento ingestivo.....	36
3.3 Parâmetros ruminais.....	45
4. Conclusões.....	56
5. Referências Bibliográficas.....	57
Capítulo II - Efeito da substituição da palma forrageira ( <i>Opuntia ficus indica</i> , Mill) por feno de erva sal ( <i>Atriplex nummularia</i> Lind.) e farelo de milho sobre a população de protozoários do rúmen de ovinos.....	63
Resumo .....	64
Abstract .....	66
1. Introdução.....	68
2. Material e Métodos.....	72
2.1. Consumo de alimentos e análise do conteúdo ruminal.....	74
2.2. Identificação e contagem dos protozoários.....	75
3. Resultados e Discussão.....	76
3.1. Consumo de alimentos e análise do conteúdo ruminal.....	76
3.2. Identificação e contagem dos protozoários.....	80
4. Conclusões.....	88
5. Referências Bibliográficas.....	89

## LISTA DE TABELAS

### Capítulo I

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes.....	24
Tabela 2. Níveis de participação dos alimentos e composição química das dietas experimentais .....	25
Tabela 3. Consumos médios de matéria seca e dos nutrientes por ovinos em função da dieta.....	30
Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes em função dos níveis de substituição da palma .....	33
Tabela 5. Consumo de água e sal mineral por ovinos em função da dieta.....	35
Tabela 6. Tempos de alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TO) e mastigação total (TMT), das eficiências de alimentação de matéria seca (EALMS) e fibra em detergente neutro (EAL <sub>FDN</sub> ) e ruminação (ERU <sub>MS</sub> ) e (ERU <sub>FDN</sub> ), e das posições deitado ruminando direito (DRD) e esquerdo (DRE) de ovinos recebendo diferentes níveis de feno de erva sal.....	37
Tabela 7. Número e tamanho dos bolos ruminais e das mastigações méricas dos ovinos em função das dietas.....	43
Tabela 8. Concentrações e valores médios dos parâmetros ruminais de ovinos em função das dietas.....	47
Tabela 9. Concentrações e proporções molares dos ácidos graxos voláteis (AGV) no líquido ruminal dos ovinos em função das dietas experimentais.....	53

### Capítulo II

	Página
Tabela 1. Composição química dos ingredientes.....	73
Tabela 2. Níveis de participação dos alimentos e composição química das dietas experimentais.....	74
Tabela 3. Consumos médios de matéria seca e dos nutrientes por ovinos em função das dietas .....	76
Tabela 4. Densidade e composição bromatológica do conteúdo ruminal em três diferentes horários em função da dieta.....	79
Tabela 5. Concentração média ( $\times 10^4$ ) e percentual (%) de protozoários ciliados por mililitro de conteúdo ruminal de ovinos em função da dieta.....	83

## LISTA DE FIGURAS

### Capítulo I

	Página
Figura 1. Tempos de alimentação (min/dia) em função das dietas.....	40
Figura 2. Tempos de ruminação (min/dia) em função das dietas.....	42
Figura 3. Tempos em ócio (min/dia) em função das dietas.....	42
Figura 4. Concentração de amônia (mg/100mL) no líquido ruminal de ovinos.....	49
Figura 5. Concentração de AGV ( $\mu\text{mol/mL}$ ) no líquido ruminal de ovinos.....	55

### Capítulo II

	Página
Figura 1. Valores de pH do líquido ruminal de ovinos em função da dieta.....	81

## **1. Introdução Geral**

No Brasil, o efetivo de ovinos é de aproximadamente 15 milhões de cabeças, com as maiores concentrações nas regiões Sul e Nordeste. Esta última apresenta cerca de oito milhões de animais (IBGE, 2006). Pelo potencial que apresenta e por ser considerada instrumento para o desenvolvimento na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, a ovinocultura ganhou novos impulsos nos últimos anos, fazendo com que a cadeia de corte se consolidasse como alternativa para manter a renda do produtor rural (Braga e Rodrigues, 2005).

Nessas regiões, a escassez de água e de alimentos, além de seu baixo valor nutricional (decorrentes principalmente das irregularidades da precipitação pluviométrica), é um dos problemas que comprometem o desenvolvimento da produção animal. A obtenção de água em pequenas propriedades rurais tem ocorrido por meio de cisternas, poços, barragem subterrânea ou pequenos açudes. Estima-se que cerca de cem mil poços tenham sido perfurados para o suprimento das diferentes necessidades (Cirilo, 2008) da população humana e animal.

De acordo com Porto et al. (2006), nessa região, o uso das águas subterrâneas muitas vezes é inviável, pois essa água geralmente possui grande quantidade de sais dissolvidos pela intemperização das rochas cristalinas, havendo necessidade de dessalinização para viabilizar o manancial disponível, fornecendo água de boa qualidade. Essa tecnologia, entretanto, gera resíduos com elevada concentração salina, pois, para obtenção de determinado volume de água dessalinizada, há produção de outro volume de resíduos salinos. No entanto, este pode ser acondicionado em bacia de evaporação para obtenção de sais, utilizado na criação de animais aquáticos, e para irrigação de plantas halófitas com potencial forrageiro, que, além de servir como

alimento para os rebanhos, preserva o equilíbrio ambiental da região (Albinati et al., 2003).

As plantas halófitas são adaptadas a altos níveis de salinidade no solo e têm capacidade de acumular quantidades elevadas de sais em seus tecidos através do processo da fitoextração de sais em solos-sódicos; para isto, a planta deve apresentar tolerância ao excesso de sais e alta produção de biomassa nessa condição. Além disso, devem acumular elevados teores de sais na parte aérea, visando possibilitar a remoção dos sais com a colheita das plantas (Zhu, 2001).

Dentre as plantas halófitas está a do gênero *Atriplex*, pertencente à família Chenopodiaceae, as quais apresentam grande rusticidade, suportando ambientes como as zonas áridas e semi-áridas, onde a umidade do solo é baixa. Entretanto, apresentam boas respostas a solos preparados, visto que a maioria das espécies de *Atriplex* é perene e deve permanecer sob cultivo em campo por um período de no mínimo seis anos (Bonilla et al., 2000). Além de apresentar os mecanismos de acúmulo de sais e de sua eliminação através das folhas (Porto et al., 2006). Sendo conhecida em muitas regiões como “erva sal”.

Leal et al. (2008) consideraram, através dos seu resultados com a *A. nummularia*, que esta planta poderia ser considerada uma hiperacumuladora de Na, devido aos níveis bastantes elevados extraídos do solo pela fitoextração exercida pela planta. Porto et al. (2006) comentaram que a planta age desta maneira não com o objetivo de se tornar especializada na absorção de sais, mas sim como forma de se ajustar ao ambiente quando este é de elevada salinidade.

Em algumas regiões a erva sal é diretamente pastejada por caprinos e ovinos como meio de sobrevivência aos impactos das secas prolongadas. Em tempos de disponibilidade de outras forrageiras, a aceitabilidade é baixa, em decorrência do

acúmulo de sal nos tecidos da planta, o que a torna pouco palatável, sendo recomendada sua utilização associada a outros alimentos. No entanto, em áreas de pastagens cultivadas, a *Atriplex* pode ser utilizada na forma de feno ou silagem, sendo o feno a forma mais usada (Porto et al., 2000). Desta forma, Souto et al. (2004) previnem quanto aos níveis de fornecimento, uma vez que a quantidade excessiva tende a limitar o consumo, além de aumentar a demanda de água pelo animal.

Araújo (2009) observou absorção acima de 90% de sódio em cordeiros alimentados com feno de erva sal e palma, e sugeriu que provavelmente animais alimentados com altos níveis de feno de *Atriplex* podem desenvolver algum problema renal devido ao esforço exacerbado para eliminar o excesso presente na corrente sanguínea.

A *Atriplex* contém quantidades consideráveis de proteína (15,5 a 21,3%) e fibra bruta (20,5%), com digestibilidade de 52,0 e 39,4%, respectivamente (Aganga et al., 2003). Com valores de 17% de PB, Bonilla et al. (2000) consideraram-na uma alternativa promissora para o Nordeste brasileiro, ao garantir as necessidades nitrogenadas dos ruminantes, principalmente na época seca. Além disto, a baixa taxa de transpiração que proporciona elevada eficiência no uso de água e maior resistência à seca, associadas à capacidade de retirar sais do solo, faz destas plantas forrageiras importantes para os habitats semi-áridos.

Em relação à alimentação animal, Aganga et al. (2003) concluíram que a principal vantagem da utilização de outros alimentos juntamente com a *Atriplex nummularias* nas dietas dos animais seria minimizar os efeitos adversos devido ao alto conteúdo mineral dos tecidos das halófitas. Porém, a principal desvantagem seria a redução da eficiência de conversão dos ingredientes, devido ao efeito de diluição de minerais sobre a densidade de energia.

Diversos trabalhos tem sido conduzidos para avaliar a utilização da erva sal como forrageira na alimentação de ovinos. Abu-Zanate e Tabbaa, (2006), com 50% de erva sal em dietas de ovelhas lactantes, não encontraram problemas quanto ao rendimento de leite ou taxa de crescimento de cordeiros, e do ponto de vista econômico, reduziu o custo das dietas. Da mesma forma, segundo Bem Salen et al (2004), além de reduzir os custos com alimentação pelo menor uso de concentrado, os animais que consumiram palma forrageira com a *erva sal* obtiveram ganhos satisfatórios. Corroborando com estes resultados, Mattos (2009) concluiu que a palma associada ao feno de erva sal tem resultados positivos sobre o desempenho de cordeiros em confinamento, através de carcaças cujos pesos favorecem cortes nobres, e sem comprometimento da composição e características sensoriais da mesma.

Ben Salem et al. (2004) sugerem que *A. nummularia* e a palma forrageira são duas fontes de alimentos complementares, uma vez que a primeira possui altos teores de proteína, cinzas e sal, e baixo percentual de energia, e a segunda contém altos níveis de carboidratos solúveis, cinzas, cálcio e potássio, mas baixo de proteína, fibra e sódio. Além de apresentar até 90% de água, o que garante a saciedade dos rebanhos durante os meses de seca (Candido et al., 2005).

A utilização da erva sal juntamente com a palma forrageira, que já é empregada na alimentação animal no semi-árido Nordestino, pode ser uma alternativa alimentar a ser empregada pelos produtores, sendo necessárias avaliações que proporcionem maior conhecimento de seus efeitos.

O consumo é utilizado para alcançar respostas quanto ao uso dos alimentos nas dietas dos animais. Segundo Berchielli et al. (2006), é o componente que exerce papel de maior importância na nutrição animal, pois determinará o nível de nutrientes ingeridos. No entanto, a quantidade e qualidade dos alimentos consumidos são as

conseqüências dos mecanismos controladores do apetite e da seleção alimentar, devido às modificações atribuídas ao manejo alimentar dos animais. O apetite determina a quantidade de substrato disponível para fermentação, geralmente refletindo na demanda metabólica do animal por energia alimentar, juntamente com a satisfação de apetite específico para fibra longa, sendo ambos sujeitos à ingestão limitada de matéria seca imposta pela capacidade ruminoreticular (Leek, 2006). A fibra, além disso, tem um papel importante na digestibilidade do alimento, otimização da fermentação ruminal e regulação do consumo de alimentos (Mertens, 1992).

Mertens (1994) propôs que o consumo voluntário é regulado por três mecanismos: o fisiológico, cuja regulação é dada pelo balanço nutricional, o físico, relacionado com a capacidade de distensão do rúmen, e ainda o psicogênico, que envolve o comportamento responsivo do animal a fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento ou ao ambiente. Segundo Van Soest (1994), a demanda energética define o consumo de dietas de alta densidade calórica do animal, ao passo que a capacidade física do trato gastrintestinal determina o consumo de dietas com baixo valor nutritivo.

Esse controle é realizado no compartimento dos pré-estômagos do ruminante quando há o estiramento no saco cranial do rúmen, inibindo assim o consumo; esse estiramento ocorre quando são ingeridas grandes quantidades de material fibroso, sendo este desdobrado lentamente pelos processos duplos de degradação e ruminação. Entretanto, para dietas à base de concentrado, os eventos bioquímicos são mais importantes para a saciedade; os produtos da degradação e fermentação microbiana no rúmen inibem a ingestão de alimento, provavelmente por estímulos dos osmorreceptores.

Quanto aos fatores psicogênicos propostos anteriormente, pode ser compreendido no relato de Leek (2006) que o mecanismo do paladar depende de receptores sensoriais na língua e em outras partes, sendo estes distintos para diferentes sensações. Por exemplo, em relação à composição do alimento, os ovinos utilizam quimiorreceptores de ácidos, sal, amargo e doce. No entanto, há receptores excitados igualmente bem por soluções ácidas e salinas, incluindo o fluido ruminal normal, como estaria presente no bolo alimentar mastigado. Conferindo importância adicional em relação a determinados apetites específicos, como para o sal nos animais privados desse elemento.

Diante disto, o principal problema da avaliação do consumo de alimento reside nas razões pelas quais o animal pode recusar um alimento, o que está ligado à sua palatabilidade. Como os animais não comunicam os seus gostos e desgostos, torna-se difícil distinguir se foi a palatabilidade ou se foi uma razão fisiológica que causou a rejeição (Van Soest, 1994). Deste modo, o consumo e a digestibilidade são parâmetros necessários, por apresentarem alta correlação com a eficiência na absorção e aproveitamento dos nutrientes (Macedo Junior et al., 2006).

As medidas de consumo normalmente são feitas com animais estabulados juntamente com ensaios de digestibilidade (Van Soest, 1994), correspondendo à fração do alimento que é reduzida em partículas de baixo peso molecular por ação de enzimas do sistema digestivo ou microbianas, favorecendo a absorção pelo trato gastrointestinal, sendo afetada principalmente pela fonte de alimento e seu processamento. Para avaliação da digestibilidade do alimento podem ser utilizadas técnicas *in vitro*, *in situ* ou *in vivo*. Quando empregada a técnica *in vivo*, esta é feita medindo-se o consumo e a produção fecal, podendo-se utilizar o método convencional por meio da coleta total de fezes ou com uso de indicadores internos ou externos, desde que estes não sejam

absorvidos e que a quantidade excretada diariamente seja equivalente à consumida. Desta forma, obtém-se a estimativa da produção fecal (Lana, 2005).

O balanço de matéria perdida na passagem através do trato digestivo é o que melhor mensura o aproveitamento do alimento. No entanto, as fezes não contêm apenas o alimento não digerido, mas também produtos metabólicos como bactérias e perdas endógenas do metabolismo animal. Assim, a digestibilidade aparente é o balanço dos alimentos menos as fezes (Van Soest, 1994).

Por tudo, a avaliação do comportamento ingestivo dos ruminantes vem contribuir para melhor compreender as respostas dos animais em função do alimento a ele ofertado. O que, de acordo com Albright (1993), tem como objetivos avaliar os efeitos do arraçoamento ou quantidade e qualidade nutritiva de forragens; estabelecer a relação entre comportamento ingestivo e consumo voluntário; e verificar o uso potencial do conhecimento sobre o comportamento ingestivo para a melhoria do desempenho animal.

Os tempos de alimentação, ruminação e ócio constituem o comportamento ingestivo. De acordo com Petryna e Bavera (2002), o comportamento ingestivo envolve o consumo de alimento ou de substâncias nutritivas, incluindo sólidos e líquidos, apresentando particularidades entre as diferentes espécies. Os padrões do comportamento ingestivo estão também relacionados à anatomia e fisiologia de cada espécie e à natureza das características dos seus alimentos.

Houpt (2006) considera-os um sinal importante de saúde, quando considerados os controles fisiológicos, pois o animal come quando tem fome e para de comer quando saciado. Esse mecanismo é essencial à vida e indica múltiplos sistemas que permitem respostas a condições externas, como temperatura ambiente, e condições internas, como os receptores sensoriais.

Da mesma forma, a capacidade seletiva dos ruminantes afeta, em diferentes intensidades, o comportamento dos animais (Berchielli et al., 2006). A qualidade do substrato disponível para fermentação pelos microrganismos ruminais será determinada pela seleção do alimento exercida pelo animal, como consequência das preferências inatas e adquiridas, atreladas à capacidade do animal de diferenciar alimentos, utilizando a visão e o olfato antes da ingestão, e mecanismos de paladar após a ingestão (Leek, 2006).

Os microrganismos ruminais, responsáveis pela fermentação, necessitam de condições adequadas para um perfeito funcionamento da dinâmica ruminal. Dentre esses parâmetros podemos avaliar o pH, o conteúdo de nitrogênio presente no rúmen, a concentração molar e a proporção dos ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos (Pelegrino, 2008).

O rúmen é considerado um ecossistema microbiano diverso. Anaeróbico, com temperaturas em torno de 38 a 42°C, pH variando entre 6,0 e 7,0, com constante presença de substrato e atividade fermentativa; habitado por três tipos de microrganismos ativos: bactérias, protozoários e fungos (Kozloski, 2009). Os valores normais de pH podem ser influenciados pela dieta, sendo baixos para dietas ricas em concentrado, contendo carboidratos prontamente fermentáveis; e pelo tempo após a alimentação, apresentando pH mais baixo de duas a quatro horas após a alimentação. No entanto, a quantidade de saliva que flui para o rúmen fornece fosfato, que, junto ao bicarbonato, serve como tamponante contra alterações do pH (Allison, 2006).

Os AGV são produtos do metabolismo microbiano ruminal considerados fonte principal de energia metabolizável. A remoção desses produtos é vital para a continuação do crescimento dos microrganismos do rúmen (Van Soest, 1994), e suas taxas de produção variam com o tempo após a ingestão e com o tipo de alimento

(Kozloski, 2009). Os principais produtos dos carboidratos são os ácidos acéticos, propiônico e butírico, com aumento significativo nas proporções do ácido propiônico quando as dietas são à base de concentrado principalmente ricas em amido. Quanto à fermentação das proteínas juntamente a esses ácidos, são fornecidos os ácidos valérico e os isoácidos (isobutírico e isovalérico) (Leek, 2006). Essas proporções são significativamente influenciadas pela população metanogênica; no entanto, os protozoários contribuem significativamente para esse balanço (Van Soest, 1994).

Os protozoários são muito sensíveis a condições intra-ruminais anormais; assim, sua presença no fluido ruminal é um bom indicador de normalidade, sendo estes mais abundantes em dietas ricas em amido. Quando os concentrados são administrados, é provável que haja maior disponibilidade de grânulos e amido e de bactérias que se alimentam deles; com isso, o número de protozoários aumenta, controlando o pH, com predominância do pH de 6,2 ou mais elevado (Leek, 2006). Entretanto, em dietas à base de forragem, as bactérias constituem sítios de aderência e dificultam o engolfamento pelos protozoários.

Segundo Lana (2005), a classificação dos protozoários, inicialmente identificados em 1843, baseia-se em sua morfologia; sendo a microfauna composta em maior quantidade pelos protozoários ciliados e em menor pelos flagelados.

Grande parte dos protozoários do rúmen são ciliados e dividem-se em dois grandes grupos. Os entodimorfos ingerem preferencialmente partículas insolúveis suspensas no fluido ruminal e estão presentes em maior número quando a dieta é à base de forragens; também são capazes de aderir às fibras, e possuem atividade celulolítica e hemicelulolítica. Já os *Holotrichas* têm maior capacidade de ingerir materiais solúveis e grânulos de amido, e estão presentes em maior número quando a dieta é à base de grãos de cereais (Kozloski, 2009).

Os protozoários da subclasse *Holotricha* são grandes, ovais e com a superfície do corpo recoberta por cílios; os da subclasse *Spirotricha* são ovais, alongados e com tufo de cílios na parte anterior. Usualmente são encontrados de  $10^3$  a  $10^4$ /mL em ruminantes alimentados com farragens; utilizam açúcar, sendo que os *Isotricha* utilizam amido; engolfam as bactérias e possuem enzimas proteolíticas; e produzem CO<sub>2</sub>, acetato, butirato, lactato, amônia e pouco propionato (Lana, 2005).

Os *Entodimorfos* são encontrados de  $10^5$  a  $10^6$ /mL em ruminantes alimentados com grãos, utilizam poucos carboidratos solúveis, engolfando amido e partículas alimentares, além de utilizarem celulose; engolfam bactérias e pequenos protozoários usando a proteína como fonte de energia. Produzem CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>, acetato, butirato, amônia e algum propionato e lactato (Lana, 2005).

Os protozoários participam com 25% da proteína microbiana disponível para o hospedeiro, e aproximadamente um quarto da digestão da fibra ruminal. No entanto, existem evidências de que não são essenciais no processo de digestão do ruminante, pois, nos animais livres de protozoários (defaunados), há menor digestão da proteína dietética, assim, mais proteína estará disponível para a digestão intestinal nos ruminantes (Allison, 2006).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho, sobre os consumos e digestibilidade aparente da dieta, o comportamento ingestivo, parâmetros ruminais, além da quantificação e identificação de protozoários ruminais em ovinos.

## 2. Referências Bibliográficas

AGANGA, A. A.; MTHETHO, J. K.; TSHWENYANE, S. *Atriplex Nummularia* (Old Man Saltbush): A Potential Forage Crop for Arid Regions of Botswana Pakistan **Journal of Nutrition** v.2 n. 2, p. 72-75, 2003.

ALBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; MEDEIROS, Y. D. Utilização de águas desprezadas para a produção de alimentos no semi-árido. **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, p. 1-17, 2003. Acessado em maio de 2009. [www.grh.ufba.br/.../utilização%20de%20Águas%20xv%20simpósio%20br](http://www.grh.ufba.br/.../utilização%20de%20Águas%20xv%20simpósio%20br)

ALISSON, M. J. Microbiologia da digestão fermentativa no rúmen e no intestino grosso. In: REECE, W. O. **Dukes Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 4438-449, 2006.

ARAÚJO, R. F. SALES da S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*Opuntia fícus-indica* Mill)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de pernambuco – UFRPE, 2009. 46 p.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 403-421, 2006.

BEN SALEM, H., NEFZAOU, A., BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 65–73. 2004.

BONILLA, O. H.; TABOSA, J. N.; GALINDO, F. A. T. et al. *Atriplex*: Nova forrageira para solos salinizados no semi-árido nordestino. Recife: **IPA- Série documentos**, 2000. 25p.

CÂNDIDO, M. J. D. ; ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: Atualização e perspectivas futuras. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 42, Goiânia. **Anais...Goiânia**: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2005. p. 85-94. 2005.

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: 2ª ed. UFSM, 2009.

HOUPT, K. A. Fisiologia do comportamento. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 887-896, 2006.

IBGE – Censo Agropecuário 2006 (Resultados preliminares). Disponível em <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/bubalino\\_e\\_suinospdf](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/2006/bubalino_e_suinospdf)>. Acesso em 26 de agosto de 2008.

LEEK, B. F. Digestão no estômago do ruminante. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 404-437, 2006.

LANA, R. P de. **Nutrição e alimentação animal - mitos e realidade**. 2ª ed. Viçosa-MG UFV: 2005. 344 p.

MACEDO JUNIOR, G. de L.; PÉREZ, J. R. O.; ALMEIDA, T. R. de V. et al. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas santa Inês. **Ciência Agrotécnica Lavras**, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MATTOS, C. W. **Associação da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) e feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) em dietas para cordeiros Santa Inês em confinamento**. Tese (Doutorado em Zootecnia) Universidade Federal rural de Pernambuco – UFRPE, 2009. 101 p.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.Jr. et al (Eds). **Forage quality evaluation and utilization**. Nebraska: American Society of Agronomy, Crop Science of America; Soil Science of America, 1994. 988 p.

MERTENS, D R. Analysis of fiber in the feeds and its use in fee evaluation and ration formulatin In: SMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. Lavras. 1992. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1992. p. 1-32

PORTO, E. R.; AMORIM, M.. C. de.; DUTRA, M. T. et al. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.97–103, 2006.

PORTO, E. R.; DUTRA, M. T.; AMORIM, M.. C. de. et al. Uso da erva-sal (*Atriplex nummularia*) como forrageira irrigada com água salina. **Circular Técnica da Embrapa Semi-árido**. Petrolina-PE. EMBRAPA semi-árido, n. 53, 2000.

SOUTO, J. C. R.; ARAÚJO, G. G. L. de.; MOREIRA, J. N. et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos, com diferentes níveis de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lind.). **Revista Ciência Agrônômica**, vol. 35, n. 01, p. 116-122, 2004.

PELEGRINO, S. G. **Parâmetros ruminais em vacas de alta produção leiteira alimentadas com dieta total**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRJ, 2008. 36 p.

PETRYNA, A.; BAVERA, G.A. **Etologia: Cursos de Producción Bovina de Carne**. Faculdade de Agronomia e Veterinária – FAV, Universidade Nacional Del Rio Cuarto - UNRC, 2002. Disponível em: <http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/etologia/07-etologia.htm>. Acesso em: 2009.

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

## **CAPITULO I**

**Efeito da substituição da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) por feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho sobre o consumo, digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo e parâmetros ruminais em ovinos**

---

**Efeito da substituição da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) por feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho sobre o consumo e digestibilidade da dieta, comportamento ingestivo e parâmetros ruminais em ovinos**

---

**Resumo** – Este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) por feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind.) e farelo de milho sobre o consumo e digestibilidade aparente da dieta, comportamento ingestivo e parâmetros ruminais de ovinos. Os níveis de substituição da palma por feno de atriplex e farelo de milho foram: 0,0; 15,3; 35,3; 62,9 e 100 %. Foram utilizados cinco carneiros adultos, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de  $65 \pm 2$  kg. Os animais foram alojados em baias individuais, distribuídos em um delineamento quadrado latino 5 x 5 (5 dietas x 5 períodos). Os consumos de matéria seca, água e sal foram obtidos pela diferença entre o ofertado e as sobras. Para estimativa da produção fecal foi utilizado o óxido crômico, fornecido em duas doses diárias de 10 g, via fístula ruminal. As observações comportamentais foram realizadas em intervalos de cinco minutos durante 24h. As amostras para determinação dos parâmetros ruminais foram tomadas a 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, e 11 horas após alimentação dos animais. Os consumos de matéria seca e dos nutrientes expressos em g/dia, percentagem de peso vivo (%PV) e gramas por unidade de peso metabólico ( $\text{g/PV}^{0,75}$ ) foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de substituição com os maiores consumos entre os níveis de 35,3% e 62,9%. Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (CDMS) e matéria orgânica (CDMO) não sofreram efeito da substituição, entretanto, o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro (FDN) decresceu. O consumo de água sofreu influência significativa ( $P < 0,05$ ), com médias de 4549; 4296; 4327, 2907 e 153 mL/dia para água via dieta, já o consumo de sal não foi afetado ( $P > 0,05$ ). Os tempos de alimentação, ruminação e mastigação total tiveram comportamento quadrático, apresentando os respectivos pontos de máxima 61,39%; 41,32% e 46,34 %. As concentrações de nitrogênio amoniacal, sal e ácidos graxos voláteis (AGV), pH e temperatura ruminal foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo aumento no nível de substituição. A concentração de amônia apresentou médias de 10,26 e 39,29 mg /100mL para os respectivos níveis 0,0% e 100 % de substituição. A maior média para pH foi obtida para o nível de 100% de substituição

com média de 6,06. Pode-se concluir que a substituição da palma influencia os consumos e digestibilidade da dieta, além de modificar o padrão do comportamento ingestivo e os parâmetros ruminais de ovinos.

**Palavras-chave:** alimentação, atividades comportamentais, cactáceas, halófitas, parâmetros ruminais

**Effects of substitution of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) by hay of saltbush (*Atriplex nummularia* Lind) and corn bran on the intake and digestibility of the diet, eating behavior and rumination parameters of sheep**

---

**Abstract:** This work aimed to evaluate the effects of replacing the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) by saltbush hay (*Atriplex nummularia* Lind.) and corn bran on feed intake, apparent digestibility of the diet, eating behavior and rumination parameters of sheep. The levels of replacement were of 0,0; 15,3; 35,3; 62,9 and 100 %. Five adult sheep were used, weighing 60kg and cannula inserted in the rumen. The sheep were assigned to five dietary treatments in a Latin square 5 x 5 (5 diets and 5 periods), housed in individual stalls. The intake of dry matter, water and salt were obtained by the difference between the food presented to it and the surpluses. To estimate fecal production we used chromium oxide in two daily 10g doses, applied via the rumen cannula. The behavioral observations were conducted in the seventh day of adaptation of the experimental diet in intervals of five minutes during 24hr. The samples for determining the rumination parameters were collected 0 and 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, and 11 hours after feeding the animals. The intake of dry matter and nutrients, written in g/day, percentage of live weight (%LW) and grams per unit of metabolic weight (g/LW<sup>0,75</sup>), were influenced significantly (P<0,05) for the replacement levels, the largest intake being in the 35,3% and the 62,9% levels. The coefficients of apparent digestibility of dry matter (DCDM) and organic matter (DCOM) were not affected by the replacement. However the coefficient of digestibility of the fiber in neutral detergent (NDF) decreased. The water intake suffered significant influence (P<0,05), with averages of 4549; 4296; 4327, 2907 and 153 mL/day for water through diet. Salt intake was not affected (P>0,05). The times of feeding, rumination and total mastication had quadratic behavior, showing the respective maximum points of 61,39; 41,32 and 46,34 %. The concentrations of ammonia, salt and volatile fat acids (VFA), pH and ruminal temperature were influenced significantly (P<0,05) by the increase in the substitution level. The concentration of ammonia nitrogen featured averages of 10,26 and 39,29 mL/100mL for the respective levels 0,0% and 100% of substitution. The largest average for pH was obtained for the level of 100% of substitution with average of 6,06. We can conclude that the substitution of the spineless cactus influences the intake and digestibility of the diet, besides modifying the pattern of the eating behavior and the rumination parameters of sheep.

**Key Words:** feeding, behavior activites, cactus, halophytes, parameters ruminante

## 1. Introdução

O efetivo de ovinos no Brasil é de aproximadamente 15 milhões de cabeça, com as maiores concentrações nas regiões Sul e Nordeste. Nesta última região encontram-se cerca de oito milhões de animais (IBGE, 2006). Por ser considerada um instrumento para o desenvolvimento na zona semi-árida do Nordeste brasileiro, a ovinocultura de corte se consolidou como uma boa alternativa para manter a renda do produtor rural (Braga e Rodrigues, 2005). No entanto, nessas regiões, as irregularidades da precipitação pluviométrica comprometem a produção animal.

As águas subterrâneas do semi-árido Nordestino são salinas, necessitando de tratamento antes de sua utilização para abastecimento humano ou animal e irrigação das culturas em geral. Uma técnica que tem sido utilizada nessa região é o uso de dessalinizadores de osmose reversa. No entanto, o rejeito produzido neste processo possui alta concentração de sais, sendo capaz de degradar os cursos d'água e solo quando não controlado (Montenegro et al., 2003). Porém, o rejeito pode ser acondicionado em bacia de evaporação para obtenção de sais, utilizado na criação de animais aquáticos, e para irrigação de plantas halófitas com potencial forrageiro, que, além de servir como alimento para os rebanhos, preserva o equilíbrio ambiental da região (Albinati et al., 2003).

Porto et al. (2006) consideraram a *Atriplex nummularia*, conhecida em várias regiões como erva sal, uma das mais importantes plantas halófitas, por possuir mecanismos de acúmulo de sais no seu interior e de sua eliminação através das folhas, sendo estas especializadas em se ajustar ao ambiente quando este é de elevada salinidade. Montenegro et al. (2003) observaram que, embora a irrigação com rejeito salinos represente a introdução de sais no solo, o incremento salino próximo à planta foi

significativamente inferior à massa de sal introduzida, ressaltando a elevada taxa de absorção pela *Atriplex*.

A erva sal contém de 15,5 a 21,3% de proteína e 20,5% de fibra bruta, com digestibilidade de 52,0 e 39,4%, respectivamente (Aganga et al., 2003). Com valores de 17% de PB, Bonilla et al. (2000) consideraram-na uma alternativa promissora para o Nordeste brasileiro, ao garantir as necessidades de nitrogênio dos ruminantes, principalmente na época seca. Além disto, a baixa taxa de transpiração, que proporciona elevada eficiência no uso de água e maior resistência á seca, associada à capacidade de retirar sais do solo, faz destas plantas forrageiras importantes para os habitats semi-áridos.

De acordo com Porto et al. (2000), em áreas de pastagens cultivadas, a *Atriplex* pode ser utilizada na forma de feno ou silagem, sendo o feno a forma mais usada. Aganga et al. (2003) concluíram que a principal vantagem da utilização de outros alimentos juntamente com a *A. nummularia* nas dietas dos animais seria minimizar os efeitos adversos do alto conteúdo mineral em seus tecidos.

Dentre as culturas forrageiras não convencionais, a palma forrageira é uma das plantas que se mostra perfeitamente adaptada às condições do semi-árido. Apresenta até 90% de água, o que garante a saciedade dos rebanhos durante os meses de seca (Candido et al., 2005).

Ben Salem et al. (2004) sugeriram que *A. nummularia* L e a palma são duas fontes de alimentos complementares, uma vez que a primeira possui altos teores de proteína, cinzas e sal, e baixo percentual de energia, e a segunda contém altos níveis de carboidratos solúveis, cinzas, cálcio e potássio, mas baixo de proteína, fibra e sódio.

A avaliação do consumo é um dos meios utilizados para alcançar respostas quanto ao uso dos diversos alimentos nas dietas dos animais. Segundo Berchielli et al.

(2006), o consumo é o componente que exerce papel de maior importância na nutrição animal, pois determinará o nível de nutrientes ingeridos. De acordo com Mertens (1992), os pontos críticos para se estimar o consumo são as limitações relativas entre o animal, o alimento e as condições de alimentação. Se a densidade da dieta é alta em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética deste animal e o rúmen não terá o efeito do enchimento. Entretanto, em dietas com baixa densidade energética, relativos aos requerimentos do animal, o consumo será limitado pelo enchimento do alimento. Se a disponibilidade de alimento é limitada, nem o enchimento nem a demanda energética seriam importantes para prever o consumo.

Normalmente as medidas de consumo são feitas com animais estabulados juntamente com ensaios de digestibilidade (Van Soest, 1994). Esta corresponde à fração do alimento que é reduzida em partículas de baixo peso molecular por ação de enzimas do sistema digestivo ou microbianas, favorecendo a absorção pelo trato gastrintestinal, afetada principalmente pela fonte de alimento e seu processamento. Para avaliação da digestibilidade do alimento podem ser utilizadas técnicas *in vitro*, *in situ* ou *in vivo*. Quando empregada a técnica *in vivo*, esta é feita medindo-se o consumo e a produção fecal, podendo-se utilizar o método convencional por meio da coleta total de fezes, ou com uso de indicadores, internos ou externos (Lana, 2005).

A avaliação do comportamento ingestivo dos ruminantes vem contribuir para melhor compreender as respostas dos animais em função do alimento. Neste sentido, Mendonça et al. (2004) considera o comportamento ingestivo como uma ferramenta de grande importância na avaliação das dietas, possibilitando ajustar o manejo alimentar dos animais para obtenção de melhor desempenho produtivo.

Um completo entendimento do comportamento alimentar pode ser obtido através do estudo das atividades de consumo, ruminação e ócio (Abijaoude et al., 2000).

De acordo com Petryna e Bavera (2002), o comportamento ingestivo envolve o consumo de alimento ou de substâncias nutritivas, incluindo sólidos e líquidos, e apresenta particularidades entre as diferentes espécies. Os padrões do comportamento ingestivo estão também relacionados com a anatomia e fisiologia de cada espécie e a natureza das características dos seus alimentos.

Segundo Kaufmann (1976), dietas ricas em volumoso (60% a 100%) proporcionam maior tempo de ruminação, 40 a 50 min/kg/MSI, maior produção salivar (12 a 14 l/kg MSI), e baixa produção de ácidos graxos voláteis (AGV), enquanto com dietas ricas em concentrado (40% a 65%) o tempo de ruminação será de 25 a 30 min/kg/MSI, com baixa produção salivar (10 a 12 l/kg MSI) e alta concentração de AGV.

Para um perfeito funcionamento da dinâmica ruminal, os microrganismos responsáveis pela fermentação necessitam de condições ruminais adequadas. Dentre esses parâmetros pode-se avaliar o pH, o conteúdo de nitrogênio presente no rúmen, a concentração molar e a proporção dos AGV produzidos (Pelegrino, 2008). O pH pode ser influenciado pela dieta, estando baixo quando em dietas ricas em concentrado, contendo carboidratos prontamente fermentáveis; e pelo tempo após a alimentação, apresentando pH mais baixos de duas a quatro horas após a alimentação (Allison, 2006). Também as taxas de produção dos AGV, que representam a principal fonte de energia para os ruminantes, contribuindo com cerca de 50 a 70% de energia digestível do alimento, variam com o tempo após a ingestão e o tipo de alimento (Kozloski, 2009).

Os principais produtos fermentativos dos carboidratos são principalmente os ácidos acéticos, propiônico e butírico. Quanto à fermentação das proteínas juntamente a esses ácidos são produzidos os ácidos valérico e os isoácidos (isobutírico e isovalérico) (Leek 2006).

Objetivou-se avaliar os efeitos da substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho sobre o consumo e digestibilidade da dieta, o comportamento ingestivo e parâmetros ruminais de ovinos.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido nas instalações do Setor de Nutrição Animal da Embrapa Semi-Árido, situada em Petrolina-PE, no período de julho a outubro de 2007. Foram usados cinco ovinos, fistulados no rúmen, com peso vivo de  $65 \text{ kg} \pm 2 \text{ kg}$ . Os animais foram distribuídos em baias individuais, constituídas parte do piso em chão batido e cobertas por sombrite e parte cimento coberto com telha de cerâmica, todas providas com comedouro, saleiro e bebedouro.

O delineamento experimental foi quadrado latino  $5 \times 5$  (5 animais x 5 dietas). As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira, cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill), feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind), farelo de milho, farelo de soja e uréia pecuária (Tabelas 1 e 2), também foram ofertados água e suplemento mineral à vontade. O suplemento mineral continha níveis de: 13,5% de Ca; 7,5% de P; 15,8% de Na; 0,8% de Mg; 1,24% de S; 6,2 mg de Co; 6,2 mg de I; 310 mg de Zn e 151,5 mg de Fe.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes

<b>Nutrientes (g/kg na MS)</b>	<b>Palma forrageira</b>	<b>Feno de Erva sal</b>	<b>Farelo de Milho</b>	<b>Farelo de Soja</b>
Matéria seca (g/kg)	224,5	857,3	859,0	887,5
Material mineral	88,5	181,0	22,0	69,6
Matéria orgânica	911,5	819,0	978,0	930,4
Proteína bruta	39,8	95,0	116,6	562,2
Extrato etéreo	9,8	14,1	45,7	13,0
Fibra em detergente neutro	243,1	543,8	106,6	88,9
Fibra em detergente ácido	162,1	305,9	31,4	37,8
Carboidrato não fibroso	602,1	148,9	698,6	257,1
Carboidratos totais	862,0	709,9	815,8	355,2
Lignina	1,92	8,31	-	-
Oxalato	16,2	21,8	-	-
Ca	13,6	7,2	4,0	2,0
K	9,3	8,9	2,9	15,3
Mg	6,6	5,8	1,1	2,9
Na	4,0	21,7	3,0	3,0

Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 10 para adaptação antes das tomadas das amostras, exceto para o comportamento ingestivo, que teve início no 7º dia de cada período. As dietas experimentais foram ofertadas duas vezes ao dia (8:00 e 14:30 horas) na forma de ração completa. Cada refeição continha 50% do total diário ofertado. A palma foi triturada em máquina forrageira todas as manhãs antes do fornecimento.

Tabela 2. Níveis de participação dos alimentos e composição química das dietas experimentais

Alimentos (g/kg na MS)	Níveis de substituição da palma				
	0,0	15,3	35,3	62,9	100
Palma forrageira	848,0	732,0	561,0	333,0	0,0
Feno de erva sal	0,0	68,0	162,0	291,0	480,0
Farelo de Milho	0,0	62,0	137,0	242,0	406,0
Farelo de soja	152,0	136,0	134,0	125,0	101,0
Uréia	0,0	2,0	5,0	8,0	13,0
Nutrientes (g/kg na MS)	Composição química				
Matéria seca (g/kg)	253,2	280,3	333,1	444,4	872,2
Material mineral	84,8	87,9	91,3	96,1	102,8
Matéria orgânica	914,4	910,1	902,7	894,9	884,2
Proteína bruta	117,7	124,9	141,3	163,4	186,4
Extrato etéreo	1,02	1,27	1,58	2,00	2,66
Fibra em detergente neutro	219,7	233,6	251,0	276,1	313,3
Fibra em detergente ácido	143,2	146,5	149,8	155,3	163,4
Carboidrato não fibroso	569,8	540,8	498,8	444,3	370,9
Lignina	12,8	16,5	20,8	27,0	36,3
Oxalato	13,6	13,0	12,6	11,7	10,4
Ca	11,8	10,8	9,2	7,1	3,9
K	10,1	9,7	9,1	8,3	7,0
Mg	5,9	5,7	5,2	4,5	3,5
Na	0,4	1,8	3,8	6,5	10,6

Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 10 para adaptação antes das tomadas das amostras, exceto para o comportamento ingestivo, que teve início no 7º dia de cada período. As dietas experimentais foram ofertadas duas vezes ao dia (8:00 e 14:30 horas) na forma de ração completa. Cada refeição continha 50% do total diário ofertado. A palma foi triturada em máquina forrageira todas as manhãs antes do fornecimento.

## 2.1. Consumo e digestibilidade da dieta

Os consumos de alimento, água e sal foram calculados pela diferença entre a quantidade oferecida e a rejeitada pelos animais. A oferta de alimento foi ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras na ordem de 10%. Para as estimativas dos consumos de água foram consideradas a quantidade evaporada utilizando-se baldes distribuídos próximo à instalação. Tanto os dados de água quanto os de sal foram registrados no período de coletas do ensaio de digestibilidade.

Utilizou-se o indicador externo óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) para estimar a produção de matéria seca fecal (PMSF), administrado via fístula ruminal em cartuchos feitos com papel toalha, sendo fornecidos 10 g/dia (5 pela manhã e 5 à tarde) durante sete dias, com realização das coletas de alimentos, sobras e fezes, nos três últimos dias do período de digestibilidade. As fezes foram coletadas duas vezes ao dia (manhã e tarde), em sacos de colostomia preso ao corpo do animal, evitando contaminação com o ambiente.

Todas as amostras (alimentos, sobras e fezes) foram pesadas, identificadas e em seguida, pré-secas em estufa de circulação forçada ( $55^\circ\text{C}$ ), por 72 horas e processadas em moinho em peneiras de 1 mm, e acondicionadas em potes plásticos para posterior determinação da composição química.

A determinação do  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  nas fezes foi feita segundo metodologia descrita por Fenton e Fenton (1979). A PMSF foi calculada segundo a equação:  $\text{PMSF} = \text{indicador consumido} / \text{concentração de indicador nas fezes}$ .

O Coeficiente de Digestibilidade Aparente (CDA) foi calculado segundo a equação:  $\text{CDA} = [(\text{Nutrientes ingerido} - \text{Nutriente excretado}) / \text{Nutriente ingerido}] \times 100$ .

Para determinação de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), seguiram-se as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e para as fibras em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA) as descritas por Van Soest (1991). Para quantificação dos carboidratos totais e CNF foi utilizada metodologia proposta por Hall (2000), sendo:  $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  e os teores de carboidratos não fibrosos  $CNF = 100 - (\%PB + \%EE + \%FDN + \%Cinzas)$ . Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação descrita por Sniffen (1992), na qual  $NDT = PBd + (EED*2,25) + FDNd + CNFd$ .

Para determinação dos minerais nos alimentos, fezes e sobras, utilizou-se metodologia da AOAC (1990), inicialmente com a digestão nítrico-perclórica e posterior diluição. O sódio e potássio foram determinados por fotometria de chama; o cálcio e magnésio, através de espectrofotômetro de absorção atômica (AOAC, 1990).

## 2.2. Comportamento ingestivo

As observações comportamentais foram realizadas no sétimo dia de adaptação às dietas experimentais, por meio de observação visual pelo método de varredura instantânea a intervalos de cinco minutos, de acordo com a metodologia proposta por Johnson e Combs (1991), adaptada para um período de 24 horas. Durante a noite, a instalação foi mantida sob iluminação artificial durante todo período experimental.

Os tempos de alimentação (TAL min/dia), ruminação (TRU min/dia), ócio e mastigação total (TMT min/dia); as eficiências de ruminação em função da MS (ERU, g MS/min) e da FDN (ERUFDN, g FDN/min); e eficiências de alimentação de matéria seca (EAL g MS/min) e FDN (EAL<sub>FDN</sub> g MS/min) foram avaliados seguindo a metodologia de Bürger et al. (2000), calculados pelas seguintes equações:

$$EAL_{MS} = CMS/TAL \text{ (g MS/min)}$$

$$EAL_{FDN} = CFDN/TAL \text{ (g FDN/min)}$$

$$ERU_{MS} = CMS/TRU \text{ (g MS/min)}$$

$$ERU_{FDN} = CFDN/TRU \text{ (g FDN/min)}$$

$$TMT = TAL + TRU \text{ (min/dia)}$$

O tempo de mastigação merícica por bolo ruminado (MMtb, s/bolo), número de mastigações merícicas (MMnd, n°/dia), número de mastigações merícicas por bolo (MMnb, n°/bolo) e número de bolos ruminais (Bolos, n°/dia) (Polli et al., 1996) foram registrados utilizando-se cronômetro digital em dois períodos: das 4 às 6 e 12 às 14 horas. Foram tomadas três amostras de 15 segundos durante a mastigação merícica (MMseg) e multiplicadas por 4 para obtenção da média de mastigação em minuto (MMmin), de acordo com as formulas abaixo:

$$\text{Bolos} = TRU/MMtb \text{ (n°/dia)}$$

$$MMtb = TM/Nbolos \text{ (seg/bolo)}$$

$$MMnd = MMmin \times TRU \text{ (n°/dia)}$$

$$MMnb = MMtb \times MMmin \text{ (n°/bolo)}$$

### 2.3. Parâmetros Ruminais

Para avaliação do fluido ruminal foram mensurados o pH, sal ( $\text{mg L}^{-1}$ ), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ) e as concentrações do nitrogênio amoniacal ( $\text{mg N-NH}_3/100 \text{ mL}$ ) e ácidos graxos voláteis (AGV). Para tal, foram colhidas manualmente 12 amostras do líquido do rúmen, sendo a primeira imediatamente antes da oferta de alimento (hora zero), e a 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, e 11 horas após alimentação, distribuídas em quatro dias subseqüentes, com três coletas diárias a intervalos de 4 horas entre elas.

Imediatamente após coleta foram mensurados o pH, por meio de peagâmetro, temperatura e concentração de sal por meio de condutivímetro digital. Posteriormente, duas alíquotas de 20 mL foram acondicionadas em dois frascos contendo cada um 1 mL de ácido clorídrico a 6 N, em seguida armazenados a -20° C, para determinação do N-NH<sub>3</sub> e AGV.

No momento da análise, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3.000 rpm por 10 minutos, para determinação de N-NH<sub>3</sub>, conforme técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980), em seguida determinadas pelo método de micro Kjeldahl.

Para a quantificação de AGV, adaptou-se a metodologia descrita por Palmquist e Conrad (1971), centrifugando as amostras a 15.000 x g a 4° C durante 30 minutos, após terem sido descongeladas a temperatura ambiente. Posteriormente foram determinadas em cromatógrafo a gás tipo CG-MASTER, no Laboratório de Química Industrial da UFPE.

Todos os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão por meio do programa General Linear Model do pacote Statistical Analysis System Institute (SAS, 2000), com aplicação do teste de Tukey (P<0,05) para comparação das médias quando necessário.

### **3. Resultados e Discussão**

#### **3.1. Consumo e digestibilidade da dieta**

O consumo de matéria seca (CMS) apresentou comportamento quadrático nas três formas em que foi expresso, com pontos de máxima de 55,30; 56,90 e 56,43%,

estimando-se os respectivos consumos 2768,1 g/dia, 2,9 %PV e 84,44 g/PV<sup>0,75</sup> (Tabela 3).

Esse efeito quadrático do CMS pode ter sido influenciado tanto pelo maior teor de palma forrageira, alimento de rápida digestão com rápido fornecimento de energia, quanto pelo maior teor de fibra presente no feno (100%), que pode ter limitado o consumo de alimento pelo efeito do enchimento físico do rúmen. Outro fato a ser considerado é o teor de sal das dietas, sobretudo se compararmos os consumos de MS das dietas 0,0% e 100% de substituição da palma, já que o feno de erva sal é rico em sais, especialmente em Na, o que de acordo com Goff (2006) reduz a ingestão de alimentos pelos animais. Silva (2006) relata que a concentração sanguínea de um ou mais metabólitos, em taxa superior à sua remoção, é um sinal de saciedade, e influencia a ingestão de alimentos.

Tabela 3. Consumos médios de matéria seca e dos nutrientes por ovinos em função das dietas

Consumos	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
Matéria seca								
g/dia	1428,0b	1630,8ab	2042,0a	2060,4a	1624,5ab	80,64	ns	0,000
% PV	2,08b	2,28ab	2,85ab	2,90a	2,38ab	0,10	ns	0,001
g/PV <sup>0,75</sup>	59,98b	66,26ab	83,03a	84,14a	68,45ab	3,08	ns	0,000
Matéria orgânica								
g/dia	1306,3b	1480,0ab	1841,3a	1907,1a	1430,2ab	72,88	ns	0,000
% PV	1,91b	2,07ab	2,57ab	2,68a	2,10ab	0,10	ns	0,000
g/PV <sup>0,75</sup>	54,87b	60,09ab	74,88ab	77,80a	60,23ab	2,74	ns	0,000
Proteína bruta								
g/dia	168,4b	192,5ab	264,6a	266,3a	239,7ab	12,08	0,005	0,004
% PV	0,24b	0,26ab	0,37a	0,37a	0,35aba	0,01	0,003	0,011
g/PV <sup>0,75</sup>	7,10b	7,81ab	10,73a	10,88a	10,11ab	0,47	0,003	0,008
Carboidratos totais								

g/dia	1124,4b	1298,5ab	1565,5a	1562,4a	1190,9ab	59,71	ns	0,000
% PV	1,64a	1,81a	2,19a	2,20a	1,74a	0,07	ns	0,000
g/PV <sup>0,75</sup>	47,2b	52,8ab	63,7ab	63,8a	50,2ab	2,26	ns	0,000
Fibra em detergente neutro								
g/dia	287,2b	372,5ab	495,7a	540,2a	509,0a	26,82	0,000	0,005
% PV	0,41b	0,52ab	0,69a	0,76a	0,74a	0,03	0,000	0,014
g/PV <sup>0,75</sup>	12,02b	15,14ab	20,15a	22,07a	21,47a	1,08	0,000	0,011
Carboidratos não fibrosos								
g/dia	837,1ab	925,9a	1069,7a	1022,1a	681,8b	40,47	0,031	<0,0001
% PV	1,22ab	1,29ab	1,49a	1,44a	1,00b	0,05	0,044	0,0001
g/PV <sup>0,75</sup>	43,5a	41,7a	37,6ab	35,2ab	28,7b	1,53	ns	0,0002
Extrato etéreo (EE)								
g/dia	13,3c	20,0c	32,6ab	43,6a	43,9a	3,16	<0,0001	0,003
% PV	0,01c	0,02c	0,04ab	0,06a	0,06a	0,00	<0,0001	0,009
g/PV <sup>0,75</sup>	0,55c	0,82bc	1,34ab	1,75a	1,85a	0,12	<0,0001	0,006
Nutrientes digestíveis totais								
kg/dia	1,05b	1,16b	1,42ab	1,53a	1,09b	0,06	ns	0,0058
% PV	1,54b	1,56b	2,00ab	2,14a	1,59b	0,07	ns	0,0095
g/PV <sup>0,75</sup>	44,2b	45,4b	58,06ab	62,16a	45,80b	2,04	ns	0,0081

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

\*Erro padrão da média

Macedo Junior et al. (2006) avaliaram a influência de diferentes níveis de fibra em detergente neutro dietético na dieta de ovinos, e observaram efeito contrário ao esperado, pois não houve redução dos consumos de MS, MO e PB, com isso associaram os resultados à limitação pela densidade energética proveniente dos carboidratos solúveis do concentrado, já que o nível máximo de FDNf era de 34,69%, e segundo os autores não causaria o enchimento ruminal caracterizando a regulação física.

Bispo et al. (2007) concluíram que a palma pode substituir o feno de capim-elefante em até 56,0%. Com isso, aumenta a ingestão e melhora o aproveitamento dos nutrientes em dietas para ovinos.

Para os consumos de proteína expressos em g/dia e g/PV<sup>0,75</sup>, estimou-se, através de seus pontos de máxima 64,48% e 67,49% de substituição, consumos de 272,0 g/dia e 11,10 g/PV<sup>0,75</sup> de proteína. O menor consumo foi observado para dieta 0,0% em efeito a sua composição, já que a única fonte proteica desta dieta foi o farelo de soja.

A adição do feno de erva sal resultou no aumento da FDN da dieta, que passou de 219,7 para 313,3 g/kg nas dietas com 0,0% e 100% de substituição respectivamente, embora tenha sido observada a seleção exercida pelos animais. Diante do aumento nas proporções do feno, houve maior CFDN quando comparada à dieta 0,0%.

Já a fração de CNF passou de 569,8 g/kg para 370,9 g/kg, refletindo em seu consumo. Mesmo diante da substituição da palma, o consumo de CNF nas dietas, 35,3% e 62,9%, demonstraram os maiores resultados expressos em g/dia e %PV, visto que, nessas dietas, além da palma forrageira havia a participação do milho, ingrediente rico nesta fração. Mas ao compararmos com a dieta 100%, devido à maior participação do feno de erva sal rico em fibra (FDN), houve redução no CNF.

O consumo de extrato etéreo foi influenciado significativamente ( $P < 0,05$ ) pelo aumento do feno de erva sal e farelo de milho nas dietas, provavelmente por estas apresentarem maior percentual de farelo de milho, que é o alimento com maior percentual de EE, dentre os utilizados nas dietas experimentais. O mesmo efeito foi observado através do teste de médias com diferença significativa ( $P < 0,05$ ) entre as dietas com 0% e 40,60% de participação do farelo de milho.

Os resultados das digestibilidade dos nutrientes estão apresentados na Tabela 4. O aumento nos níveis de substituição da palma não influenciou ( $P > 0,05$ ) os coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS) nem da matéria orgânica (CDMO), fato que pode ser atribuído à capacidade seletiva dos ovinos ao consumirem porções da dieta que apresentavam maior digestibilidade.

O coeficiente de digestibilidade da PB (CDPB) aumentou linearmente em função da substituição da palma ( $P < 0,05$ ), provavelmente devido ao acréscimo nos percentuais de proteína da dieta proveniente do aumento da uréia, além da participação do farelo de soja.

Juntamente a este fato, o nível 0,0% de substituição pode ter proporcionado menor tempo de permanência do alimento no rúmen, uma vez que dietas ricas em palma resultam em maior taxa de passagem se comparadas àquelas com maior quantidade de feno, influenciando em sua utilização pelos microrganismos e comprometendo a digestibilidade dos nutrientes.

Resultado semelhante foi encontrado por Araújo (2009), que, ao substituir a palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho (0,0; 14,3; 30,5; 57,2; e 82,7% de substituição), verificou aumento linear no CDPB. De acordo com o autor, provavelmente este efeito foi ocasionado pela variação no percentual de PB das dietas, como também pelo aumento no percentual de uréia que variou de 0 a 2%.

Tabela 4. Digestibilidade aparente da matéria seca e dos nutrientes em função dos níveis de substituição da palma

Digestibilidade (%)	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
Matéria seca	77,05a	73,23a	74,87a	74,09a	73,04a	0,94	ns	ns
Matéria orgânica	80,80a	76,20a	77,08a	78,36a	74,12a	1,03	ns	ns
Proteína bruta	73,82a	70,45a	77,45a	77,57a	79,74a	1,47	0,016	ns
Carboidratos totais	83,0a	79,0ab	78,3ab	75,9b	74,0b	1,03	<0,0001	ns
Fibra em detergente neutro	72,27a	60,41ab	63,27ab	57,36b	61,84ab	1,80	0,028	ns
Carboidratos não fibrosos	86,6a	86,5a	85,3a	85,8a	83,0a	0,71	0,033	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ )

\*Erro padrão da média

A substituição da palma por feno de erva sal e farelo de milho diminuiu linearmente ( $P < 0,05$ ) os coeficientes de digestibilidade da FDN e dos CNF com comportamento linear. Esse efeito foi atribuído ao aumento da fibra do feno, que, diferentemente da fibra da palma forrageira, é menos digestível. Também pode ter ocorrido efeito associativo na digestão do alimento, pois, segundo Nussio et al. (2006), o efeito associativo pode adquirir importância na digestão dos carboidratos estruturais, o que pode ser causado pela digestão preferencial dos carboidratos solúveis ou amido por parte das bactérias ruminais, e assim impedir a digestão da celulose.

Da mesma forma, Souto et al. (2004), com níveis variando de 38,30% à 83,72% de feno de erva sal na dieta de ovinos em crescimento, observaram comportamento linear decrescente para o coeficiente de digestibilidade aparente da FDN (62,0 a 31,8%) com o aumento deste volumoso na dieta.

Na Tabela 5, são apresentados os valores médios para os consumos de água. Devido ao alto teor de matéria seca do feno de erva sal e farelo de milho, o fornecimento de água via dieta decresceu ( $P < 0,05$ ) em função da substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho. Por outro lado, a ingestão voluntária de água pelos animais aumentou linearmente.

Segundo Silva (2006), a ingestão de água dependerá da composição do alimento e da água contida no próprio alimento, e a relação ingestão de água e alimentos, no final das contas, reflete as múltiplas interações de água e trocas energéticas nos tecidos e células para manter o balanço de água e eletrólitos do corpo. Assim alimentos ricos em sais vão resultar em maior demanda, aumentando a relação água/matéria seca ingerida.

Tabela 5. Consumos de água e mistura mineral por ovinos em função da dieta

Consumos	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
<b>Água</b>								
Dieta (mL/dia)	4549a	4296a	4327a	2907b	153c	356	<0,0001	<0,0001
Bebida (mL/dia)	937c	1911c	2554bc	4358b	6181a	413	<0,0001	ns
Total (kg/dia)	5486a	6207a	6881a	7265a	6334a	218	ns	0,015
kg/KgMS	3890a	3814a	3392a	3552a	4294a	0,15	ns	0,058
g/ PV <sup>0,75</sup>	230a	252a	280a	300a	268a	9,56	ns	0,045
<b>Mistura Mineral</b>								
g/dia	31,30a	14,41 a	8,54 a	12,76 a	18,97 a	4,28	ns	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P< 0,05).

\*Erro padrão da média

Diante disto, a quantidade de sais presente na erva sal, principalmente o Na, pode ter levado os animais que receberam o máximo nível de substituição a ingerirem maior quantidade de água pela necessidade de diluição das concentrações de Na<sup>+</sup> no organismo. Nesta dieta, o sódio participou com 10,6 g/Kg na MS.

De acordo com Houpt (2006), os animais poderão tolerar níveis altos do sal dietético se a água for fornecida e os rins estiverem em bom funcionamento. A regulação da concentração do sódio [Na<sup>+</sup>] no líquido extracelular (LEC) é conseguida a longo prazo pelo controle da ingestão e excreção urinária de Na. Entretanto, a curto prazo, é conseguida rapidamente pelo controle do hormônio anti-diurético aldosterona (ADH), que provoca modificações no conteúdo de água no LEC. Caso a [Na<sup>+</sup>] no LEC esteja cima do normal, acarretará no aumento da osmolalidade estimulando a liberação da ADH e comumente a sede. A água servirá para diluir o LEC, restaurando as [Na<sup>+</sup>] a condições normais. Em consequência, haverá um aumento no volume do LEC,

incluindo aumento no volume sanguíneo resultando na elevação na pressão sanguínea, provocando alteração na taxa de filtração glomerular (TFG), e ambos os excessos, de sódio e água, serão excretados no período de horas, restaurando as condições normais.

O consumo total de água quando expressos em kg/MS e g/ PV<sup>0,75</sup> demonstram a capacidade de ajuste dos animais para o atendimento de suas necessidades fisiológicas, o que também está relacionado aos respectivos CMS (Tabela 3).

### 3.2. Comportamento ingestivo

Dentre as atividades comportamentais avaliadas (Tabela 6), os tempos de alimentação (TAL), ruminação (TRU) e mastigação total (TMT) foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pela substituição da palma forrageira na dieta, estimando-se, pelas equações de regressão, tempos de 232, 436 e 661 minutos, obtidos através dos respectivos pontos de máxima de 61,39; 41,32 e 46,34 %.

Para os tempos despendidos com ingestão e ruminação, observados em função da dieta com maior teor de feno, e conseqüentemente de FDN, esperava-se que os animais destinassem maior tempo ruminando, buscando melhor aproveitamento da fibra. Pois, segundo Van Soest (1994), a ruminação é um processo essencial para a extração fermentativa de energia a partir da fibra retida. No entanto, Leek (2006) chama atenção para dietas contendo misturas de forragem e concentrado, pois cada tipo de partícula do concentrado recebe o benefício de seu tempo ideal de retenção, dependendo, por exemplo, de seu componente primário ser basicamente proteína degradada ou não degradada no rúmen.

Tabela 6. Tempos de alimentação (TAL), ruminação (TRU), ócio (TO) e mastigação total (TMT), das eficiências de alimentação de matéria seca ( $EAL_{MS}$ ) e fibra em detergente neutro ( $EAL_{FDN}$ ) e ruminação ( $ERU_{MS}$ ) e ( $ERU_{FDN}$ ), e das posições deitado ruminando direito (DRD) e esquerdo (DRE) de ovinos em função da dieta

Atividades	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
TAL (min/dia)	154a	117a	186a	192a	159a	14,10	ns	0,053
TRU (min/dia)	314ab	314ab	389a	346a	233b	17,25	0,035	0,003
TO (min/dia)	971abc	1008ab	864c	901bc	1047a	24,83	ns	0,001
TMT (min/dia)	468abc	431bc	575a	538ab	392c	24,94	ns	0,001
$EAL_{MS}$ (g/MS/min)	10,54a	16,61a	12,57a	22,59a	13,86a	2,89	ns	ns
$EAL_{FDN}$ (g/FDN/min)	2,34a	4,12a	3,35a	6,83a	4,70a	0,90	ns	ns
$ERU_{MS}$ (g/MS/min)	4,58a	5,34a	5,29a	6,08a	7,95a	0,39	0,003	ns
$ERU_{FDN}$ (g/FDN/min)	1,00b	1,33b	1,39b	1,75ab	2,80a	0,16	<0,0001	ns
DRD (min/dia)	108a	133a	151a	150a	132a	12,15	ns	ns
DRE (min/dia)	175a	153a	177a	119a	62a	13,67	0,003	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).  
\*Erro padrão da média

Cardoso et al. (2006) afirmaram que um nível inferior a 44% de FDN na dieta não exerce influência sobre os tempos despendidos pelos animais em ingestão, ruminação e ócio. Leoni et al (2006) não observaram diferença entre os tempos de alimentação e ruminação em ovinos recebendo dieta com 40% e 20% de concentrado (soja crua); no entanto, o tempo de ócio foi maior para os animais submetidos ao tratamento com 40%, em média de 291 min/12h, em comparação à dieta com 20% (276 min/12h).

Carvalho et al. (2008) não observaram efeito sobre os tempos de alimentação, ruminação e ócio em ovinos com adição de farelo de cacau na dieta, registrando valores médios de 301,88; 466,88 e 671,25 minutos, respectivamente. Os autores atribuíram ao

fato das dietas serem isoproteicas (16% de PB), e apresentavam pequenas variações nos teores de fibra, em média 38% de FDN.

Quanto ao tempo de mastigação total, este está diretamente relacionado aos tempos de alimentação e ruminação, assim, as médias encontradas são efeito da distribuição de ambas a atividade durante o dia. Observaram-se as maiores médias entre os níveis de 35,3% e 62,9% de substituição, devido aos maiores tempos de alimentação (186 e 192 min/dia) e ruminação (389 e 346min/dia). Em consequência desses resultados, os menores tempos despendidos em ócio foram observados para as respectivas dietas, o que está de acordo com a literatura, pois os tempos de alimentação e ruminação são intercalados pelo tempo em ócio. Para as dietas relacionadas, observaram-se médias de 864 e 901 min/dia.

A importância direta da mastigação é romper a haste e os fragmentos das folhas do alimento, bem como cortar os sólidos em pequenas partículas, proporcionando maior número de portas de entrada para os microrganismos; e a indireta é o estímulo aos mecanorreceptores bucais que confere impulsos excitadores aos centros salivares e gástricos (Leek, 2006).

A substituição da palma não teve efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre as eficiências de alimentação, tanto em grama de MS/min quanto FDN/min; no entanto, para  $ERU_{MS}$  e  $ERU_{FDN}$  g/min, observou-se efeito linear ( $P<0,05$ ). Provavelmente o aumento no consumo de FDN levou a menor eficiência da fração fibrosa, visto que a fibra reduz a disponibilidade de energia e, com o aumento do teor da parede celular, é necessário aos microrganismos mais tempo para melhor degradação da fibra. Assim, por conter uma fibra mais digestível, a dieta 0,0% proporcionou maior eficácia quanto à utilização da fibra desta dieta, com média de 1 g/FDN/min, salvo que, de acordo com

Van Soest, (1994), um maior conteúdo de forragem com mais baixo conteúdo de parede celular pode ser ruminado em menos tempo.

Carvalho et al. (2006) verificaram diminuição na eficiência de alimentação e ruminação, e atribuíram este resultado ao acréscimo da fibra em detergente neutro efetiva na dieta, que pode ter levado à limitação da ingestão diária de alimento. No mesmo sentido, Hübner et al. (2008) observaram que as eficiências de ingestão e ruminação da FDN (g de FDN) apresentaram comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ), em função da elevação dos níveis de fibra de 34% a 52%, associando a maior concentração desta fração na dieta, e conseqüentemente, ao seu maior consumo.

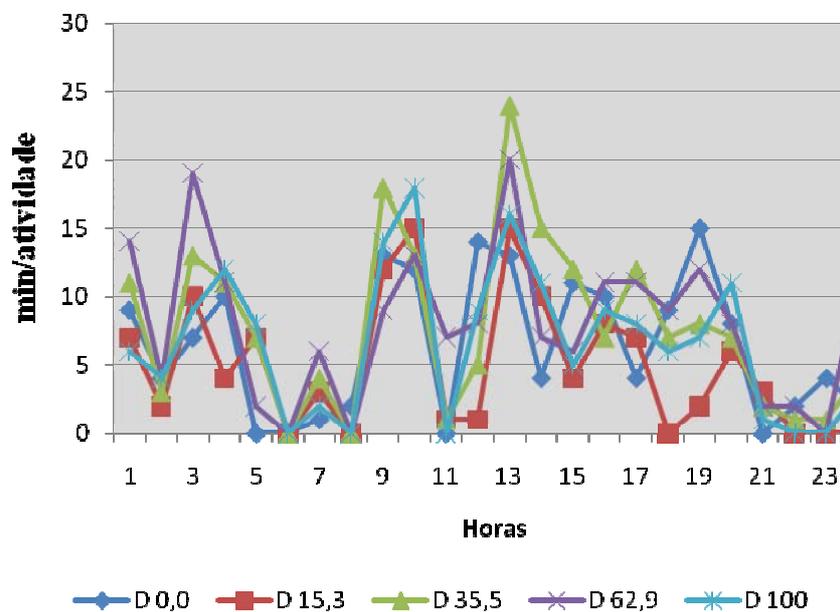
Cardoso et al. (2006) observaram decréscimo linear ( $P < 0,05$ ) da eficiência de ruminação, em g MS/h, com a elevação do nível de FDN (25% a 43%) na dieta de cordeiros. Cavalcanti et al. (2008) não observaram efeito sobre a eficiência de alimentação, cujo valor foi 3,6g de MS/minuto.

Para a preferência quanto à ruminação, se deitado do lado direito ou esquerdo, foi observado efeito significativo para variável deitado ruminando esquerdo, com resposta quadrática em relação ao nível de adição do feno. Esta variável é observada com o objetivo de avaliar um possível efeito de distensão ruminal sobre a preferência ao lado durante o descanso do animal, visto que é o momento mais utilizado para ruminação.

A distribuição diária das atividades tempos de alimentação (TAL), ruminação (TR) e ócio (OT) também foram avaliadas em resposta às respectivas dietas, demonstradas nas figuras a seguir.

Como pode ser observado (Figura 1), os principais períodos destinados a ingestão de alimento corresponderam aos horários de fornecimento da dieta (8:00 e

14:30 horas). Entretanto, foi evidenciado que ao animais fizeram várias refeições durante o dia.



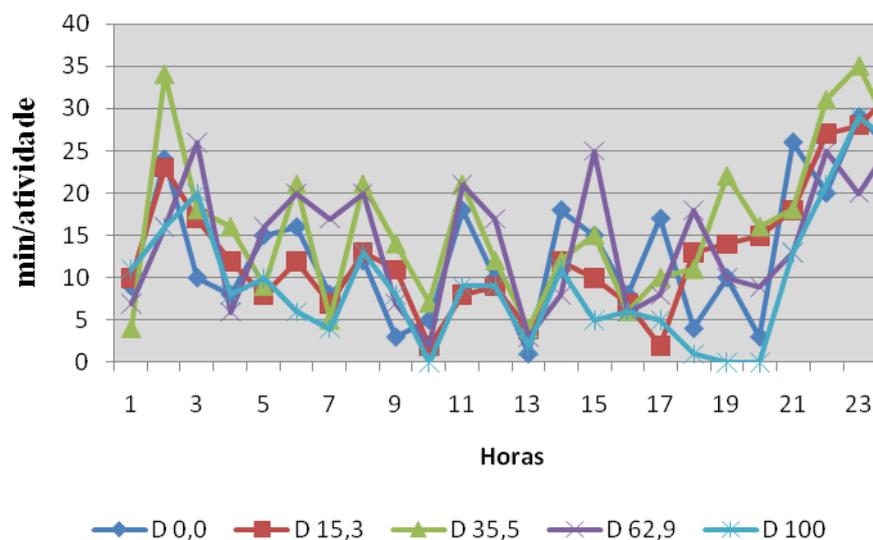
**Figura 1. Tempos de alimentação (min/dia) em função das dietas**

Os animais que receberam a dieta 0,0% de substituição tiveram intensa atividade de alimentação entre os horários de 9 a 23 horas, com picos de 10, 13, 14, 11 e 15 minutos para os respectivos horários 9, 14, 17, 20 e 24 horas. Essa distribuição pode ter sido ser em consequência do teor de umidade da palma forrageira, que ao ser consumida proporcionou rápido enchimento ruminal, levando os animais a fracionar em pequenas refeições a dieta consumida.

A substituição da palma em 15,3% proporcionou picos de ingestão de 15 minutos para ambos os horários de fornecimento, e vários períodos de ingestão com tempos inferiores a 10 minutos. A dieta com 35,3% de substituição foi a que apresentou maior intensidade de ingestão entre as 14 e 22 horas, com pico de 24 minutos durante esse período. Quanto aos níveis de alimentação de 62,9% e 100% de substituição da

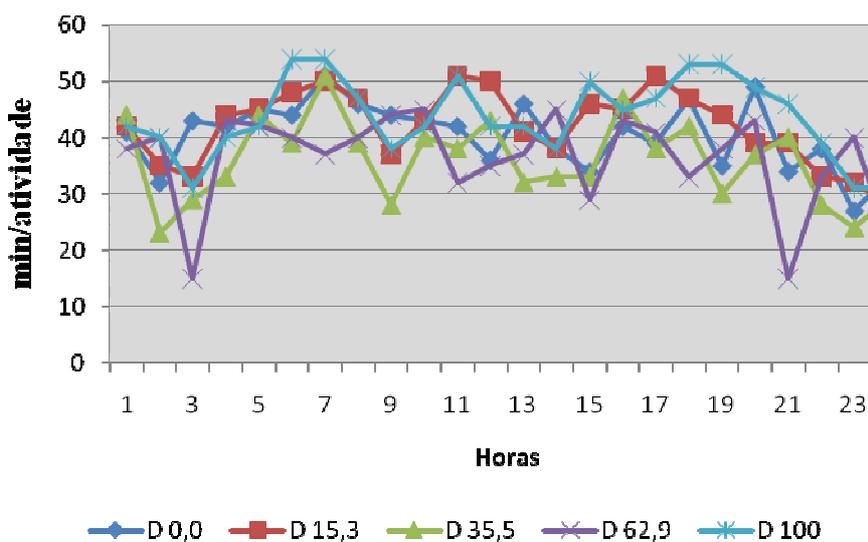
palma, o comportamento observado foi o de pequenas refeições durante todo o período, com intervalos variando de 4 a 20, e de 4 a 18 minutos para as respectivas dietas. Este comportamento pode estar associado à capacidade seletiva dos animais, visto que essas dietas foram as mais secas, o que facilitou a seletividade pelos animais.

A atividade de ruminação (Figura 2) foi mais intensa durante a noite e madrugada, entre as 23 e 4 horas; no entanto, como o tempo de ruminação intercala os tempos de alimentação e ócio, as várias refeições observadas durante todo o dia influenciaram nos horários de ruminação dos animais, com vários períodos de menor proporção distribuídos durante o dia. O nível de 100% proporcionou os menores tempos de ruminação durante todo o período de observação com tempos inferiores a cinco minutos, chegando a apresentar períodos sem ruminação, e ao contrário das demais dietas, entre os horários da 15 a 1 hora da manhã, foram registrados os valores mais baixos. A dieta isenta de feno de erva sal também influenciou na atividade com tempos inferiores a 25 minutos, diferentemente da dieta 35,5%, que apresentou vários picos de 35 minutos de ruminação (estando de acordo com que foi demonstrado na tabela 7, maiores médias de ruminação para este nível de substituição), seguida do nível de 62,3% que influenciou em vários picos de 25 minutos nesta atividade, principalmente durante a noite e madrugada.



**Figura 2 Tempos de ruminação (min/dia) em função das dietas**

De acordo com Leek (2006), a incidência da ruminação possui ritmo circadiano e encontra-se mais comumente associada com o estado de sonolência, ocorrendo mais intensamente durante a noite, e a presença do alimento regurgitado evoca os movimentos típicos, lentos e regulares da mastigação.



**Figura 3 Tempos em ócio (min/dia) em função das dietas**

Dentre as variáveis observadas, o tempo em ócio (Figura 3) foi a de maior expressão, com os maiores picos para a dieta isenta de palma forrageira, com tempos de até 54 minutos, em consequência aos menores tempos despendidos com ingestão e ruminação. Comportamento inverso foi observado para os animais que receberam o nível de 62,9%. Nesta dieta, pôde-se observar que nos horários das 3 e 21 horas, houve acentuado declínio no OT, justamente pelos animais estarem exercendo a atividade de alimentação e ruminação.

Através do comportamento ingestivo, foi possível avaliar a influência do alimento sobre o ambiente ruminal por meio da mastigação merícica, que ocorre durante a remastigação e salivação do bolo alimentar, processos realizados na ruminação. As médias referentes à mastigação merícica e as demais variáveis do bolo ruminal estão expressas na Tabela 7.

Tabela 7. Número e tamanho dos bolos ruminais e das mastigações merícicas dos ovinos em função das dietas

Variáveis	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
Bolos (nº/dia) <sup>1</sup>	640,4ab	771,8a	493,7bc	414,2bc	247,6c	57,09	0,001	ns
MMtb (s/bolo) <sup>2</sup>	33,56bc	27,42c	45,20abc	57,63ab	63,94a	4,06	0,000	ns
MMmin <sup>3</sup>	68,80a	70,40a	71,00a	61,60a	59,20a	0,69	ns	ns
MMnd (nº/dia) <sup>4</sup>	21,216a	23,576a	22,910a	22,036a	15,032a	1201	ns	ns
MMnb (nº/bolo) <sup>5</sup>	38,27ab	32,12b	47,06ab	56,48ab	63,01a	3,60	0,021	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).<sup>1</sup> Número de bolos; <sup>2</sup> Tempo de mastigação merícica por bolo ruminal; <sup>3</sup> mastigação merícica por minuto; <sup>4</sup> Número de mastigação merícica; <sup>5</sup> Número de mastigação merícica por bolo.  
\*Erro padrão da média

As variáveis, números de bolos (nº/dia), tempo de mastigação merícica por bolo ruminal (MMtb s/bolo) e número de mastigação merícica por bolo (MMnb nº/bolo)

foram influenciadas significativamente ( $P < 0,05$ ) com a substituição da palma, apresentando comportamento linear. No entanto, de forma inversa para a variável números de bolo (Bolo n°/dia), pois com o aumento nos níveis de substituição da palma nas dietas, observou-se redução quanto aos números de bolos no dia.

Segundo Furlan et al. (2006), normalmente são ruminados por dia cerca de 360 a 790 bolos alimentares, podendo ocorrer de 40 a 70 movimentos mandibulares em períodos de 45 a 60 segundos.

Os menores valores observados para as variáveis MMtb e MMnb na dieta sem participação do feno de erva sal podem ser justificados tanto pela baixa efetividade da fibra da palma, como pelo menor teor de FDN da dieta, visto que este é considerado um dos fatores que interferem no estímulo da atividade mastigatória. Desta forma, por apresentar fibra mais digestível e ser um alimento de rápida degradação, a palma forrageira proporcionou maior taxa de passagem, reduzindo as médias dessas variáveis. Ao contrário da dieta com 480,0 g/Kg de MS de feno de erva sal, que, mesmo influenciando em menor número de bolos no dia, por apresentar uma fibra mais efetiva, proporcionou maior tempo e número de mastigação por bolo ruminado.

De acordo com Van Soest, (1994), o tempo que os ruminantes gastam para mastigar o bolo alimentar é proporcional à quantidade de parede celular na dieta. Pequenos ruminantes devem expandir sua capacidade de ruminação ao limite ou então adotar hábitos de seleção alimentar que evitem o consumo de parede celular. Este pode ter sido o comportamento adotado pelos animais ao receberem a dieta com maior percentual de feno, de selecionar as frações mais digestivas da dieta, refletindo no TRU inferior ao esperado e, com isso, menor número de bolos durante o dia.

Carvalho et al. (2008) também observaram redução do número de bolos (n°/dia), no entanto este efeito foi compensado pelo aumento no tempo de mastigações

por bolo, o que explicou a elevação do número de mastigações meréricas por bolo ruminado (MMnb n°/bolo), que aumentou ( $P<0,05$ ) linearmente ao utilizar farelo de cacau com FDN variando de 34,22% a 41,56% nas dietas de ovinos.

Para as variáveis MMnd e MMnb, Macedo et al. (2007) e Costa et al. (2009), encontraram médias de 53,31 e 38,77 n°/dia e 48,22 e 66,15 n°/bolo, respectivamente. As variáveis Bolos (n°/dia) e MMtb (s/bolo) encontradas por Macedo et al. (2007), Costa et al. (2009), Cardoso et al (2006) e Carvalho et al. (2008) foram de 888,72; 619,76; 757,22 e 833,64 n°/dia e 46,96; 58,13; 37,5 e 45,0 s/bolo respectivamente.

### 3.3 Parâmetros Ruminais

As variáveis nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), pH, temperatura (°C) e concentração de sal (mg L<sup>-1</sup>) e a composição bromatológica do conteúdo ruminal foram influenciadas significativamente ( $P<0,05$ ) pelos níveis de substituição analisados (Tabela 8). Observou-se efeito linear para MS, MO, MM e FDN nos três horários avaliados, dos quais o primeiro correspondeu à hora zero, anterior ao fornecimento da dieta, e os demais corresponderam a aproximadamente três horas após os fornecimentos da manhã e tarde, respectivamente.

A concentração ruminal de N-NH<sub>3</sub> (mL/100mL) apresentou efeito significativo ( $P<0,05$ ) com o aumento dos níveis de substituição da palma. Os valores encontrados foram superiores a 5 mg/100 mL de N-NH<sub>3</sub>, preconizado na literatura (Satter e Slyter, 1974) como sendo o mínimo necessário para a ocorrência da fermentação microbiana, pois, segundo estes autores, concentrações superiores representam um excesso que não é utilizado para síntese microbiana. Entretanto, Mehrez et al. (1977) estimaram 23,5

mg/100 mL como favorável para se obter condições de se atingir a máxima fermentação microbiana.

Possivelmente, essa maior concentração de amônia 39,29 mg/100 mL encontrada com 100% de substituição da palma foi influenciada pelo maior percentual de uréia em seu concentrado (13,0 g/Kg na MS), a qual é rapidamente degradada fornecendo NNP. Entretanto a fonte energética desta dieta foi milho, que possui uma degradação mais lenta quando comparado com a palma, o que pode ter comprometido o sincronismo entre proteína:energia acarretando em maior acúmulo de N-NH<sub>3</sub>, indicando um possível desbalanceamento desta dieta ou por parte do excesso de proteína proveniente da dieta, ou pela baixa concentração de carboidratos degradáveis.

Souza et al. (2009) observaram aumento na concentração do N-NH<sub>3</sub> com o crescente nível de feno às dietas à base de palma, atribuindo este resultado à possível redução da taxa de passagem e provável aumento da degradabilidade da proteína, que, junto com adição da uréia, proporcionaram esse efeito, devido à saturação enzimática por parte das bactérias em utilizar esse nitrogênio.

Os valores de pH estiveram dentro da faixa preconizada para máximo crescimento dos microrganismos ruminais, entre 5,7 a 7,0, porém fora da faixa ideal para digestão da fibra, que seria entre 6,7 e 7,1. Registrou-se maior média de 6,06 pH em função da dieta com nível máximo de substituição, possivelmente devido ao seu teor de fibra, e conseguinte estímulo a mastigação e salivação, com melhor tamponamento ruminal. Como observou-se anteriormente (Tabelas 6 e 7), mesmo com menor tempo de ruminação, quando a palma foi totalmente substituída, os animais tiveram maior tempo de mastigação por bolo (MMtb), provavelmente por possuir fibra menos digestível, necessitando de maior salivação e mastigação, favorecendo o aumento no pH.

Tabela 8. Parâmetros ruminiais e composição do conteúdo ruminal (g/Kg na MS) de ovinos em função das dietas

Parâmetros ruminiais	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
NH <sub>3</sub> (mg/mL)	10,26d	15,45c	18,46c	27,45b	39,29a	0,88	<,0001	ns
pH	5,76b	5,83b	5,76b	5,78b	6,06a	0,02	<,0001	0,0001
T° (°C)	35,04a	34,70a	34,89a	34,58a	33,95b	0,09	0,0002	ns
Sal (mg L <sup>-1</sup> )	5,35ab	5,34ab	5,52ab	5,69a	5,09b	0,07	ns	0,0020
<b>Conteúdo Ruminal</b>								
<b>Hora 0</b>								
Matéria seca	126,1c	136,8c	143,1bc	179,2ab	205,8a	15,62	0,0001	ns
Matéria orgânica	873,1c	898,7bc	901,4b	930,6a	938,9a	90,73	<0,0001	ns
Matéria mineral	126,8a	101,2ab	98,5b	69,3c	61,0c	9,26	<0,0001	ns
Fibra detergente neutro	519,3e	566,7d	615,7c	712,0b	769,9a	63,11	<0,0001	ns
<b>Hora 11</b>								
Matéria seca	120,4c	148,7bc	154,5b	178,3ab	200,2a	16,31	<0,0001	ns
Matéria orgânica	878,1c	907,6b	907,8b	926,6ab	943,1a	91,14	0,0001	ns
Matéria mineral	121,8a	92,3b	92,1b	73,3bc	56,8c	8,85	0,0001	ns
Fibra detergente neutro	478,9c	508,0c	555,2b	601,4b	734,4a	56,89	<0,0001	ns
<b>Hora 17</b>								
Matéria seca	112,6b	145,8b	148,5b	153,7ab	193,0a	15,07	0,0012	ns
Matéria orgânica	881,7b	895,1b	915,7ab	916,4ab	933,6a	90,85	0,0084	ns
Matéria mineral	118,2a	104,8a	84,2ab	83,5ab	66,4b	9,14	0,0084	ns
Fibra detergente neutro	479,3d	505,0cd	550,2bc	612,1b	704,1a	57,01	<0,0001	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

\*Erro padrão da média

Allen (1997) observou efeito linear crescente nos valores de pH em resposta ao aumento nos percentuais de feno, visto que a concentração da fibra fisicamente efetiva está relacionada com aumento no tempo total de mastigação, e este está diretamente correlacionado com o fluxo de saliva para dentro do rúmen. Diferentemente das dietas com altas proporções de CNF, que, por sua alta taxa de degradação, geralmente

resultam em queda do pH e na digestibilidade da fração fibrosa no rúmen (Kozloski, 2009). Entretanto, Bem Salen et al. (1996) não observaram efeito significativo sobre a digestão da FDN ao incluírem palma na dieta de ovinos, em substituição à palha de trigo.

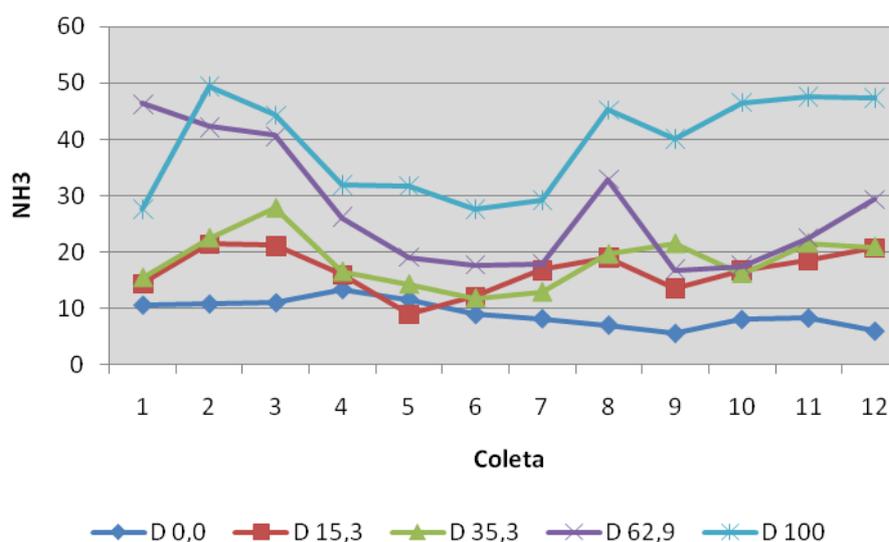
A sensibilidade às variações do pH é diferente entre os microrganismos ruminais. Para bactérias que degradam fibra, cessa abaixo de 6,0; para as amilolíticas, em valores próximos a 5,0 (Kozloski, 2009), e para protozoários, em pH de 6,2 ou mais elevado (Leek, 2006). Mesmo permanecendo dentro desta variação, os valores obtidos neste trabalho foram inferiores aos relatados em outros estudos. Bispo et al. (2007), apesar de observarem pH variando de 6,46 a 6,24, perceberam que este foi reduzindo com o aumento da palma forrageira de 0 a 56% de palma; Souza (2009), com nível fixo de 60% de palma e feno de tifton variando de 0,0% a 25%, obteve pH de 5,94 a 6,39.

Os valores observados para temperatura do ambiente ruminal podem ter sofrido influência do elevado consumo de água pelos animais que receberam a dieta com maior percentual de feno de erva sal, variando de 35,04 a 33,95°C para as respectivas dietas 0,0% e 100%, estando estes abaixo do preconizado na literatura, em torno de 39 a 42°C.

Quanto à concentração de sal no líquido ruminal, mesmo para os animais que receberam dieta isenta de feno de erva sal, o valor encontrado (5,35 mg/L) esteve próximo ao de maior percentual de feno (5,09 mg/L). Tal fato pode ser justificado pela regulação, realizada pelos próprios animais, consumindo o suplemento mineral disponível no saleiro, pois aqueles submetidos às dietas com nível máximo de palma tiveram maior consumo (31,3 g/dia) quando comparados aos que receberam dietas com máximo teor de feno de erva sal (18,9 g/dia).

A Figura 2 ilustra as flutuações na concentração de N-NH<sub>3</sub> nos tempos em função das dietas. Foi possível observar, para dieta 0,0%, que a concentração se

manteve praticamente constante ao longo do dia, com valor médio próximo a 10 mg/100 mL, sendo esta dieta a que proporcionou as menores concentrações de amônia. Provavelmente por apresentar como única fonte protéica o farelo de soja, que não é degradado rapidamente como a uréia, influenciando na disponibilidade de nitrogênio aos microrganismos ruminais durante longo período, sendo registrado na última coleta (19 horas) uma das concentrações mais baixas, 5,96 mg/100 mL.



**Figura 4. Concentração de amônia (mg/100mL) no líquido ruminal de ovinos**

Os níveis de 15,3; 35,3 e 100% de substituição da palma proporcionaram os maiores valores de amônia nas duas primeiras horas após o fornecimento da dieta, com primeiro pico na 3ª coleta (10 horas), e um segundo na 8ª coleta (13 horas). Entretanto para o nível de 100%, o pico se deu uma hora após o fornecimento com 49,46 mg/100 mL. O nível de 62,9% de substituição apresentou maior concentração logo na primeira coleta, com média de 46,34 mg/L. Após essas elevadas concentrações, deu-se um período de declínio (5ª e 7ª coletas).

Os valores mais elevados para o nitrogênio amoniacal, acima de 40 mg/100 mL, foram verificados nas dietas com 62,9 e 100% de substituição da palma,

possivelmente pela maior participação da uréia; além do farelo de soja e do feno de erva sal, que, em algumas pesquisas, é utilizado como fonte proteica, garantindo a estes níveis maior disponibilidade de nitrogênio. No entanto o nível máximo de substituição da palma proporcionou longo período com os valores mais altos, a partir do segundo horário de oferta de alimento da 8<sup>a</sup> a 12<sup>a</sup> coleta (15 às 19 horas), com médias de 45,27; 40,20; 46,60; 47,59 e 47,33 mg/100mL. Pode-se inferir que a maior disponibilidade de nitrogênio, já referido anteriormente, tenha proporcionado aumento na concentração de amônia. No entanto a falta de carboidrato de rápida fermentação limitou sua absorção, fazendo com que permanecesse em altas concentrações ao longo das coletas, além do teor em fibra que permitiu maior permanência do alimento no ambiente ruminal, proporcionando aos microrganismos melhor aproveitamento dos alimentos.

Também pode-se considerar a frequência de alimentação exercida pelos animais (Figura 1) que receberam a dieta com substituição total da palma, demonstrando pouca intensidade, mas de forma frequente durante o dia, principalmente nos horários após a segunda oferta de alimento, levando a estes maiores valores de nitrogênio.

Santos (2008) observou picos de concentrações de N-NH<sub>3</sub> para todas as dietas, contendo altas proporções de palma forrageira (+70%), associadas à fonte de fibra efetiva e não efetiva. No mesmo sentido, Vieira et al. (2008) observaram picos máximos de uma a duas horas após o fornecimento, no entanto para rações com baixo percentual de fibra, e de uma a quatro horas em dietas com maiores teores em fibra.

Rogério et al. (2009), com dieta variando de 0,0% a 52% de co-produto do processamento do caju, utilizado como fonte de fibra, encontraram respectivamente médias de 18,49 a 15,51 mg/100mL de nitrogênio amoniacal duas horas após o período pré-prandial, considerado este o horário com maior concentração.

Nos resultados encontrados por Bispo et al. (2007), a concentração média de amônia às 4, 6 e 8 horas após a alimentação diminuiu linearmente, sendo maior nos animais que receberam a dieta com maior porcentagem de feno. Reportam ainda a elevada digestibilidade da palma, e o sincronismo entre energia e proteína, já que as rações eram isoproteicas.

De acordo com Valadares Filho e Pina (2006), alterações na função ruminal ocorridas após a alimentação podem ser maiores quando as rações são consumidas frequentemente, fazendo com que os animais desenvolvam um padrão de ingestão que pode reduzir as flutuações na fermentação ruminal.

A substituição da palma não influenciou significativamente ( $P>0,05$ ) a concentração total de AGV (Tabela 9), com média de 218,6  $\mu\text{mol/mL}$ , permitindo assim aporte energético para os animais em todas as dietas. Estes valores foram superiores ao observado por Santos (2008), com concentração média de 175,55  $\mu\text{mol/mL}$ . No entanto, segundo Kozloski (2009), a concentração total de AGV no fluido ruminal normalmente varia de 60 a 160 mmol/L, mas valores extremos podem ser encontrados.

Pelegrino (2008) encontrou valores abaixo deste preconizado, no entanto afirmou que menores concentrações podem estar relacionadas à maior taxa de absorção, e não apenas menor produção. Segundo Ítavo et al. (2000), a relação entre produção, absorção e concentração de AGV representa balanço entre as taxas de produção e de remoção no rúmen; um aumento na produção dos AGV acarreta acréscimo na concentração e, conseqüentemente, na absorção. Portanto haverá tendência de estabilização entre estes três itens. Quanto mais AGV for produzido, mais será absorvido, até que uma constância seja atingida.

Os produtos da fermentação diferem segundo a composição da ração, e mediante o padrão microbiano específico, sendo absorvido continuamente no rúmen.

Com uma digestão intensa da celulose e carboidratos solúveis, a produção de acetato é elevada; já com rações ricas em amido são produzidos mais propionato (Nussio et al., 2006). As taxas de absorção aumentam com a redução do pH do fluido ruminal como consequência do aumento da proporção da forma não-ionizada dos ácidos e do aumento do gradiente de pH (Kozloski, 2009).

Os níveis de substituição da palma não influenciaram ( $P>0,05$ ) a concentração do ácido acético. No entanto, foi o ácido de maior concentração entre os demais analisados, o que está de acordo com a literatura (Van Soest, 1994; Valadares Filho e Pina, 2006; Antunes e Rodriguez, 2006). Entretanto, era esperada diferente resposta entre as dietas experimentais, visto que rações ricas em carboidratos de fermentação mais lenta favorecem a produção de acetato. Por isso esperava-se maior concentração para dieta 100% em comparação a de 0,0%, que tinha em sua composição basicamente um carboidrato de rápida fermentação.

A relação acetato:propionato praticamente se manteve a mesma entre as dietas, sendo observado um pequeno aumento na dieta com maior inclusão do feno, efeito que pode ter sido causado pelo teor maior de fibra e mais baixos de CNF.

A proporção do ácido acético foi influenciada significativamente ( $P<0,05$ ) à medida que a palma foi substituída, com valores médios de 69,9% e 74,9% para as dietas isentas e com nível máximo de feno, respectivamente. De acordo com Antunes e Rodriguez (2006), o ácido acético pode representar até 75% dos AGV produzidos em dietas ricas em forragem.

Tanto a concentração quanto a proporção de propionato sofreram influência com aumento nos níveis de substituição da palma forrageira. Ao comparar as dietas com máxima e nenhuma substituição da palma, observou-se redução significativa ( $P<0,05$ ) deste AGV, mesmo contendo alto percentual de amido em sua composição (dieta de

100%). Possivelmente a maior quantidade de fibra proporcionou aos microrganismos uma degradação mais lenta e gradual deste substrato e, com isso, regulou a liberação de carboidratos mais fermentáveis, o que também é comprovado pelo valor mais alto de pH observado nesta dieta.

Tabela 9. Concentrações e proporções molares dos ácidos graxos voláteis (AGV) no líquido ruminal dos ovinos em função das dietas experimentais

AGV	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
<b>Acetato</b>								
μmol/mL	154,0a	170,1a	162,4a	167,1a	167,9a	3,12	ns	ns
%	73,0b	75,2ab	71,8b	73,0b	76,6a	0,45	ns	0,0168
<b>Propionato</b>								
μmol/mL	28,0ab	27,4b	30,8a	29,8ab	23,8c	0,41	<.0001	<.0001
%	13,9ab	12,8ab	14,4a	14,0a	11,8b	0,24	0,0588	0,0105
<b>Butirato</b>								
μmol/mL	15,7ab	15,8ab	17,8a	16,7a	14,0b	0,31	0,0419	<.0001
%	7,8ab	7,3ab	8,4a	7,8ab	6,8b	0,15	0,0123	0,0076
<b>Isovalerato</b>								
μmol/mL	10,8a	10,2a	11,5a	11,2a	10,0a	0,28	ns	ns
%	5,4a	4,7a	5,3a	5,2a	4,8a	0,13	ns	ns
<b>Total</b>	208,6a	223,6a	222,5a	224,8a	215,8a	3,50	ns	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

\*Erro padrão da média

Os ácidos propiônico e butírico tiveram tendência crescente até o nível de 35,3% de substituição. No entanto com o máximo nível de feno na dieta, foi observado menor valor para ambos os ácidos com médias de 23,8 e 13,9 μmol/mL. Souza et al. (2009), com a inclusão de feno de tifton, observou comportamento decrescente nas concentrações dos ácidos graxos voláteis totais, propionato e butirato. Os autores

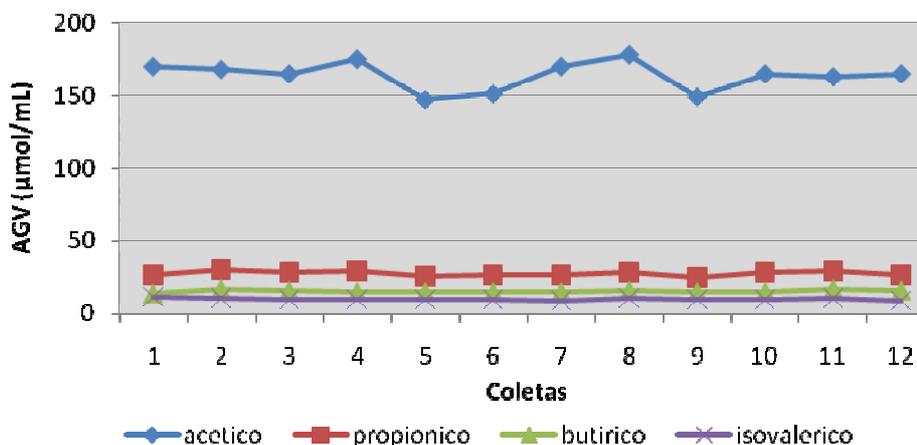
atribuíram este resultado à diminuição da digestibilidade à medida que o feno foi adicionado às dietas.

A concentração e a proporção molar do isovalérico não foram influenciadas significativamente com o aumento da substituição da palma ( $P>0,05$ ), obtendo-se médias de 10,72  $\mu\text{mol/mL}$  e 4,86% respectivamente. Mesmo na dieta 0,0%, que teve como fonte proteica apenas o farelo de soja, produziu-se concentração molar deste isoácido em proporções semelhantes às demais dietas e dentro da faixa normalmente citada na literatura.

Leek (2006) relatou que os isoácidos são responsáveis por menos de 5% dos AGV total, sendo provavelmente mais valiosos para os microrganismos para síntese proteica utilizando NNP do que diretamente para o ruminante. Em revisão, Acuri et al. (2006) comentou que os ácidos de cadeia ramificada, entre eles o isovalérico, proveniente da deaminação da leucina, pode prejudicar a degradação da fibra, caso não sejam supridos os requerimentos dos microrganismos celulolíticos, e que os mesmos podem ser limitantes em dietas pobres em proteína. Neste sentido, mesmo produzido em pequenas proporções, é necessário ao atendimento dos microrganismos do rúmen. No entanto, Veira e Ivan (1983) observaram diferença significativa na proporção molar para isovalérico, que foi mais alto com ovinos defaunados (1,9%) quando comparados aos faunados (1,4%), visto que em alguns casos há comprometimento da proteína disponível ao ruminante quando em presença dos protozoários.

Na Figura 3, são apresentadas as concentrações dos ácidos: acético, propiônico, butírico e isovalérico durante o período de coletas. Foram observadas para o ácido acético as maiores concentrações ao longo do período de coletas, provavelmente em decorrência das várias refeições realizadas pelos animais durante o dia (Figura 1), já que, não só o tipo de alimento, mas também o tempo após a ingestão modifica a taxa de

produção desses ácidos (Kozloski, 2009); e, por ser o AGV de maior proporção molar, suas concentrações foram as mais elevadas.



**Figura 5. Concentração de AGV (µmol/mL) no líquido ruminal de ovinos**

As concentrações mais acentuadas (175 e 178 µmol/mL) ocorreram, respectivamente, após três horas, e posteriormente ao segundo horário de oferta de alimentos, verificando-se em seguida um rápido declínio, com médias de 147 e 149 µmol/mL respectivamente. Provavelmente em decorrência da diminuição de substrato para fermentação, já que, durante os mesmos horários em que se registrou esse declínio, o mesmo foi observado para as concentrações de N-NH<sub>3</sub> (Figura 2), nos intervalos entre a 5ª e 6ª, e 9ª coletas.

As concentrações dos ácidos propiônico, butírico e isovalérico se mantiveram constantes, com concentrações médias semelhantes em todos os horários de observação, comportamento que também pode ocorrer em resposta ao fracionamento das refeições pelos animais, não caracterizando picos de concentrações.

Efeito contrário foi obtido por Nogueira et al. (2005), com maiores médias de produção do ácido propiônico após duas horas da alimentação. Segundo os autores,

após esse horário, ocorreu diminuição na quantidade de amido, decorrente de sua fermentação, com conseqüente redução da quantidade de propionato. Neste sentido, Pelegrino (2008), observou que as concentrações de AGV total, ácido acético, propiônico e butírico apresentaram diferença significativa ( $P < 0,05$ ) na quarta hora após a alimentação, quando também foi observada menor concentração do pH, evidenciando uma maior atividade fermentativa do rúmen

#### **4. Conclusões**

A substituição da palma forrageira, por feno de erva sal e farelo de milho, influencia os consumos de nutrientes e a digestibilidade da dieta, bem como proporciona maior ingestão de água pelos animais. Além de modificar os padrões comportamentais como: os tempos de alimentação, ruminação e ócio, sem que a eficiência de alimentação seja comprometida.

A substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho não modifica a proporção dos ácidos graxos voláteis, no entanto proporciona mudanças no ambiente ruminal, elevando o pH e a concentração do nitrogênio amoniacal.

## 5. Referências Bibliográficas

ABIJAOUDE, J.A. MORAND-FEHR, P.; TESSIER, J. et al. Diet effect on the daily feeding behaviour, frequency and characteristics of meals in dairy goats. **Livestock Production Science**, v. 64, p. 29-37, 2000.

ABU-ZANAT, M.M.W.; TABBAA, M. J. Effect of feeding *Atriplex* browse to lactating ewes on milk yield and growth rate of their lambs. **Small Ruminant Research**, v.64, p.152–161, 2006.

ACURI, P. B.; LOPES, F. C. F.; CARNEIRO, J. C. Microbiologia do rúmen. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 111-150, 2006.

AGANGA, A. A.; MTHETHO, J. K.; TSHWENYANE, S. *Atriplex Nummularia* (Old Man Saltbush): A Potential Forage Crop for Arid Regions of Botswana Pakistan **Journal of Nutrition** v.2 n. 2, p. 72-75, 2003.

LBINATI, R. C. B.; ALBINATI, A. C. L.; MEDEIROS, Y. D. Utilização de águas desprezadas para a produção de alimentos no semi-árido. **XV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, p. 1-17, 2003. Acessado em maio de 2009. [www.grh.ufba.br/.../utilização%20de%20Águas%20xv%20simpósio%20br](http://www.grh.ufba.br/.../utilização%20de%20Águas%20xv%20simpósio%20br)

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and the requirement for physically effective fiber. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1447–1462, 1997.

ALISSON, M. J. Microbiologia da digestão fermentativa no rúmen e no intestino grosso. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 4438-449, 2006.

ANTUNES, R. C.; RODRIGUEZ, N. M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 229-253, 2006.

ARAUJO, R. F. S. S. **Avaliação nutricional e função renal de ovinos alimentados com feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* L) e farelo de milho em substituição a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2009. 47 p.

AOC-ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: OAC, p. 1298 , 1990

BEN SALEM, H.; NEFZAoui, A.; ABDOULI, H. et al. Effect of increasing level spinelles cactus (*Opuntia ficus-indica* var.inermes) on intake and digetion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, n.1, p.293-299, 1996.

BEN SALEM, H., NEFZAOU, A., BEN SALEM, L. Spineless cactus (*Opuntia ficus indica* f. *inermis*) and oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) as alternative supplements for growing Barbarine lambs given straw-based diets. **Small Ruminant Research**, v. 51, p. 65–73. 2004.

BERCHIELLI, T. T.; GARCIA, A. V.; OLIVEIRA, S. G. Principais técnicas de avaliação aplicadas em estudo de nutrição. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 403-421, 2006.

BISPO, S. V., FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C. et al. 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.

BONILLA, O. H.; TABOSA, J. N.; GALINDO, F. A. T. et al. *erva sal*: Nova forrageira para solos salinizados no semi-árido nordestino. Recife: **IPA- Série Documentos**, 2000. 25p.

BRAGA, M., RODRIGUES, M. T. Diagnóstico da cadeia produtiva da ovinocultura no estado de Alagoas. In: **Cartilha SEBRAE**. 2005. 28 p.

BÜNZLI, A. B. Introducción de arbustos forrajeros en la comunidad mapuche gramajo. **Leisa Revista de Agroecología**, p. 34-39, 2007.

BÜRGER, P. J. PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C. de. et al. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CÂNDIDO, M. J. D. ; ARAÚJO, G. G. L.; CAVALCANTE, M. A. B. Pastagens no ecossistema semi-árido brasileiro: Atualização e perspectivas futuras. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 42, Goiânia. **Anais...Goiânia: Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2005. p. 85-94. 2005.

CARDOSO, A. R.; CARVALHO, S.; GALVANI, D. B. Comportamento ingestivo de cordeiros alimentados com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.36, n.2, p.604-609, 2006.

CARVALHO, G. G. P. de. ; 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.

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.

CAVALCANTI, M. C. A., BATISTA, A. M. V., GUIM, A. et al. Consumo e comportamento ingestivo de caprinos e ovinos alimentados com palma gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) e palma orelha-de-elefante (*Opuntia sp.*). **Acta Science Animal**. Maringá, v. 30, n. 2, p. 173 – 179. 2008

CIRILO, J. A. Políticas públicas de recursos hídricos para o semi-árido. **Revista Estudos Avançados**, v. 22, n. 63, p. 61-82, 2008.

COELHO DA SILVA, J. R.; GUIM, A.; BATISTA, A. M. V. et al. Cinética de degradação ruminal do feno de *Atriplex nummularia*. **V Congresso Nordestino de Produção Animal – SNPA**, 2008.

COSTA, M. R. G. F.; CARNEIRO, M. S. S.; PEREIRA, E. S. et al. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de feno de juazeiro. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 46, 2009. Maringá, PR. **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.

FENTON, T. W.; FENTON, M. An improved procedure for the determination of chromic oxide in feed and feces. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 59, n. 3, p. 631, 1979.

FURLAN, R. L.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D. E. de. Anatomia e fisiologia do trato gastrointestinal. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 403-421, 2006.

GOFF, J. P. Minerais. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 4438-449, 2006.

HALL, M. B. et al. A Method for partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal Science Food Agriculture**, v. 79, n. 9 p. 2079 – 2086, 1999.

HOUP, T. R. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 404-437, 2006.

HÜBNER, C.; PIRES, H. C. C.; GALVANI, D. B. et al. Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v.38, n.4, p.1078-1084, 2008.

INMET. **Dados meteorológicos** – Petrolina, 2007

ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G. T. dos.; JOBIM, C. C. et al. Avaliação da silagem de bagaço de laranja com diferentes aditivos por intermédio dos parâmetros de fermentação ruminal de ovinos e contribuição energética dos ácidos graxos voláteis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n.5, p.1491-1497, 2000.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.74, n. 3, p. 933-944, 1991.

KAUFMANN, W. Influence of the composition of the ration and the feeding frequency on pH regulation in the rumen and on feed intake in ruminants. **Livestock Production Science**, v.3, n.2, p.103-114, 1976.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: 2ª ed. UFSM, 2009.

LANA, R. P de. **Nutrição e alimentação animal - mitos e realidade**. 2ª ed. Viçosa-MG UFV: 2005. 344 p.

LEEK, B. F. Digestão no estômago do ruminante. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 404-437, 2006.

LEONI, E. F.; FREGONESI, J. A.; MIZUBUTI, I. Y. et al. Consumo e digestibilidade aparente de rações com diferentes proporções de feno de capim Coastcross (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e soja crua moída e comportamento alimentar de ovinos. **Semina Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 685-694, 2006.

MACEDO, C. A, B, MIZUBUTI, I Y, MOREIRA, F. B. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dietas com diferentes níveis de bagaço de laranja em substituição à silagem de sorgo na ração. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.36, n.6, p.1910-1916, 2007

MACEDO JUNIOR, G. L.; PÉREZ, J. R. O.; ALMEIDA, T. R. V. et al. Influência de diferentes níveis de FDN dietético no consumo e digestibilidade aparente de ovelhas santa Inês. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 3, p. 547-553, 2006.

MEHREZ, A. Z.; E. ORSKOV, R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 437-443, 1977.

MENDONÇA, S.S.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES FILHO, S. C. et al. Comportamento Ingestivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Dietas à Base de Canade-Açúcar ou Silagem de Milho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.3, p.723-728, 2004.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.Jr. et al (Eds). **Forage quality evaluation and utilization**. Nebraska: American Society of Agronomy, Crop Science of America; Soil Science of America, 1994. 988 p.

MERTENS, D. R. Analysis of fiber in the feeds and its use in fee evaluation and ration formulatin **In: Simpósio internacional de ruminantes**. Lavras. 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, p. 1-32, 1992.

MONTENEGRO, A. A. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; MARINHO, I. et al. Uso de água subterrânea salina em halófitas no Semi-Árido Nordestino. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 8, n. 2, p. 75-84, 2003.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; TITTO, E. A. L.; OLIVEIRA, M. E. M. de. et al. Efeitos da administração de uréia protegida sobre a população de protozoários ciliados em rúmen de cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 741-744, 2000.

NUSSIO, L. G.; CAMPOS, F. P.; LIMA, M. L. M. Metabolismo de carboidratos estruturais. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 183-228 , 2006.

PALMQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating dairy cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v. 54, p. 1025, 1971.

PELEGRINO, S. G. **Parâmetros ruminais em vacas de alta produção leiteira alimentadas com dieta total**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro – UFRJ, 2008. 36 p.

PETRYNA, A.; BAVERA, G.A. Etologia: Cursos de Producción Bovina de Carne. Faculdade de Agronomia e Veterinária – FAV, Universidade Nacional Del Rio Cuarto - UNRC, 2002. Disponível em: <http://www.produccionbovina.com/informaciontecnica/etologia/07-etologia.htm>. Acesso em: 2009.

POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; ALMEIDA, S.R.S. Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.5, p.987-993, 1996.

PORTO, E. R.; AMORIM, M.. C. de.; DUTRA, M. T. et al. Rendimento da *Atriplex nummularia* irrigada com efluentes da criação de tilápia em rejeito da dessalinização de água. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.10, n.1, p.97–103, 2006.

PORTO, E. R.; DUTRA, M. T.; AMORIM, M.. C. de. et al. Uso da erva-sal (*Atriplex nummularia*) como forrageira irrigada com água salina. **Circular Técnica da Embrapa Semi-árido**. Petrolina-PE. EMBRAPA, n. 53, 2000.

ROGERIO, M. C. P.; BORGES, I.; RODRIGUEZ, N. M. et al. Dinâmica da fermentação ruminal em ovinos alimentados com rações contendo diferentes níveis de coprodutos de caju (*Anacardium occidentale*). **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 355-364, 2009.

SANTOS, A. O. A dos. **Utilização de Nutrientes e Parâmetros de Fermentação Ruminal em Ovinos Recebendo Dietas com Altas Proporções de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2008. 49 P.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ªed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SILVA, J. F. C. da. Mecanismos reguladores de consumo. In: BERCHIELLI, T. T., PIRES, A. V., OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, p. 183-228 , 2006.

SNIFFEN, C. J et al. A net carbohydrate and protein for evaluating catler diets, II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v. 70, p. 3562-3577, 1992.

SOUTO, J. C. R.; ARAÚJO, G. G. L. de.; MOREIRA, J. N. et al. Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em dietas para ovinos, com diferentes níveis de feno de erva-sal (*Atriplex nummularia* Lindl.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 35, n. 1, p. 116-122, 2004.

SOUZA, E.J.; GUIM, A.; BATISTA, A.M.V. et al. Effects of soybean hulls inclusion on intake, total tract nutrient utilization and ruminal fermentation of goats fed spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) based diets. **Small Ruminant Research**, v. 85, p. 63-69. 2009.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2000. SAS user's guide: Statics Version, 2000. SAS, Cary, N. C.

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

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p. 3586 – 3597, 1991.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell, 1994. 476p.

VEIRA, D. M. e IVAN, M. Rumen ciliate protozoa: effects on digestion in the stomach of sheep. **Journal Dairy Science**, v. 66, n. 5, p.1015-1022, 1983.

VIEIRA, E.L.; BATISTA, Â.M.V.; MUSTAF, A.F. et al. Effects of feeding high levels of cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) cladodes on urinary output and electrolyte excretion in goats. **Livestock Science**, v.114, p.354–357, 2008.

VIEIRA, P. F. Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes. **Tese (Doutorado em Zootecnia)** – Universidade Federal de Viçosa - UFV, 1980. 98 p.

ZHU, J. Plant salt tolerance: Review. **Plant Science**, v.6, n.2, p.66-71, 2001.

## **CAPITULO II**

**População de protozoários do rúmen de ovinos alimentados com feno de erva sal  
(*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho em substituição a palma forrageira  
(*Opuntia ficus- indica* Mill)**

---

**População de protozoários do rúmen de ovinos alimentados com feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind) e farelo de milho em substituição à palma forrageira (*Opuntia ficu-indica* Mill)**

---

**Resumo** – O objetivo deste trabalho foi determinar o número e o gênero de protozoários ciliados no rúmen de ovinos, recebendo dietas com diferentes níveis de substituição da palma forrageira (*Opuntia ficu-indica*, Mill) por feno de erva sal (*erva sal nummularia* Lind.) e farelo de milho. Os níveis de substituição foram de 0,0; 15,3; 35,3; 62,9 e 100 %. Foram utilizados cinco ovinos, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 65 kg. Os animais foram distribuídos em baias individuais, distribuídos no delineamento quadrado latino 5 x 5 (cinco animais x cinco dietas), cada período foi constituído de 17 dias, sendo os quatro últimos reservados para as coletas. O conteúdo ruminal foi coletado em proveta graduada de 1000 mL, em três horários: antes do fornecimento da dieta (hora zero), 11 e 17 horas, sendo amostrados em média 250 gramas (sólido e líquido) para as respectivas análises, matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM) e fibra em detergente neutro (FDN). Para determinação do número e gênero de protozoários ciliados, o líquido ruminal foi coletado em dois horários, antes do fornecimento da dieta (hora zero) e 4 horas após. Aproximadamente 10 mL do líquido ruminal foram coletados diretamente da fistula dos animais, sendo estes preservados em formol a 20%, na proporção de 1:2, e armazenados em potes plásticos. O conteúdo ruminal apresentou efeito significativo ( $P > 0,05$ ) para os teores de MS, MO, MM e FDN, nos diferentes horários de coleta, exceto para MS referente à hora 11. No entanto, para os três horários analisados, os valores médios da MM diminuíram com o aumento da substituição da palma, ao contrário da FDN, que aumentou linearmente. Foram identificados e quantificados ciliados dos gêneros *Dasytricha*, *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elytroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Polyplastron*, e *Isotricha*. Observou-se predominância do gênero *Entodinium* com média de 94,20 %, no entanto, o nível de substituição influenciou significativamente ( $P > 0,05$ ) o número por mL de líquido ruminal, com médias de 141,04 e 51,28, para as respectivas dietas 0,0 e 100% de substituição. Entretanto, quanto aos horários das coletas (0 e 4), só diferiram para os ciliados do gênero *Isotricha*, com médias de 1,01 e 1,71 n°/mL respectivamente. Os resultados demonstraram que o aumento na substituição da palma forrageira por feno de *Atriplex* e farelo de milho

modifica a composição do conteúdo ruminal de ovinos, bem como o número total de protozoários ciliados no rúmen, com predominância para o gênero *Entodinium*.

**Palavras chaves:** ciliados, conteúdo ruminal, *Entodinium*, halófitas

**Population of protozoa of the rumen of sheep fed with hay of saltbush (*Atriplex nummularia* Lind) and corn bran in replacement of spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill)**

---

**Abstract** - The objective of this work was to determine the number and genera of protozoa ciliates in the rumen of sheep receiving diets with different levels of replacement of the spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* Mill) by saltbush hay (*Atriplex nummularia* Lind) and corn bran. The levels of replacement were of 0,0; 15,3; 35,3; 62,9 and 100 %. Five sheep weighting 65 kg and with a cannula at the rumen were used. The animals were assigned in individual stalls in a Latin square 5 x 5 (five animals x five diets). Each period was composed of 17 days, being the last four reserved for collecting samples. The ruminal content was collected in a 1000 mL graduated cylinder, three times before the supplying of the diet (hour 0), 11 and 17 hours after. An average of average 250 grams (solid and liquid) was collected for the respective analyses, dry matter (DM), organic matter (OM), mineral matter (MM) and neutral detergent fiber (NDF). To determine the number and genera of ciliate protozoa, the ruminal liquid was collected twice, before the supply of the diet (hour 0) and 4 hours after. Approximately 10 mL of the ruminal liquid were collected directly off the cannula of the animals, which was then preserved in a 20% formaldehyde solution, in proportion of 1:2, and stored in plastic pots. The ruminal content presented significant effect ( $P>0,05$ ) for DM, OM, MM and NDF in different collecting times, except for DM collected at the 11<sup>th</sup> hour. However for the collecting times analyzed, the average values of MM decreased, contrary to the NDF which had a linear increase. Ciliate protozoa of the following genera were identified and numbered: *Dasytricha*, *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elytroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Polyplastron*, and *Isotricha*. A predominance of the genus *Entodinium* was observed, with an average of 94,20%. However, the replacement level influenced significantly ( $P>0,05$ ) the number per mL in the ruminal liquid, with averages of 689,90 and 239,80 for the diets with 0,0 and 100% of substitution respectively. With regards to collecting times (0 and 4), they only differed for ciliates of the gender *Isotricha*, with averages of 5,08 and 8,66 n<sup>o</sup>/mL respectively. The results demonstrated that the increase in the substitution of spineless cactus for hay of saltbush

and corn bran modifies the composition of the content of sheep rumen, as well as the number of protozoa ciliates in rumen, however the genus *Entodinium* is predominant.

**Key Words:** ciliates, content ruminal, *Entodinium*, halófitas

## 1. Introdução

O ambiente ruminal é habitado por uma diversidade de microrganismos ativos, como as bactérias, protozoários e fungos, os quais degradam os alimentos para seu próprio desenvolvimento e conseqüentemente produzem substratos que são fornecidos ao hospedeiro como fontes de energia e nitrogênio, fundamentais para a dieta na nutrição do ruminante.

A massa bacteriana do rúmen é predominante, com cerca de  $10^{10}$  células/mL, seguida dos protozoários, com aproximadamente  $10^6$  células/mL, e massa ruminal correspondente a cerca de 10%, podendo alcançar até 50% da biomassa total (Kozloski, 2009).

A classificação dos protozoários, inicialmente identificados em 1843, baseia-se em sua morfologia; sendo composta em maior quantidade pelos protozoários ciliados e em menor pelos flagelados (Lana, 2005). A maior parte pertence a dois grupos: os *holotricha*, com toda superfície corpórea recoberta por cílios, e os protozoários *entodiniomorfos*, com cílios congregados em tufo que não recobrem muito da superfície corpórea. Os entodiniomorfos engolfam material particulado, e possuem enzimas que atacam a celulose e hemicelulose, e os *holotricha* geralmente dependem de polissacarídeos não estruturais, especialmente amido e açúcares solúveis. Os produtos finais dos protozoários incluem ácidos orgânicos,  $\text{CO}_2$  e hidrogênio (Allison 2006).

A expressão “ciliados do rúmen” engloba protozoários ciliados de grupos diferentes que constituem diversas populações da comunidade ruminal (Siqueira e D’Agosto, 2003). Assim, a identificação de populações de protozoários do rúmen em diferentes áreas provê informação sobre a distribuição geográfica de ciliado, sua fisiologia, hábito alimentar dos hospedeiros, e especificidade e filogenia das espécies de ciliado individuais (Göçmen et al., 2002). Portanto uma avaliação comparativa da

população e dos tipos de protozoários contribui para delinear as diferenças na digestibilidade da dieta (Santra et al., 1998). Ademais os transtornos da atividade dos pré-estômagos muitas vezes são acompanhados de variações características da população de protozoários, de maneira que seu estudo no fluido ruminal permite tirar conclusões sobre a existência de anormalidades digestivas (Feitosa et al., 2006).

Durante a avaliação, é necessário considerar o tipo de dieta e o tempo decorrido antes de sua última alimentação, pois a proporção entre os AGV e o tempo despendido na ruminação depende principalmente da qualidade e quantidade de alimentos administrados, o que possivelmente influenciará a taxa de secreção salivar e, por consequência, os valores do pH (Feitosa et al., 2006). Pois, segundo Siqueira e D'Agosto (2003), o comportamento e a distribuição dos protozoários ciliados podem ser influenciados por vários fatores, tais como dieta ingerida pelo hospedeiro, pH ruminal, intervalo de tempo após alimentação, predação e pelas relações estabelecidas entre eles e deles com as bactérias e fungos.

Seu real papel na digestão ruminal ainda traz controvérsias entre os autores, se seu efeito seria benéfico ou não ao hospedeiro, no entanto, em revisão, Fortaleza et al. (2009) comentam que vários estudos de protozoologia ruminal demonstram a presença de atividade hemicelulolítica e celulolítica nos protozoários ciliados, especialmente nos entodiniomorfos. De acordo com Nogueira et al. (2005), sabe-se que os protozoários ciliados têm ação efetiva na degradação de carboidratos e no engolfamento de amido, principalmente em dietas com alto concentrado. Não se sabe, porém, se a substituição do amido por pectina favorece o crescimento do número de ciliados. Entretanto, o engolfamento do amido promove degradação mais lenta do que a efetuada pelas bactérias, contribuindo para evitar queda brusca do pH, promovendo o tamponamento ruminal, mas o excesso pode levá-lo a morte (Kozloski, 2009).

Com relação à digestão das proteínas pelos protozoários, seus produtos dessa digesta são excretados novamente no fluido ruminal na forma de amônia, aminoácidos ou peptídeos. Assim, a presença desses microrganismos está associada à redução da oferta de proteína microbiana no intestino delgado e ao aumento da reciclagem do nitrogênio no rúmen (Kozloski, 2009). Neste sentido, Kurihara et al. (1968) observaram no rúmen de ovinos aumento nas concentrações bacteriana, de amônia e AGV, após diminuição dos protozoários ciliados. No entanto os autores comentaram que os efeitos principais da faunação do rúmen parecem ser causados pela não ingestão das pequenas bactérias pelos protozoários.

Veira (1986), ao comparar ruminantes defaunados, observou que a presença de protozoários ciliados resulta em uma fermentação ruminal mais estável, níveis mais altos de amônio e números reduzidos de bactérias, como também mudanças na matéria seca (%), volume líquido e taxa de passagem de conteúdos de ruminal. Diferentemente de animais faunados; com redução na síntese microbiana líquida e aumento na degradação da proteína dietética no rúmen resultam no abaixo fluxo de proteína ao intestino delgado.

No entanto, a composição da fauna ruminal é diferente de espécie para espécie. Por exemplo, bovinos apresentam maior concentração de protozoários ciliados por mL de conteúdo ruminal em relação aos bubalinos (Fortaleza et al., 2009).

Por sua importância, diversos estudos foram conduzidos com o objetivo de analisar os efeitos das distintas dietas, além de identificar os gêneros dos protozoários nas diversas espécies de ruminantes como em bovinos (Vidal et al., 2007; Coelho et al., 2003; Sálvio e D'Agosto, 2001; Yang e Varga, 1989), ovinos (Goçmen e Gurelli, 2009; Matos et al., 2008; Ushida et al., 1990; Vieira e Ivan, 1983) búfalos (Ríspoli et al., 2009; Franzolin e Franzolin, 2000; Franzoli Neto et al., 1991), e caprinos (Araujo et al.

2006; Santra et al.,1998) entretanto, caracterizou-se nos trabalhos que o gênero *Entodinium* é predominante entre os protozoários nas espécies estudadas, com cerca de 90%.

No mesmo sentido, Rísoli et al. (2009) observaram que o gênero *Entodinium* foi o mais representativo, no rúmen de bovinos e bubalinos, recebendo dieta com 50% de silagem de milho, e 50% de concentrado à base de milho em grãos e farelo de soja, com adição de monensina sódica ou aditivo à base de própolis. No resultados de Franzolin et al. (2000), o gênero *Entodinium* também esteve em maior quantidade, variando de 87,3 a 97,8% da concentração total. No entanto, observaram que as concentrações totais de protozoários ciliados e de *Entodinium* diminuíram ao substituírem a silagem de milho por níveis crescentes de cana-de-açúcar na dieta de ovinos. Já os valores de pH do conteúdo ruminal aumentaram.

Martinele et al. (2008) avaliaram os efeitos do tempo de amostragem e do pH ruminal sobre a concentração de protozoários ciliados no rúmen de ovinos na Caatinga, e identificaram os gêneros *Dasytricha*, *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Entodinium*, *Eodinium*, *Elytroplastron*, *Enoploplastron*, *Epidinium*, *Eremoplastron*, *Eudiplodinium*, *Isotricha*, *Metadinium* e *Ophryoscolex*, sendo que, desses, apenas *Diploplastron* e *Entodinium* apresentaram variações diurnas nas concentrações de suas populações em função do horário de amostragem. Quanto ao pH ruminal neste estudo, os autores não observaram correlação com o número de protozoários.

Também na Caatinga, Matos et al. (2008) determinaram o número e gênero de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. Os autores observaram predominância em torno de 90% para o gênero *Entodinium*. Já para a subclasse Holotricha, só foi registrado o gênero *Isotricha* com média de 1,94% da população. Dentre os horário de coleta, o pH, a concentração média do gênero *Entodinium* e o número total de

protozoários apresentaram diferença significativa, com maiores valores antes da alimentação.

Purser e Moir (1966), citado por Fortaleza et al. (2009), investigaram o consumo de água e volume ruminal como possíveis fatores que afetam a composição da fauna e encontraram uma associação negativa entre número de protozoários e consumo de água.

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar os efeitos da substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho sobre o número e gêneros de protozoários ciliados no rúmen de ovinos.

## **2. Material e Métodos**

O experimento foi desenvolvido nas instalações do Setor de Nutrição Animal da Embrapa Semi-Árido, situada em Petrolina-PE, no período de julho a outubro de 2007. Foram utilizados cinco ovinos, fistulados no rúmen, com peso vivo médio de 65 kg  $\pm$  2 kg. Os animais foram distribuídos em baias individuais, constituída parte do piso em chão batido e coberto por sombrite e parte cimento coberto com telha de cerâmica, todas providas com comedouros, saleiro e bebedouro.

O delineamento experimental foi quadrado latino 5 x 5 (5 animais x 5 dietas). As dietas experimentais eram compostas por palma forrageira, cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica*, Mill), feno de erva sal (*Atriplex nummularia* Lind), farelo de milho, farelo de soja e uréia pecuária (Tabelas 1 e 2). Também foram ofertados água e sal mineral a vontade.

Os períodos experimentais tiveram duração de 17 dias. As dietas experimentais foram ofertadas duas vezes ao dia (8:30 e 14:30 horas) na forma de ração completa, cada refeição continha 50% do total diário ofertado.

Tabela 1. Composição química dos ingredientes

<b>Nutrientes (g/kg na MS)</b>	<b>Palma forrageira</b>	<b>Feno de Erva sal</b>	<b>Farelo de Milho</b>	<b>Farelo de Soja</b>
Matéria seca (g/kg)	224,5	857,3	859,0	887,5
Material mineral	88,5	181,0	22,0	69,6
Matéria orgânica	911,5	819,0	978,0	930,4
Proteína bruta	39,8	95,0	116,6	562,2
Extrato etéreo	9,8	14,1	45,7	13,0
Fibra em detergente neutro	243,1	543,8	106,6	88,9
Fibra em detergente ácido	162,1	305,9	31,4	37,8
Carboidrato não fibroso	602,1	148,9	698,6	257,1
Carboidratos totais	862,0	709,9	815,8	355,2
Lignina	1,92	8,31	-	-
Oxalato	16,2	21,8	-	-
Ca	13,6	7,2	4,0	2,0
K	9,3	8,9	2,9	15,3
Mg	6,6	5,8	1,1	2,9
Na	4,0	21,7	3,0	3,0

Tabela 2. Níveis de participação dos alimentos e composição química das dietas experimentais

Alimentos (g/kg na MS)	Níveis de substituição da palma				
	0,0	15,3	35,3	62,9	100
Palma forrageira	848,0	732,0	561,0	333,0	0,0
Feno de erva sal	0,0	68,0	162,0	291,0	480,0
Farelo de Milho	0,0	62,0	137,0	242,0	406,0
Farelo de soja	152,0	136,0	134,0	125,0	101,0
Uréia	0,0	2,0	5,0	8,0	13,0
Nutrientes (g/kg na MS)	Composição química				
Matéria seca (g/kg)	253,2	280,3	333,1	444,4	872,2
Material mineral	84,8	87,9	91,3	96,1	102,8
Matéria orgânica	914,4	910,1	902,7	894,9	884,2
Proteína bruta	117,7	124,9	141,3	163,4	186,4
Extrato etéreo	1,02	1,27	1,58	2,00	2,66
Fibra em detergente neutro	219,7	233,6	251,0	276,1	313,3
Fibra em detergente ácido	143,2	146,5	149,8	155,3	163,4
Carboidrato não fibroso	569,8	540,8	498,8	444,3	370,9
Lignina	12,8	16,5	20,8	27,0	36,3
Oxalato	13,6	13,0	12,6	11,7	10,4
Ca	11,8	10,8	9,2	7,1	3,9
K	10,1	9,7	9,1	8,3	7,0
Mg	5,9	5,7	5,2	4,5	3,5
Na	0,4	1,8	3,8	6,5	10,6

### 2.1. Consumo de alimentos e análise do conteúdo ruminal

Foram coletadas amostras dos alimentos durante três dias consecutivos, e do conteúdo ruminal em três horários, antes do fornecimento da dieta (hora zero), 11 e 17 horas. O conteúdo foi coletado em proveta graduada em 1000 mL, pesado e amostrado em média 250 gramas (sólido e líquido), para posteriores análises.

As amostras de alimentos e conteúdo ruminal foram pesadas, identificadas e pré-secas em estufa de circulação forçada (55°C), por 72 horas e moídas em moinho em peneiras de 1 mm, e acondicionadas em potes plásticos para posterior análises de determinação da composição química.

As determinações de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) seguiram as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e para as fibras em detergente neutro (FDN) e detergente ácido (FDA), as descritas por Van Soest (1991).

## 2.2. Identificação e contagem dos protozoários

A avaliação quantitativa dos gêneros ciliados foi realizada segundo Dehority (1984), modificada por D'Agosto & Carneiro (1999), na qual o corante verde brilhante foi substituído por solução de lugol; e a identificação dos ciliados baseou-se em Ogimoto & Imai (1981). Para isto, foram tomadas diretamente da fístula dos animais, duas amostras de aproximadamente 10 mL do líquido ruminal, uma antes do fornecimento da dieta (hora zero), e outra 4 horas após. As mesmas foram preservadas em formol a 10%, na proporção de 1:2, e armazenadas em potes plásticos. A identificação e a quantificação dos gêneros ciliados foram realizadas em câmara de Sedgewick-Raftes, segundo Dehority (1984).

Antes de iniciar a contagem e identificação, as respectivas amostras foram homogenizadas, e posteriormente pipetado 1mL de fluido ruminal em tubos de ensaio acrescido de três gotas de lugol. Passados 15 minutos, adicionou-se 9mL de glicerina a 30%. Em seguida, 1mL desse material foi pipetado, preenchendo a câmara de Sedgewick-Raftes (Deority, 1984), para então proceder à contagem por meio de microscópio, quantificando os ciliados presentes em 40 campos e posteriormente, após

rotação da câmara, mais 40 campos. Os resultados foram expressos em números de ciliados/mL de líquido ruminal.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e de regressão por meio do programa General Linear Model do pacote Statistical Analysis System Institute (SAS, 2000). Com aplicação do teste de Tukey ( $P < 0,05$ ) para comparação das médias quando necessário.

### 3. Resultados e Discussão

#### 3.1. Consumo de alimentos e análise do conteúdo ruminal

Os consumos de matéria seca e dos nutrientes expressos em g/dia, percentagem de peso vivo (%PV) e gramas por unidade de peso metabólico ( $\text{g/PV}^{0,75}$ ) foram influenciados significativamente ( $P < 0,05$ ) pelos níveis de substituição da palma forrageira por feno de erva sal e farelo de milho (Tabela 3).

Tabela 3. Médias dos consumos de matéria seca e dos nutrientes por ovinos em função das dietas

Consumo	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
Matéria seca								
g/dia	1428,0b	1630,8ab	2042,0a	2060,4a	1624,5ab	80,64	ns	0,000
% PV	2,08b	2,28ab	2,85ab	2,90a	2,38ab	0,10	ns	0,001
Matéria orgânica								
g/dia	1306,3b	1480,0ab	1841,3a	1907,1a	1430,2ab	72,88	ns	0,000
% PV	1,91b	2,07ab	2,57ab	2,68a	2,10ab	0,10	ns	0,000
Proteína bruta								
g/dia	168,4b	192,5ab	264,6a	266,3a	239,7ab	12,08	0,005	0,004
% PV	0,24b	0,26ab	0,37a	0,37a	0,35aba	0,01	0,003	0,011
Carboidratos totais								

g/dia	1124,4b	1298,5ab	1565,5a	1562,4a	1190,9ab	59,71	ns	0,000
% PV	1,64a	1,81a	2,19a	2,20a	1,74a	0,07	ns	0,000
Fibra em detergente neutro								
g/dia	287,2b	372,5ab	495,7a	540,2a	509,0a	26,82	0,000	0,005
% PV	0,41b	0,52ab	0,69a	0,76a	0,74a	0,03	0,000	0,014
Carboidratos não fibrosos								
g/dia	837,1ab	925,9a	1069,7a	1022,1a	681,8b	40,47	0,031	<0,0001
% PV	1,22ab	1,29ab	1,49a	1,44a	1,00b	0,05	0,044	0,0001
Nutrientes digestíveis totais								
kg/dia	1,05b	1,16b	1,42ab	1,53a	1,09b	0,06	ns	0,0058
% PV	1,54b	1,56b	2,00ab	2,14a	1,59b	0,07	ns	0,0095

a,b,c Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $P < 0,05$ ).

\*Erro padrão da média

Na tabela 4, são apresentadas as médias da densidade ( $\text{g/cm}^3$ ), MS, MO, MM e FDN ( $\text{g/kg}$  na MS) do conteúdo ruminal dos animais, em função da substituição da palma em três diferentes horários: o primeiro, antes da oferta de alimento (hora zero), e os dois últimos, 11 e 17 horas, correspondendo a três horas após o fornecimento da manhã e da tarde respectivamente. Foi observada diferença significativa ( $P < 0,05$ ) para todas as variáveis analisadas.

A densidade da dieta decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ) com a substituição da palma. Esse comportamento pode ser esclarecido pela grande quantidade de espuma observada no líquido ruminal dos animais que receberam a dieta com 100% de substituição, o que refletiu em seu peso e conseqüentemente em sua densidade. Pode-se, com isso, inferir que a presença da palma proporciona maior quantidade de massa no líquido ruminal dos animais.

Santos (2008) não verificou influência ( $P > 0,05$ ) das dietas à base de palma forrageira sobre a densidade da digesta ruminal de ovinos antes da primeira refeição e quatro horas após a segunda, cuja média foi 0,98. Efeito contrário foi observado por

Vieira et al. (2006), aumento linear após a alimentação em função da adição de feno de tifton nas dieta à base de palma, com variação de 0,937 a 1,013 kg/cm<sup>3</sup>.

Verificou-se que os valores médios das respectivas frações foram semelhantes nos três diferentes horários. Tomando-se, por exemplo, o teor de matéria seca da dieta 0,0%, obteve-se médias de 126,1; 120,4 e 112,6 g/ Kg de MS, para os respectivos horários, demonstrando não influenciar em sua composição. Este resultado pode ser atribuído aos horários das coletas, que foram realizadas com aproximadamente 3 horas após o primeiro e segundo fornecimentos da dieta, permitindo semelhante fermentação do substrato pelos microrganismos.

O aumento dos níveis de substituição influenciou significativamente ( $P<0,05$ ) os valores MM do conteúdo ruminal, com comportamento linear decrescente em todos os horários observados, o que favoreceu o aumento da MO das dietas. A diminuição da fração mineral pode ter sofrido efeito, tanto pela ingestão direta de sal pelos animais, com médias de 31,30; 14,41; 8,54; 12,76 e 18,97 g/dia, quanto pela ingestão de água, com médias de 937; 1911; 2554; 4358 e 6181 mL/dia, para as respectivas dietas 0,0; 15,3; 35,3; 62,9 e 100 %. Provavelmente houve diluição da concentração de sais minerais, visto que o feno de erva sal é rico em sais, e este teve a maior participação na dieta 100%. Por consequência de sua ingestão, os animais consumiram maior quantidade de água e menor de sal.

Este efeito pode ser evidenciado quando comparamos os resultados de MM da composição estimada (Tabela, 2) com a composição obtida no conteúdo ruminal, verificando-se aumento no valores MM das dietas 0,0% e 15,3%, e decréscimo nas dietas 62,9% e 100% de substituição, estas compostas com os maiores percentuais do feno.

Tabela 4. Densidade e composição bromatológica do conteúdo ruminal em três diferentes horários em função da dieta

Variáveis (g/kg na MS)	Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
	0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
<b>Hora 0</b>								
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	0,990	0,972	0,960	0,967	0,808	0,018	0,0042	ns
Matéria seca	126,1c	136,8c	143,1bc	179,2ab	205,8a	15,62	0,0001	ns
Matéria orgânica	873,1c	898,7bc	901,4b	930,6a	938,9a	90,73	<0,0001	ns
Matéria mineral	126,8a	101,2ab	98,5b	69,3c	61,0c	9,26	<0,0001	ns
Fibra detergente neutro	519,3e	566,7d	615,7c	712,0b	769,9a	63,11	<0,0001	ns
<b>Hora 11</b>								
Densidade (g/cm <sup>2</sup> )	0,989	0,976	0,950	0,948	0,865	0,015	0,0056	ns
Matéria seca	120,4c	148,7bc	154,5b	178,3ab	200,2a	16,31	<0,0001	ns
Matéria orgânica	878,1c	907,6b	907,8b	926,6ab	943,1a	91,14	0,0001	ns
Matéria mineral	121,8a	92,3b	92,1b	73,3bc	56,8c	8,85	0,0001	ns
Fibra detergente neutro	478,9c	508,0c	555,2b	601,4b	734,4a	56,89	<0,0001	ns
<b>Hora 17</b>								
Densidade (g/cm <sup>2</sup> )	1,002	0,993	0,949	0,985	0,908	0,014	0,0557	ns
Matéria seca	112,6b	145,8b	148,5b	153,7ab	193,0a	15,07	0,0012	ns
Matéria orgânica	881,7b	895,1b	915,7ab	916,4ab	933,6a	90,85	0,0084	ns
Matéria mineral	118,2a	104,8a	84,2ab	83,5ab	66,4b	9,14	0,0084	ns
Fibra detergente neutro	479,3d	505,0cd	550,2bc	612,1b	704,1a	57,01	<0,0001	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

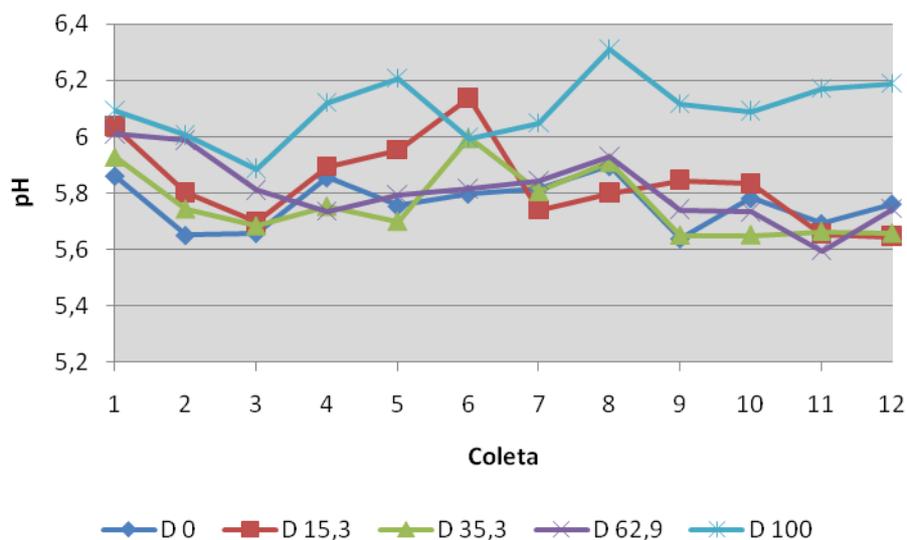
\*Erro padrão da média

A dieta 0,0% apresentou os menores valores de FDN, com média de 49,25% no conteúdo ruminal nos três horários analisados. Quanto ao nível máximo de substituição (100%), teve média de 73,61%, justificado pela maior participação do feno de erva sal, 480 g/Kg na MS.

### 3.2. Identificação e contagem dos protozoários

A concentração média ( $\times 10^4$ ) e percentual (%) de protozoários ciliados por mililitro de líquido ruminal em função da substituição da palma por feno de erva sal e farelo de milho estão expressos na Tabela 5.

O número total de protozoários ciliados, com médias de 141,04; 109,59; 111,62; 120,46 e 51,28  $\times 10^4$  n<sup>o</sup>/mL de líquido ruminal, decresceu linearmente ( $P < 0,05$ ), em função da substituição da palma. Os valores de pH no fluido ruminal na dieta composta exclusivamente por palma e naquela em que houve substituição total da palma pelo feno de erva sal e farelo de milho variaram de 5,6 a 5,9 e 5,9 a 6,2, respectivamente (Figura 1). Verifica-se que a variação do pH ao longo do dia foi pequena em todas as dietas, embora os valores possam ser considerados limitantes para o crescimento dos protozoários, pois, de acordo com Leek (2006), em valores abaixo de 5,5, os protozoários são rapidamente inativados e mais tarde morrem. Portanto o pH não parece ser o principal fator a determinar a resposta observada neste trabalho, já que os maiores valores de pH foram registrados nos animais que receberam a dieta com o nível máximo de substituição. Nestes animais também foi observada menor densidade no fluido ruminal (Tabela 4), o que está relacionado com a produção de espuma.



**Figura 1. Valores de pH no líquido ruminal de ovinos**

Outros efeitos, como a maior participação do concentrado na dieta (100%) pode ter reduzido a quantidade desses microrganismos após engolfamento de grande quantidade de amido proveniente do milho, que levaria ao aumento na fermentação ácida intracelular; como também pode ter ocorrido competição entre os substratos específicos, visto que também foi composta pelo maior percentual de feno, permitindo a ação de protozoários com atividade celulolítica.

Bürguer et al. (2000) observaram comportamento linear decrescente na concentração de protozoários ruminais em bovinos, com valores de  $33,6 \times 10^4$ ,  $25,5 \times 10^4$ ,  $17,5 \times 10^4$ ,  $9,5 \times 10^4$  e  $1,4 \times 10^4$  n<sup>o</sup>./mL respectivamente, para os crescentes níveis de 30, 45, 60, 75 e 90% de concentrado, sendo verificadas, nos dois últimos níveis, redução ou eliminação desses microrganismos.

A dieta 0,0% apresentou numericamente maior concentração de protozoários por mL de líquido ruminal, provavelmente em decorrência do carboidrato solúvel de rápida degradação proveniente da palma, além do menor teor de FDN, registrado

também no conteúdo do rúmen (Tabela 4), favorecendo assim a ação fermentativa pelos protozoários, principalmente os que possuem ação específica para este substrato.

Resposta contrária foi obtida por Araujo et al. (2006). Os autores não verificaram diferença significativa no número total de protozoários quando trabalharam com níveis crescentes de feno de capim tifton em dietas à base de palma forrageira. No entanto o maior valor ( $445,70 \times 10^3$ ) foi obtido para dieta com 25% de feno, 57,2% de palma e 17,3% de soja, considerando ser a dieta que apresentou melhor sincronismo entre as frações de FDN e CNF.

Em nosso trabalho foram identificados os gêneros: *Dasytricha*, *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elytroplastron*, *Entodinium*, *Enoploplastron*, *Eremoplastron*, *Polyplastron* e *Isotricha*. Entretanto a grande maioria apresentou percentual inferior a 1%, identificados apenas em algumas dietas, exceto os gêneros *Entodinium*, *Polyplastron*, *Isotricha* e *Dasytricha*, que tiveram ocorrências em todas as dietas. Da mesma forma, Martinele et al. (2008) observaram que há acentuada variação na concentração de diversos gêneros de protozoários ciliados em função de características inerentes aos hospedeiros, mesmo sendo da mesma espécie.

Os gêneros *Diploplastron*, *Eremoplastron* e *Elytroplastron* foram registrados pela primeira vez em ovinos, no Brasil, por Corrêa (2007), trabalhando com animais soltos na vegetação da caatinga. Rispoli et al. (2009), em bovinos e bubalinos, encontraram menos de 5% do total de ciliados pertencentes à subfamília *Diplodiniinae*, e 1% do total de ciliados para *Isotrichidae*, tendo analisado os gêneros *Isotricha* e *Dasytricha* em conjunto.

Tabela 5. Concentração média ( $\times 10^4$ ) e percentual (%) de protozoários ciliados por mililitro de conteúdo ruminal de ovinos em função da dieta

Protozoários		Níveis de substituição da palma					EPM*	Pr > F	
		0,0	15,3	35,3	62,9	100		L	Q
<b>Sub-classes</b>									
<i>Holotricha</i>	n/mL	1,44a	1,92a	1,66a	2,38a	1,72a	1981,46	ns	ns
	%	0,97b	2,20ab	1,72ab	2,32ab	8,79b	1,03	0,0176	ns
<i>Entodiniomorfo</i>	n/mL	139,60a	107,67a	109,96a	118,08a	49,56b	73501,82	0,0004	ns
	%	99,02a	97,80ab	98,27ab	97,67ab	91,20b	1,03	0,0176	ns
<b>Gêneros</b>									
<i>Dasytricha</i>	n/mL	0,20b	0,22b	0,32ab	0,15b	1,36a	1472,26	0,0125	ns
	%	0,13b	0,13b	0,30ab	0,09b	8,06a	1,05	0,0141	ns
<i>Isotricha</i>	n/mL	1,24ab	1,70ab	1,34ab	2,23a	0,36b	1741,88	ns	0,0065
	%	0,83a	2,06a	1,42a	2,23a	0,72a	0,24	ns	0,0418
<i>Entodinium</i>	n/mL	137,98a	104,47a	108,48a	115,27a	47,96b	73634,03	<0,0004	ns
	%	97,95a	93,48ab	96,69ab	94,64ab	88,26b	1,12	0,0145	ns
<i>Diplodinium</i>	n/mL	0,09ab	0,0b	0,0b	1,35a	0,52ab	1667,17	0,0260	ns
	%	0,05a	0,00a	0,00a	1,60a	0,91a	0,21	0,0322	ns
<i>Diploplastron</i>	n/mL	0,0b	0,0b	0,0b	0,26a	0,01b	277,31	0,0011	0,0430
	%	0,00b	0,00b	0,00b	0,28a	0,01b	0,03	0,0019	ns
<i>Enoploplastron</i>	n/mL	0,0b	0,0b	0,0b	0,07a	0,0b	75,64	ns	0,0388
	%	0,00a	0,00a	0,00a	0,06a	0,00a	0,00	ns	ns
<i>Epidinium</i>	n/mL	0,0b	0,0b	0,0b	0,010a	0,0b	20,00	ns	ns
	%	0,00a	0,00a	0,00a	0,010a	0,00a	0,00	ns	ns
<i>Elytroplastron</i>	n/mL	0,010a	0,0a	0,0a	0,020a	0,0a	33,926	ns	ns
	%	0,00a	0,00a	0,00a	0,010a	0,00a	0,00	ns	ns
<i>Polyplastron</i>	n/mL	1,52ab	3,20a	1,48ab	1,10b	1,07b	2564,56	ns	ns

	%	1,01b	4,31a	1,57ab	1,06ab	2,00ab	0,39	0,0378	ns
<i>Eremoplastron</i>	n/mL	0,01a	0,0a	0,0a	0,0a	0,0a	0,020	ns	ns
	%	0,00a	0,00a	0,00a	0,00a	0,01a	0,00	ns	ns
<b>Total</b>		141,04a	109,59a	111,62a	120,46a	51,28b	73448,94	0,0004	ns

<sup>a,b,c</sup> Médias na linha seguidas de letras diferentes diferem estatisticamente pelo teste de Tukey (P < 0,05).

\*Erro padrão da média

Ao avaliarmos as subclasses *Holotricha* (*Isotricha* e *Dasytricha*) e *Entodiniomorfo* (demais gêneros), observou-se predominância em mais de 90% para esta última subclasse. Segundo Willian (1986), quando ambos o gêneros estão presentes, *Dasytricha* é freqüentemente mais numeroso que *Isotricha*.

Os *Holotrichas* estão presentes em números maiores quando carboidratos solúveis estão prontamente disponíveis na dieta (Willian, 1986). No entanto, a dieta (0,0%) composta com maior percentual de palma, que é rapidamente fermentável, não favoreceu as maiores concentrações desses microrganismos, provavelmente por não possibilitar um sincronismo entre energia e proteína. Pois segundo Willian (1986), dietas mais digestíveis que provêm fontes prontamente disponíveis de nitrogênio e energia possuem maiores populações de ciliados *Holotrichas*, embora a freqüência e quantidade de alimentação ingerida pelo animal, o ciclo de diurno do rume, o tamanho de partícula e concentração de sal têm mostrado influenciar a população de protozoários.

Entretanto, em nosso estudo, os protozoários do gênero *Isotricha* apresentaram numericamente maior média ( $2,23 \times 10^4$  n°/mL) em função da dieta com 62,9% de substituição da palma, e menor para o nível 100%, contrariamente ao gênero *Dasytricha*, que neste nível apresentou concentração de  $1,36 \times 10^4$  n°/mL. A composição da dieta pode ter influenciado nestes resultados, visto que o nível de 62,9% foi

composto por uréia e farelo de soja como fonte proteica, palma e milho como energética, e feno de *Atriplex* como fonte de fibra, proporcionando substratos específicos aos *Isotricha*, reduzindo efeito de competição com os demais gêneros. Quanto à maior concentração do *Dasytricha*, pode ter-se dado pela menor presença do gênero *Entodinium*, no nível referido, favorecendo seu maior percentual, 8,06%, utilizando o amido presente na dieta.

Os protozoários do gênero *Entodinium*, mesmo predominantes (88,26%) na dieta com 100% de substituição, apresentaram, comparando-se às demais dietas, a menor concentração ( $47,96 \times 10^4$  n<sup>o</sup>/mL), refletindo nas mais baixas médias da subclasse *Entodiniomorfo*. Comprometendo a atividade celulolítica, o que pode justificar também os elevados percentuais de FDN obtidos no conteúdo ruminal após o horário de fornecimento da dieta, pois, segundo Allison (2006), os gêneros pertencentes a esta subclasse possuem enzimas que atacam celulose e hemicelulose.

Neste sentido, Matos et al. (2008) encontraram correlação positiva ( $P < 0,05$ ) quanto aos constituintes da parede celular, do gênero *Elytroplastron*, com o teor de FDN, celulose e FDA, e de outros gêneros não identificados neste trabalho, mas pertencentes à subclasse *Entodiniomorfo*, com a celulose da dieta.

De acordo com Arias (1982), os protozoários desta subclasse possuem atividade celulolítica indireta devido à presença de bactérias celulolíticas no endoplasma protozoário, sendo o amido a principal fonte de carbono e energia. Também são predominantemente consumidores de alimento particulado, como células bacterianas e vegetais, e grânulos de amido, e usam carboidratos solúveis quando não dispõem de alimento particulado.

Houve predominância do gênero *Entodinium* em todas as dietas, com média de 94,20%. A substituição total da palma (100%) influenciou em menor concentração

(nº/mL) deste gênero. Como já referido anteriormente, o maior teor de FDN presente no conteúdo ruminal (Tabela 4) pode ter influenciado na ação desses microrganismos sobre seu substrato específico, que seria o CNF.

Araujo et al. (2006) observaram com o aumento da inclusão de feno (45%), decréscimo no percentual da população de *Entodinium* (78,17%), ocasionado pelo desenvolvimento de outros gêneros que disputavam o mesmo substrato. Pois ao utilizar uma dieta com menor inclusão de feno (5%) o percentual deste gênero foi mais elevado (86,38%) devido à sua capacidade de utilização de CNF, e por suportarem pH mais adverso.

O gênero *Polyplastron* esteve presente em quase todas as amostras, e apresentou média de 1,99%, o que pode ter influenciado a ausência em várias dietas do gênero *Epidinium*, já que estas espécies não constituem população mista, havendo atividade predatória de *Polyplastron* sobre *Epidinium*. Côrrea (2007) observou alta prevalência do gênero *Epididium* e ausência de *Polyplastro*, no rúmen de ovinos, considerando, além do efeito predatório, a localização geográfica, que também modifica a população de protozoários nas várias espécies animais.

Contudo, a dieta que apresentou as maiores concentrações dos gêneros *Diplodinium*, *Diploplastron*, *Elytroplastron*, *Enoploplastron*, e *Eremoplastron* foi a com 62,9% de substituição da palma. Provavelmente sua composição favoreceu a ambos os gêneros, por conter tanto carboidratos solúveis como fração fibrosa.

Quanto aos tempos, zero e 4 horas após a alimentação, só foi observado efeito significativo para o gênero *Isotricha*, com concentração média de 1,01 e 1,73 x10<sup>4</sup> nº/mL e percentual de 0,97% e 1,94% para os respectivos horários. Corroborando os resultados de Araujo et al. (2006), que, com níveis crescentes de feno em dietas à base de palma, observaram efeito linear apenas para o gênero *Isotricha*, após 4 horas do

fornecimento da dieta aos caprinos. Dehority (1970), fornecendo quantidades de ração limitada para ovinos (160 g na hora zero, e 640 g 4 horas depois), observou mudanças na concentração de *Holotrichas*, com aumento imediato do gênero *Dasytricha*. No entanto a concentração de *Isotricha* só foi observado 4 horas após, quando houve o segundo fornecimento.

Por pertencer à subclasse *Holotricha*, está de acordo com o achado de Santra et al. (1998), que observaram menor quantidade de protozoários total antes da alimentação, tanto em ovelhas como em cabras, com aumento abrupto no número de protozoários de *Holotricha* dentro de 2 horas após a alimentação, enquanto o número de *Entodiniomorfo* aumentou rapidamente depois de 4 horas de alimentação.

Segundo Willian (1966), a variação diurna em tamanho de população de *Holotricha* e *Entodiniomorfo* diferem no rúmen, com a população *Holotricha* diminuindo em um período de 12 a 20 horas depois da alimentação, recuperando seu nível original dentro de 4 a 6 horas. Diante disto, durante a realização das nossas coletas, a população do gênero *Isotricha* ainda não havia sido reduzida.

Warne (1966) verificou que o gênero *Entodinium* diminuiu ou apresentou concentração estacionária ao longo do principal período de forrageamento, e durante algum tempo depois disso, aumentando rapidamente no começo da manhã e novamente diminuindo lentamente. De acordo com o autor, o efeito imediato do ato de comer sobre as condições do rume e conseqüentemente para os microrganismos, quando os produtos metabólicos estão em acúmulo no rúmen, demonstrou que alguns precisam de muitas horas para desenvolver completamente uma resposta, de forma que, o padrão característico de mudança de concentração só é mostrado quando o animal gasta períodos longos sem comer.

Matos et al. (2008), com ovinos soltos na Caatinga, verificaram que o horário de coleta influenciou ( $P < 0,05$ ) a concentração média e o número total de protozoários do gênero *Entodinium* e dos demais gêneros, com os maiores valores observados antes da alimentação, demonstrando estabilidade do ambiente ruminal para animais sem acesso à alimentação noturna.

#### **4. Conclusões**

A total substituição da palma por feno de erva sal e farelo de milho reduz a concentração de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. No entanto, não compromete a predominância do gênero *Entodinium*.

A substituição da palma por feno de erva sal e farelo de milho não modifica a população de protozoários após 4 horas do período pré-prandial, exceto para o gênero *Isotricha*

## 5. Referências Bibliográficas

ALISSON, M. J. Microbiologia da digestão fermentativa no rúmen e no intestino grosso. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 4438-449, 2006.

ARAÚJO, R. F. S. da S.; BATISTA, A. M. V.; D'AGOSTO, M. et al. Identificação e quantificação dos gêneros de protozoários ciliados no rúmen de caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill cv. gigante). In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006. João Pessoa, PB. **Anais...** João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. CD-ROM.

ARIAS, J. L. **Aspectos generales de la biología del rúmen**. Monografía de Medicina Veterinaria – Universidade do Chile Faculdade de Ciências Veterinária, v.4, n.º.1, 1982. [http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon\\_vet\\_completa/0,1421,SCID%253D7669%2526ISID%253D411,00.htmL](http://www.monografiasveterinaria.uchile.cl/CDA/mon_vet_completa/0,1421,SCID%253D7669%2526ISID%253D411,00.htmL). Acesso em 10/09/2009.

BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; VALADARES FILHO, S de C. et al. Fermentação ruminal e eficiência microbiana em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 215-224, 2000.

COALHO, M. R.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; CUNHA, J. A. et al. Estudo dos protozoários ciliados em bovinos consumindo dietas com diferentes níveis de proteína não degradável no rumem. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 1, p. 193-199, 2003.

CORREA, I. M. **Variação estacional das populações de protozoários ciliados (Protistas, Ciliophora) do rumen de ovinos (*Ovis Aries* L.) mantidos em pastagem naturais no semi-árido pernambucano, Brasil**. Dissertação (Mestrado em ciências biológicas, comportamento e biologia animal)- Universidade de Juiz de Fora –UFJF, p. 81, 2007.

D'AGOSTO, M.; CARNEIRO, M. E. Evaluation of lugol solution used for counting rumen ciliates. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.16, n. 3, p. 725-729, 1999.

DEHORITY, B.A. Evaluation of subsampling and fixation procedures used for counting rumen protozoa. **Applied and Environmental Microbiology**, v.48, p.182-185, 1984.

DEHORITY, B. A. Occurrence of the ciliate protozoa butschlia parva schuberg in the rumen of the ovine. **Applied Microbiology**, v. 19, n. 1, p. 179-181, 1970.

FEITOSA, F. L. F.; FEITOSA, M. M.; ALMEIDA, C. T. de. et al. Avaliação e concentração de protozoários do líquido ruminal de ovinos das raças merino australiano e corriedale, criados em regime extensivo de pastagem no município de botucatu – SP, **Revista Veterinária Notícias**, v. 12, n. 1, p. 9-14, 2006.

FONSECA, A. J. M. e DIAS, A. A. S. Revisão: Efeitos da eliminação dos protozoários do rúmen no desempenho produtivo de ruminantes. **Revista Portuguesa de Ciências Veterinárias**, v. 96, n. 538, p. 60-64, 2001.

FORTALEZA, A.P.S.; MASSARO JÚNIOR, F.L.; SILVA, L.D.F. et al. Microbiologia do rúmen – fauna ruminal. **PUBVET, Publicações em Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 3, n. 3, Art. 493, 2009.

FRANZOLIN NETO, R. NOGUEIRA FILHO, J.C.M.; OLIVEIRA, M. E. M de. Efeitos de dietas com diferentes níveis de proteína sobre os protozoários ciliados do rúmen de búfalos (*Bubalus Bubalis L*). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 4, p. 487-493, 1991.

FRANZOLIN, M. H. T.I.; LUCCI, C de S.; FRANZOLIN, R. Efeitos de rações com níveis crescentes de cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho sobre a população de protozoários ciliados no rúmen de ovinos. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 29, n. 5, p. 1452-1457, 2000.

FRANZOLIN, R. e FRANZOLIN, M. H. T. População Protozoários Ciliados e Degradabilidade Ruminal em Búfalos e Bovinos Zebuínos sob Dieta à Base de Cana-de-Açúcar. **Revista brasileira de zootecnia**, v. 29, n. 6, p. 1853-1861, 2000.

GÖÇMEN, B. e GÜRELLİ, G. The Occurence of the Rumen Ciliate *Entodinium constrictum* Dehority, 1974 (Entodiniidae, Entodiniomorphida) from Domestic Sheep (*Ovis ammon aries L.*) in Northern Cyprus. **Journal of Zoology**, v. 5, n. 2, p. 301-306 2009.

GÖÇMEN, B.; DEHORITY, B. A.; RASTGELDI, S. The occurrence of the rumen ciliate *Metadinium banksi* Dehority, 1985 (Ophryoscolecidae, Entodiniomorphida) from domestic goats (*Capra hircus L.*) in southeastern Turkey. **Turkish Journal of Zoology**, v. 26, p. 367-370, 2002.

IVAN, M.; NEILL, L.; FORSTER, R. et al. Effects of *Isotricha*, *Dasytricha*, *Entodinium*, and Total Fauna on Ruminant Fermentation and Duodenal Flow in Wethers Fed Different Diets. **Journal Dairy Science**, v. 83, n. 4, p.776–787, 2000.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: 2ª ed. UFSM, 2009.

KURIHARA, Y.; MARGARET EADIE, J.; HOBSON, P. N. et al. Relationship between Bacteria and Ciliate Protozoa in the Sheep Rumen. **Journal of General Microbioly**, v. 51, p. 267-288, 1968.

LANA, R. P de. **Nutrição e alimentação animal - mitos e realidade**. 2ª ed. Viçosa-MG UFV: 2005. 344 p.

LEEK, B. F. Digestão no estômago do ruminante. In: REECE, W. O. Dukes. **Fisiologia dos animais domésticos**. 12ª. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, p. 404-437, 2006.

MARTINELE, I. ; SANTOS, G. R. de A; MATOS, D. da S. et al. Protozoários ciliados do rúmen de ovinos mestiços mantidos em pastagem natural de caatinga. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 280-292, 2008

MATOS, D. S de.; GUIM, A.; BATISTA, A. M. V. et al. População de protozoários ciliados no rúmen de ovinos criados na caatinga de Pernambuco. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p. 270-279, 2008.

NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; TITTO, E. A. L.; OLIVEIRA, M. E. M. de. et al. Efeitos da administração de uréia protegida sobre a população de protozoários ciliados em rúmen de cordeiros. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 22, n. 3, p. 741-744, 2000.

NOGUEIRA, K. A.; NOGUEIRA FILHO, J. C. M.; LEME, P. R. et al. Substituição do milho pela polpa de citros sobre a fermentação ruminal de protozoários ciliados. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 27, n. 1, p. 123-127, 2005.

OGIMOTO, K.; IMAI, S. **Atlas of Rumen Microbiology**. Tokyo: Japan Scientific Societies Press, 1981. 231 p.

RÍSPOLI, T. B.; RODRIGUES, I. L.; MARTINS NETO, R.. et al. Protozoários ciliados do rúmen de bovinos e bubalinos alimentados com dietas suplementadas com monensina ou própolis. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.1, p.92-97, 2009.

SALVIO, G.M.M.; D'AGOSTO, M. Ciliados nas cavidades do estômago de bovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.53, n.6, p.686-690, 2001.

SANTRA, A.; KARIM, S.A.; MISHRA, A.S.; et al. Rumen ciliate protozoa and fibre utilization in sheep and goats. **Small Ruminant Research**, v. 30, p. 13 -18. 1998.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3ªed. Viçosa-MG: UFV, 2002.

SANTOS, A. O. A dos. **Utilização de Nutrientes e Parâmetros de Fermentação Ruminal em Ovinos Recebendo Dietas com Altas Proporções de Palma Forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill)**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)- Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, 2008. 49 P.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2000. SAS user's guide: Statics Version, 2000. SAS, Cary, N. C, 2000.

SIQUEIRA, I. C. V.; D'AGOSTO, M. Comportamento e perfil de comunidade de protozoários ciliados no rúmen de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecias**, v. 5, n. 2, p. 243-252, 2003.

USHIDA, K.; KAYOULIT, C.; SMETZ, S. et al. Effect of defaunation on protein and fibre digestion in sheep fed on ammonia-treated straw-based diets with or without maize. **British Journal of Nutrition**, v. 64, p. 765-115, 1990.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, p. 3586 – 3597, 1991.

VEIRA, D. M. e IVAN, M. Rumen ciliate protozoa: effects on digestion in the stomach of sheep. **Journal Dairy Science**, v. 66, n. 5, p.1015-1022, 1983.

VEIRA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **Journal of Animal Science**, v. 63, p. 1547-1560, 1986.

VIDAL, J. M.; PAIVA, P. C. A.; ARCURI, P. B. et al. Efeito de diferentes doses de enxofre no consumo voluntário e nas populações de protozoários do rúmen de novilhas mestiças alimentadas com capim-elefante de baixa qualidade. *Revista Ciência Agrotecnica.*, v. 31, n. 1, p. 218-222, 2007.

YANG, C. M. J e VARGA, G. A. Effect of three concentrate feeding frequencies on rumen protozoa, rumen digesta kinetics, and milk yield in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 72, n. 4, p. 950-957, 1989.

WARNER, A.C.I. Diurnal changes in the concentrations of micro-organisms in the rumens of sheep fed to appetite in pens or at pasture. **Journal General Microbiology**, v.45, p.243-251, 1966.