

**EVARISTO JORGE OLIVEIRA DE SOUZA**

**SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO  
DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) EM DIETAS A BASE DE  
PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill) PARA  
CAPRINOS**

RECIFE  
2008

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO  
DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) EM DIETAS A BASE  
DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)  
PARA CAPRINOS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

**Orientador (a):** Adriana Guim, D. Sc

**Co-orientadores:** Ângela Maria Vieira Batista, D. Sc

Gladston Rafael de Arruda Santos, D. Sc

Recife – PE  
Fevereiro – 2008

**SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO  
DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) EM DIETAS A BASE  
DE PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)  
PARA CAPRINOS**

**EVARISTO JORGE OLIVEIRA DE SOUZA**

Dissertação definitiva e aprovada em 27 de fevereiro de 2008, pela Banca Examinadora.

Orientadora: \_\_\_\_\_  
Adriana Guim, D. Sc

Examinadores: \_\_\_\_\_  
Dulciene Karla de Andrade Silva, D. Sc

\_\_\_\_\_  
Marcelo de Andrade Ferreira, D. Sc

\_\_\_\_\_  
Ângela Maria Vieira Batista, D. Sc

Recife - PE  
Fevereiro – 2008

## BIOGRAFIA

EVARISTO JORGE OLIVEIRA DE SOUZA, filho de Emídio Evaristo de Souza (*in Memoriam*) e Iracy Raymunda Oliveira de Souza, nasceu em Recife, Pernambuco, em 20 de Abril de 1982.

Ingressou no curso de Zootecnia no ano de 2001, na Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, obtendo o título de Zootecnista em fevereiro de 2006. De agosto de 2003 a fevereiro de 2006, foi bolsista de iniciação científica (CNPq/PIBIC), nesta mesma Universidade.

Em março de 2006, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, concentrando seus estudos na área de Nutrição de Ruminantes, tendo, em 27 de fevereiro de 2008, submetido à defesa da presente dissertação.

*Pai...  
Hoje senti uma falta de você...  
Do seu jeito de ser  
Do seu modo de se preocupar  
Dos seus telefonemas  
Do seu sorriso  
Do seu olhar  
Do seu silêncio  
Do seu movimento  
Da maneira como gesticulava  
E se empolgava quando algo contava*

*Pai...  
Me perdoa pela saudade imensa  
Pela falta que você me faz  
Mesmo sem falar nada  
Eu entendia o que queria  
O que pensava, o que emitia  
E seguia, como se nada o preocupasse*

*Pai...  
Muitas saudades sinto de você  
Mas não posso reclamar  
Tenho que me conter  
Foram só momentos de lembrança  
Que hoje eu tive de você  
Talvez por me sentir mais criança  
Por querer me apoiar em uma  
esperança  
Ouvir palavras que só você sabia  
me dizer*

*Pai...  
Sei que continua ao meu lado  
Só não posso olhar o seu rosto  
Mas vejo no seu retrato  
Uma luz forte, iluminando o meu  
quarto  
E sorrio de novo, quando olho para  
o seu rosto  
Porque escuto você me dizendo  
Que enquanto aqui, estou sofrendo  
Pela sua ausência e seu carinho  
Você constrói nosso novo cantinho  
Para de novo, um dia...  
Estar juntinho de novo, com você*

**( Regina O.)**

*Ao amigo, herói e exemplo Emidio Evaristo de Souza (in Memoriam) que  
sempre me ensinou a ter serenidade a aceitar as coisas que não podemos modificar, a  
ter coragem para modificar aquelas que podemos e sabedoria para distinguir umas da  
outras.*

*Sua bênção, meu pai.*

**DEDICO**

*A minha mãe Iracy e minha irmã Isabella, por todo amor, carinho, incentivo, paciência e estímulo. Muito obrigado por existirem e estarem presentes na minha vida sempre mostrando a força que tem uma família. AMO VOCÊS.*

*A minha princesinha Thaysa, pelo apoio, incentivo, carinho e amor; saiba que tudo que fazemos juntos é tão completo e alegre, que muitas vezes me vejo sorrindo sem razão aparente. EU TE AMO!*

**OFEREÇO.**

## AGRADECIMENTOS

Deus, todo poderoso criador do céu e da terra, a ele devo tudo que sou.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UFRPE, por me ter recebido como aluno.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

A minha orientadora, professora Adriana Guim, pelos seus ensinamentos, conselhos e orientação, desde a iniciação científica; saiba sempre que é admirada por sua inteligência, responsabilidade, dedicação e organização.

À professora Ângela, pelos ensinamentos, amizade e apoio em todos os momentos, sem medir esforços, contribuindo significativamente para realização desse trabalho.

Ao amigo e sempre “Orientador” Gladston Rafael, pelo apoio em todos os momentos.

Aos meus sogros Sr. Ivo e Dona Anilda, pelo apoio e amizade.

Aos amigos da graduação que estiveram presentes todos os dias desse experimento: Elis, Carol, Cíntia, Michelle, Nathalia, Ricardo e Sharleny. E aos que não puderam estar sempre presente, mas foram imprescindíveis em vários momentos: Cristina, Josimar, Paulo, Rafael e Rodrigo.

A companheira de experimento Keyla. Obrigado pela ajuda.

A todos os meus amigos da pós-graduação, Alessandra, Ana Maria, Guilherme, Luiz Carlos, Rinaldo, Solon, Stélio e Kedes que tanto me ajudaram durante todo experimento, sempre com boa vontade e otimismo; saibam que vocês são excelentes exemplos de profissionais.

Ao Sr. Nicácio, por toda ajuda prestada.

A todos os professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, que muito contribuíram para minha formação.

A todos aqueles que de qualquer forma tenham me ajudado, MUITO OBRIGADO.



## ÍNDICE

INTRODUÇÃO.....	12
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	16
<b>EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (<i>Cynodon dactylon</i>) SOBRE CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (<i>Opuntia ficus-indica</i>, Mill). .....</b>	<b>19</b>
RESUMO .....	19
ABSTRACT .....	20
INTRODUÇÃO.....	21
MATERIAL E MÉTODOS.....	23
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	26
CONCLUSÃO.....	37
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	37
<b>EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (<i>Cynodon dactylon</i>) SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (<i>Opuntia ficus-indica</i>, Mill). .....</b>	<b>43</b>
RESUMO .....	43
ABSTRACT .....	44
INTRODUÇÃO.....	45
MATERIAL E MÉTODOS.....	47
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
CONCLUSÃO.....	63
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	64

## LISTA DE TABELA

### **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) SOBRE CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

Tabela 1. Composição químico – bromatológica dos ingredientes das dietas.....23

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais.....24

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.....27

Tabela 4. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) dos coeficientes de digestibilidade da matéria (CDMS), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF), proteína bruta (CDPB), percentual de nutriente digestíveis totais (NDT) e a quantidade de nitrogênio ingerido (N ingerido), excretado nas fezes (N fezes), absorvido (N absorvido), excretado na urina (N urina), retido (N retido) e balanço do nitrogênio (BN).....30

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ), equações de regressão (ER) e excreções médias diárias de urina, uréia, creatinina, taxa de depuração renal de creatinina (TPRC), alantoína, ácido úrico, xantina+hipoxantina, derivados de purina (DP), produção e eficiência microbiana por caprinos recebendo níveis crescente de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.....34

### **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

Tabela 1. Composição químico – bromatológica dos alimentos.....47

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais.....48

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.....52

Tabela 4. Valores médios, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER), dos parâmetros ruminiais de caprinos recebendo níveis crescente de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.....54

Tabela 5. Coeficientes de variação (CV), as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos valores médios das proporções molares dos ácidos graxos voláteis-AGV (acetato–Ac, propionato–Prop e butirato–But), concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), valores de pH ruminal e o balanço da fermentação.....57

## LISTA DE FIGURAS

### **EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

- Figura 1. Distensão ruminal de caprinos, em função dos tempos de mensuração, para as rações experimentais.....55
- Figura 2. Concentrações ( $\mu\text{mol/mL}$ ) de ácidos graxos voláteis total (AGVtotal), acetato, propionato e butirato em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais.....61
- Figura 3. Valores de pH ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais.....62
- Figura 4. Concentrações de N-amoniacal no rúmen de caprinos recebendo diferentes níveis de feno de tifton em substituição a casca de soja, em dietas a base de palma forrageira. ....63

## INTRODUÇÃO

Os rebanhos nordestinos de caprinos e ovinos são de 9,33 e 8,71 milhões de cabeças, respectivamente, sendo que o efetivo de caprinos representa 92,83% e o de ovino 57,86% do rebanho nacional (IBGE, 2004). A otimização da produção destes ruminantes está diretamente relacionada com as condições do meio ambiente, uma vez que estes têm na caatinga o seu principal suporte forrageiro (Leite e Vasconcelos, 2000), de modo que a utilização desta pastagem por maior tempo possível durante o ano, constitui-se de uma das alternativas mais econômicas de se explorar racionalmente estes herbívoros.

Entretanto, no Nordeste brasileiro, onde 70 a 75% da área é constituída por regiões semi-áridas (Silva e Medeiros, 2003), esta produção é subserviente a duas estações climáticas, uma chuvosa, onde existe abundância de forragem verde, sendo possível à permanência dos animais exclusivamente em regime pastoril e uma outra seca, onde se verifica o contrário, porque as forragens florescem, amadurecem e secam, rebaixando seu valor nutritivo. Nestas condições, têm-se duas fases bem definidas durante o ano: uma positiva, quando o animal se desenvolve, ganha peso e produz carne; outra negativa, quando o animal perde peso, paralisa seu desenvolvimento e produz pouco. Isto ocorre pelo fato de que em dietas de caprinos e ovinos, à medida que a estação seca progride, ocorre redução no teor de proteína bruta, de 18,6 para 8,36% (Schacht et al., 1986 e Peter, 1992).

O pasto nativo da caatinga como base no sistema de produção de caprinos e ovinos, além de apresentar deficiência protéica e energética segundo Pfister (1983), Kirmse (1985) e Schacht (1992), citados por Batista e Mattos (2004), apresentam baixa produção de biomassa, sendo necessário de 1,3 a 1,5 ha para manter um caprino ou ovino por ano (Guim et al., 2004). Desta forma, a caprino-ovinocultura esbarra no déficit quali e quantitativo de alimento, fazendo necessário suplementação no período de escassez, para que ocorra viabilidade econômica do sistema de exploração.

Neste contexto, a capacidade adaptativa da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) às condições edafo-climáticas de regiões áridas e semi-áridas, permite grande produção mesmo no período de estiagem. Tal fato pode ser atribuído ao seu mecanismo invertido de abertura e fechamento dos estômatos (abrem-se durante a noite, para captar dióxido de carbono), característica do processo fotossintético do

metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), evitando maiores perdas por evaporação durante o dia, chegando desta forma a valores de intensidade de transpiração de 50% ou mais da taxa de evaporação (Fisher e Tunner, 1978). Associado a isso, apresenta extraordinária capacidade de recuperação ao estresse hídrico, decorrente de um sistema radicular superficial e ramificado que lhe possibilita eficiente aproveitamento das chuvas de menor intensidade (Viana, 1969). A palma apresenta ainda elevados teores de carboidratos não fibrosos (CNF), alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (Santos et al., 1990 e Wanderley et al., 2002), produção de matéria seca que pode chegar a 2000 kg/ha, que segundo Muller et al. (1994), fez com que essa forrageira, fosse considerada bom recurso forrageiro para a região.

A palma é uma planta com grande diversidade genética, é oriunda do México, onde é usada na alimentação humana (frutos e cladódios tenros) e animal (Russell e Felker, 1987 citados por Misra et al., 2006). As adequadas condições ambientais do semi-árido nordestino para o desenvolvimento das cactáceas incentivaram que a palma fosse trazida no final do século XIX, com o intuito de produzir corante. Posteriormente, na década de trinta, as plantas do gênero *Opuntia* e *Nopalea*, passaram a ser utilizadas na alimentação animal (Duque, 1980).

O conteúdo de matéria mineral é alto, bem como o percentual de cálcio, porém os níveis de sódio e fósforo são baixos, o que resulta numa relação Ca:P extremamente alta, chegando a 40:1 (Santos, 1992). Segundo Bem Thlija (1987) citado por Gebremariam et al. (2006), o alto conteúdo de cálcio contido na palma é promovido pela baixa umidade contida nos solos áridos, ou seja, essas cactáceas acumulam cálcio durante a seca, mas reduz sua concentração quando os solos estão úmidos e o fósforo parece ter sua concentração aumentada quando a precipitação é alta.

A palma forrageira apresenta em sua composição altos níveis de ácido oxálico (oxalato) que forma sais insolúveis com alguns minerais, como: cálcio, potássio, magnésio e sódio (James, 1978), o que pode afetar a ingestão e digestão em ovinos alimentados com dietas à base de palma (*Opuntia ficus-indica*, Mill) (Ben Salem et al., 2002). Quando James et al. (1968) avaliou diferentes fontes de oxalato e de minerais para ovinos, verificaram que o sódio foi o cátion mais neutralizado pelo oxalato.

Embora o maior volume de água obtida pelo animal seja ingerido como água de bebida, sob certas circunstâncias muita água pode ser obtida dos alimentos, além daquela obtida pela oxidação dos nutrientes (cada grama de carboidrato, lipídio e proteína produz 0,6; 1,1 e 0,4 mL de água, respectivamente), segundo Dukes (1996).

Desta forma, fica evidenciado que a palma é um alimento extremamente favorável, pois além de ser uma alternativa nutritiva, constitui uma fonte eminente de água, capaz de reduzir os efeitos negativos sobre o desempenho animal no período de seca. Fato que pode ser comprovado pelo trabalho de Gebremariam et al. (2006), quando verificaram que o aumento da inclusão de palma em dietas para ovinos, reduziu a ingestão de água de 1,02 para 0,28 litros.

Apenas o fornecimento dessa forrageira não é suficiente para atender os requerimentos de fibra e proteína dos ruminantes, uma vez que esta apresenta baixos teores da fração lignina-celulose e de compostos nitrogenados, comparativamente com outras forrageiras (Batista et al., 2003; Santos, 2000). Desta forma, para adequar a dieta, torna-se necessário recorrer à suplementação alimentar, através do uso de carboidratos provenientes do volumoso e de fonte de proteína.

Não se pode negar a importante contribuição dos carboidratos na nutrição dos ruminantes, uma vez que, no seu metabolismo, através da produção dos ácidos graxos voláteis (AGV), ocorre o suprimento de 70 a 80% dos requerimentos energéticos destes animais. Entretanto, as características nutritivas dos carboidratos dependem dos seus componentes solúveis e sua ligação com compostos polifenólicos (lignina), além de fatores físico-químicos, de modo que influencia sua disponibilidade para o animal e digestão microbiana (Van Soest, 1994).

Nutricionalmente, os carboidratos são classificados de acordo com a sua degradabilidade ruminal, os não fibrosos, que são altamente fermentescíveis no rúmen, e os fibrosos, que constituem a fração do alimento indigestível ou lentamente digestível. A fração fibrosa do alimento é um componente importante na dieta de ruminantes, pois está relacionada à manutenção a estabilidade do ambiente ruminal (através do estímulo à mastigação), motilidade ruminal, fornecimento de energia entre outros (Mertens, 1992).

Da mesma maneira que a composição química do alimento influencia a dinâmica ruminal, as propriedades físicas compreendem um importante papel na desempenho animal. A fibra em detergente neutro (FDN), constituída de celulose, hemicelulose e lignina, fornece aos nutricionistas parâmetros para formulação de rações exclusivamente químicos, porém despreza as características físicas da fibra, como tamanho e a densidade de partículas, que estão diretamente relacionadas com a saúde animal (Mertens, 1997; Morais, 2003). Deste modo surgiu a necessidade de se considerar as

propriedades físicas da FDN e não somente a sua composição química na adequação de alimentos para ruminantes.

Neste contexto, a habilidade da fibra em manter a saúde do animal e manter a produção de gordura no leite é denominada FDN efetiva (FDN<sub>e</sub>). A FDN fisicamente efetiva (FDN<sub>fe</sub>) está associada às características físicas da fibra (granulometria) que estimula a atividade de mastigação (Allen, 1997), que por sua vez, estimula a secreção de saliva e os tamponantes presentes (bicarbonatos e fosfatos), neutralizando os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica no rúmen (Lu et al., 2005). O tempo total de mastigação é influenciado pelas características físicas da fibra dietética, de acordo com Kawas et al. (1999) essa atividade expressa por unidade de FDN por tamanho de peso metabólico, decresceu de 21,1 para 16,3 min/g FDN por Kg de PV<sup>0,75</sup>, quando a relação volumoso:concentrado foi decrescendo de 75:25 para 45:55.

Além da forragem, outras fontes de alimentos com quantidades relativamente altas de fibra potencialmente digestível e baixo conteúdo de lignina, podem contribuir na formulação de dietas para ruminantes (Armentano e Pereira, 1997). Entre estas alternativas alimentícias, destaca-se a casca de soja, pois este resíduo industrial apresenta elevado teor de FDN. Fato comprovado por Morais (2003) quando substituiu feno de coastcross por casca de soja na alimentação de borregas até o nível de 37,5% na matéria seca. O autor verificou que houve melhora no consumo da matéria seca, ganho de peso vivo e digestibilidade da matéria seca e orgânica dos animais. Entretanto, a inclusão de fontes de fibras não forragem (FFNF) em dietas para ruminantes, geralmente reduz os tempos de ingestão de matéria seca, de ruminação e de mastigação, decorrente da diminuição do tamanho de partícula da dieta (menor FDN<sub>fe</sub>), ocasionando diminuição do pH ruminal, aumento da taxa de passagem (variando de 0,077 a 0,096h<sup>-1</sup>) e conseqüentemente diminuindo a digestão da fibra (Allen, 1997; Armentano e Pereira, 1997; Firkins, 1997; Morais, 2003). Cabe destacar que o processo de digestão da fibra consiste na hidrólise dos polissacarídeos e a conversão dos monossacarídeos resultantes, em ácidos graxos voláteis, gases de fermentação e calor. A extensão deste processo depende da quantidade indigestível e da relação entre a taxa de degradação e a taxa de passagem (Tamminga et al., 1990; Vargas et al., 1998).

Neste contexto, o tamanho reduzido de partícula e a alta gravidade especificam destas fontes de fibra não forragem pode facilitar o escape ruminal e reduzir a digestibilidade das mesmas e a atividade de mastigação. Portanto, em dietas contendo alto teor de FFNF, a quantidade e, principalmente, o tamanho de partícula da forragem

devem ser adequadas para aumentar o tempo de retenção das partículas dos subprodutos no rúmen e estimular a ruminação e a secreção de saliva (Firkins, 1997; Grant, 1997).

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da substituição de casca de soja por feno de tifton em dietas a base de palma forrageira sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, síntese de proteína microbiana e a fermentação ruminal de caprinos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1416–1425, 1997.

BATISTA, A. M. V.; MATTOS, C. W. Aspectos nutricionais de pequenos ruminantes no semi-árido In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO, 1. 2004, Recife-PE. **Anais...** Recife, 2004, p. 1-200.

BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 189, p. 123-126. 2003.

BEN SALEM, H.; NEFZAUI, A.; BEN SALEM, L. 2002. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* F. *Inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 96, p. 15-30. 2002.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 1996. 856p.

DUQUE, J. G. **O Nordeste e as lavouras xerófilas**. 3. ed. Mossoró: ESAM, 1980, 316p. (Coleção Mossororienses, 143)

FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.80, p. 1426–1437, 1997.

FISHER, R. A.; TUNER, N.C. Plant productivity in the arida and semiarid zones. **Annual Review of Plant Physiology**, v. 29, p. 277-317, 1978.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 1-10, 2006.



GRANT, R. J. Interactions among forages and nonforage fiber sources. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p.1438–1446, 1997.

GUIM, A.; MATOS, D. S.; SANTOS, G. R. de. Estratégias alimentares para caprinos e ovinos no semi-árido. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE CONSERVAÇÃO DE RECURSOS GENÉTICOS DE RAÇAS NATIVAS PARA O SEMI-ÁRIDO, 1. 2004, Recife-PE. **Anais...** Recife, 2004, p. 1-200.

IBGE – Instituto Brasileiro e Geografia e Estatística. 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=20&i=P>>. Acessado em: 10 de agosto de 2006.

JAMES, L.F.; STREET, J.C.; BUTCHER, J.E.; BINNS, W. Oxalate metabolism in sheep. I. Effect of low level *Halogeton glomeratus* intake on nutrient balance. **Journal of Animal Science**, v. 27, p. 718-723, 1968.

JAMES, L. F. Oxalate poisoning in livestock. In: Keeler, R. F., VAN KAMPEN, K.R., JAMES, L. F. (Eds), Proceedings of the United States-Australian Symposium on Poisonous Plants, Utah State University, Logan, UT, 19-24 June 1978.

KAWAS, J.R.; SCHACHT, W.H.; SHELTON, J.M.; et al. Effects of grain supplementation on the intake and digestibility of range diets consumed by goats. **Small Ruminant Research**, v. 34, p. 49–56, 1999.

LEITE, E. R.; VASCONCELOS, V. R. Estratégia de alimentação de caprinos e ovinos em pastejo no Nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE, 1, 2000, João Pessoa-PB. **Anais...** João Pessoa-PB: EMEPA, 2000. p. 21-33.

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45–52, 2005.

MERTENS, D.R. Analysis of fiber in the feeds and its use in feed evaluation and ration formulation. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE RUMINANTES. Lavras. 1992. **Anais...** Lavras: SBZ, 1992. p. 1-32

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

MISRA, A. K.; MISHRA, A. S.; TRIPATHI, O.H. ; et al. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*, Mill) with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**. v. 63, p. 125-134, 2006.

MORAIS, J. B. de. **Substituição do feno de “coastcross” (*Cynodon ssp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 63p.

MULLER, D.M.; SHOOP, M. C.; LAYCOCK, W.A. Mechanical harvesting of plains prickly pear for control feeding. **Journal Range Manage**. v. 47, p. 251-254, 1994.

PETER, A. M. B. **Composição botânica e química da dieta de bovinos, caprinos e ovinos em pastejo associativo na caatinga nativa do semi-árido de Pernambuco.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 87p.

SANTOS, M. V. F. dos. et al, Estudo Comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica*, Mill) e miúda (*Nopalia cochinillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v 19, n 6, p. 504-511, 1990.

SANTOS, D. C. **Estimativas de parâmetros genéticos em caracteres de clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica*, Mill e miúda *Nopalia cochinillifera* Salm Dyck.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 119p.

SANTOS, G. R. de A. et al. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalia*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

SCHACHT, W.H.; KAWAS, J.R.; MALECHEK, J. C. Effect of supplemental nitrogen and energy on dry season weight gains of goats grazing caatinga range. In: REUNIÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA DO PROGRAMA DE APOIO À PESQUISA COLABORATIVA DE PEQUENOS RUMINANTES, 1. 1986, Sobral-CE. **Anais...** Sobral: EMBRAPA, 1986, p. 141-149.

SILVA, D. S.; MEDEIROS, A. N. Eficiência do uso dos recursos da caatinga: produção e conservação. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE CAPRINOS E OVINOS DE CORTE – SINCORTE, 2. 2003, João Pessoa-PB. **Anais...** João Pessoa-PB, 2003 (CD ROM).

TAMMNGA, S.; VAN VUUREN, A. M.; VAN DER KOELEN, C. J.; et al. Ruminant behavior of structural carbohydrates and crude protein from concentrate ingredients in dairy cows. **Neth. Journal Agriculture Science.**, v. 38, p. 513-526, 1990.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.

VARGA, G. A.; DANN, H.M.; ISHLER, V.A. The use of fiber concentrations for ration formulation. **Journal of Dairy Science**, v. 81, p. 3063–3074, 1998.

VIANA, S. P. O emprego da palma na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 9, São Paulo. **Anais...** São Paulo: Departamento de Produção Animal, v 2, p. 1461-1464, 1969.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L)) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 31, p. 273-281, 2002.

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON (*Cynodon dactylon*) SOBRE CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, BALANÇO DE NITROGÊNIO E SÍNTESE DE PROTEÍNA MICROBIANA EM CAPRINOS ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

**EFFECTS OF SUBSTITUTION OF SOY HULL BY TIFTON HAY (*Cynodon dactylon*) ON INTAKE, DIGESTIBILITY, NITROGEN BALANCE AND MICROBIAL SYNTHESIS OF GOATS FEEDING SPINELESS CACTUS (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição de casca de soja por feno de tifton (*Cynodon dactylon*) sobre o consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em caprinos alimentados com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill). Foram utilizados dez caprinos, castrados, sem padrão racial definido, sendo cinco com peso vivo médio de 40 kg e os outros cinco com peso médio de 20 kg. O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5 x 5 (5 dietas e 5 períodos). A dieta experimental foi composta por palma forrageira, níveis de feno de tifton substituindo a casca de soja (0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25%), farelo de soja e sal mineral. Foram utilizados dois quadrados simultâneos. O consumo de matéria seca apresentou comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de feno de tifton na ração. Por outro lado, o aumento do nível de feno na dieta provocou efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade da matéria seca. Para cada percentual de feno adicionado na ração ocorreu aumento diário de 0,5 grama de proteína microbiana. Entretanto, para eficiência microbiana não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ). Sendo assim, a inclusão de feno de tifton em substituição a casca de soja em dietas a base de palma forrageira proporcionou aumento no consumo de matéria seca e na síntese de proteína microbiana. Entretanto, levou a redução na digestibilidade dos nutrientes.

## ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the effects of replacement of soy bean hull by tifton hay (*Cynodon dactylon*) on intake, digestibility, nitrogen balance and microbial synthesis of goats feeding spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*, Mill). Ten goats were used, half with 40 kg and others with 20 kg average live weight. The experimental design was two 5 x 5 Latin Square (5 diet and 5 period). Diets consisted of spineless cactus, tifton hay (0; 6,25; 12,5; 18,75 and 25%), soy bean meal, soy bean hull and mineral salt. The dry matter intake showed linear increase ( $P < 0.05$ ) with hay inclusion in the diets. However, with the increasing hay inclusion there were linear reduction ( $P < 0.05$ ) on dry matter digestibility. For each percent of hay inclusion there was an increase of 0,5 g of microbial protein. Nevertheless, there was no effect ( $P > 0,05$ ) on the microbial efficiency with increasing hay inclusion. It can be concluded that increasing hay inclusion in spineless cactus diets led to increase dry matter intake and microbial protein synthesis, but decreased nutrient digestibility.

## INTRODUÇÃO

A capacidade adaptativa da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) às adversas condições edafo-climáticas de regiões áridas e semi-áridas e as altas produções de matéria seca por unidade de área (Santos et al., 1997), faz com que esta forrageira passe a ser considerada uma alternativa na alimentação dos rebanhos nordestinos brasileiros.

Esta cactácea é um alimento suculento, rico em água e mucilagem, com elevados teores de matéria mineral, bem como os percentuais de cálcio, potássio e magnésio (Santos et al., 1990; Wanderley et al., 2002). Entretanto, os teores de sódio e fósforo são baixos, que resulta numa relação cálcio:fósforo de até 40:1 (Santos, 1992). Cabe destacar que tal relação entre esses minerais não provoca qualquer sintoma de intoxicação, em caprinos e ovinos, ingerindo grandes quantidades de palma (Ben Salem et al., 2005; Gebremariam et al., 2006; Tegegne et al., 2006; Bispo, 2006; Vieira, 2006). Por outro lado, o alto nível de ácido oxálico (130 g/Kg matéria seca) além de formar sais insolúveis com alguns minerais, tornando-os indisponíveis, pode causar efeito laxativo em animais alimentados com palma forrageira (Nefzauoi e Ben Salem, 2001; Ben Salem et al., 2005).

A palma forrageira apresenta em sua composição química baixos percentuais de matéria seca (10,40 a 13,40%), extrato etéreo (2,07 a 2,17%), proteína bruta (4,20 a 6,20%), fibra em detergente neutro (25,37 a 29,88%) e fibra em detergente ácido (16,50 a 21,79%) (Batista et al., 2003; Vieira, 2006; Andrade, et al., 2002). No entanto, esses fatores não a inviabilizam como alternativa para alimentação animal, principalmente por apresentar altos percentuais de nutrientes digestíveis totais (NDT), carboidratos não fibrosos e um elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca (Wanderley et al., 2002; Melo et al., 2007), além de excelente alternativa como reserva hídrica para os animais das regiões áridas e semi-áridas (Tegegne et al. 2006; Waal et al., 2006). De acordo com Tegegne et al. (2006) ovinos alimentados com níveis crescentes de palma (0 a 80%) reduziram drasticamente a ingestão de água.

No entanto, a palma quando fornecida isoladamente, causa balanço negativo de nitrogênio (provocado pelo baixo teor de nitrogênio e fósforo), diminuição na ruminação e digestibilidade da matéria seca, além de provocar variação negativa na massa corporal e diarreia, decorrente do baixo percentual de fibra (Sirohi et al., 1997; Misra et al., 2006; Sosa et al., 2005; Tegegne et al., 2006). Desta forma, para melhor

adequar a ração, faz-se necessário à utilização da palma em associação com fonte de fibra advinda da forragem (fibra fisicamente efetiva).

Os ruminantes requerem alimentos fibrosos em sua dieta para maximizar a produção e manter a saúde, pela manutenção do ambiente ruminal estável. A fibra fisicamente efetiva é a fração do alimento que estimula atividade de mastigação e secreção salivar (Mertens, 1992). Porém, fontes de fibra não forragem (baixa efetividade), por exemplo, a casca de soja (subproduto obtido a partir do processamento do grão de soja para obtenção do óleo e farelo de soja), com fibra mais digestível que a das forragens (Tambara et al., 1995), podem contribuir na formulação de rações para ruminantes (Armentano e Pereira, 1997).

Os limites da fibra são definidos não apenas por concentrações mínimas e máximas, mas também por atributos físico-químicos e biológicos dos alimentos usados nas formulações de rações. As características físicas como densidade, capacidade de troca de cátions, poder tampão e hidratação de partículas estão relacionadas com o tempo de colonização e a taxa de digestão (Mertens, 1997; Berchielli et al., 2006).

Se a densidade da ração for alta (baixa fibra) em relação às exigências do animal, o consumo será limitado pela demanda energética do animal. Entretanto, quando a ração apresentar densidade energética baixa (alta fibra) para os requerimentos do animal, o consumo será limitado pelo fator físico (enchimento) (Mertens, 1997). As fontes de fibra não forragem não afetam o consumo de matéria seca da mesma forma que as forragens, devido à alta disponibilidade de energia (Morais, 2003).

Na avaliação de alimentos para ruminantes deve-se considerar que o principal suprimento de proteína é de origem microbiana, oriunda da cinética de degradação ruminal a partir de proteína dietética, proteína microbiana reciclada, nitrogênio reciclado via saliva e por difusão no epitélio ruminal ou aquele nitrogênio de origem não protéica. De acordo com Chen e Gomes (1992), para se determinar a contribuição das proteínas microbianas como fonte de proteína para o hospedeiro de forma simplificada e perfeitamente aplicável em condições de campo, pode-se empregar a técnica de excreção urinária dos derivados de purina. Segundo esses autores, as purinas (adenina e guanina) dos ácidos nucleicos microbianos, então são absorvidos, degradados e excretados na urina como seus derivados. A quantidade de derivados de purina (DP) excretados na urina dos ruminantes está relacionada à quantidade de purina microbiana absorvida no intestino.

O presente trabalho objetivou avaliar a inclusão de feno de capim tifton em substituição a casca de soja em dietas a base de palma forrageira sobre consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio e síntese de proteína microbiana em caprinos.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados dez caprinos, castrados, sem padrão racial definido, sendo cinco com peso vivo médio de 40 kg, fistulados no rúmen, e os outros cinco com peso médio de 20 kg. Os animais foram alojados em baias individuais medindo 2 x 1,10 m, providas de comedouro e bebedouro, distribuídos em dois quadrados latino 5 x 5 (5 dietas e 5 períodos).

As avaliações de consumo, digestibilidade e comportamento ingestivo foram feitas nos dez animais; enquanto o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana nos cinco fistulados.

As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus indica*, Mill), feno de tifton (*Cynodon dactylon*), farelo e casca de soja (*Glycine max* (L.)), uréia pecuária e sal mineral, cuja composição químico – bromatológica dos ingredientes está apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Composição químico – bromatológica dos ingredientes das dietas.

Nutrientes (%)	Alimentos			
	Palma Forrageira	Feno de Tifton	Casca de Soja	Farelo de Soja
Matéria Seca	8,17	91,68	90,28	89,07
Matéria Orgânica	86,37	92,11	95,30	92,73
Proteína Bruta	5,04	7,37	15,27	51,43
Extrato Etéreo	2,41	1,87	1,96	2,07
Fibra em Detergente Neutro	29,08	73,67	72,38	15,23
Carboidratos não fibrosos	49,84	9,20	5,68	23,99
Carboidratos totais	78,92	82,87	78,07	39,23
Matéria Mineral	13,63	7,89	4,70	7,27
Cálcio	4,56	3,00	3,01	2,58
Fósforo	0,18	0,11	0,17	0,46
Relação cálcio:fósforo	25,28	27,27	17,71	5,61

Os tratamentos consistiram de níveis crescentes inclusão de feno de tifton em substituição a casca de soja, nas proporções de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% (Tabela 2).

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais.

Alimentos (% na MS)	Níveis de feno de tifton (%)				
	0	6,25	12,5	18,75	25
Feno de Tifton	0	6,25	12,5	18,75	25
Casca de soja	25,0	18,75	12,5	6,25	0
Palma forrageira	60	60	60	60	60
Farelo de Soja	14	14	13,8	13,6	13,4
Uréia pecuária	0	0	0,2	0,4	0,6
Sal Mineral	1	1	1	1	1

Nutrientes	Composição Química				
Matéria Seca-MS (%)	12,83	12,78	12,84	12,84	12,83
Matéria Orgânica (%MS)	90,23	90,04	90,03	90,02	90,01
Energia Metabolizável (Mcal) <sup>1</sup>	2,56	2,53	2,45	2,50	2,40
Proteína Bruta (% na MS)	13,99	13,55	13,51	12,91	12,33
Fibra em Detergente Neutro-FDN (%MS)	37,67	37,73	37,80	37,85	37,88
FDN do Feno de Tifton (%MS)	0	4,60	9,20	13,80	18,40
FDN do Feno de Tifton (% FDN total)	0	12,19	24,37	36,49	48,63
Carboidratos não fibrosos (%MS)	34,68	34,90	35,08	35,25	35,42
Carboidratos totais (%MS)	72,36	72,66	72,88	73,10	73,33
Matéria Mineral (%)	11,37	11,57	11,76	11,94	12,13
Cálcio (%MS)	4,03	4,03	4,03	4,02	4,01
Fósforo (%MS)	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24
Relação Cálcio:Fósforo (%MS)	15,58	15,79	16,04	16,31	16,58

<sup>1</sup>Estimada a partir da ingestão de NDT

Cada período experimental teve duração de 18 dias, sendo 7 dias de adaptação e 11 dias para colheita de amostra e dados. Antes de cada período foi realizado controle de ecto e endoparasitos. As dietas foram oferecidas duas vezes ao dia (8 e 15 horas), em forma de ração completa, sendo ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 20%. Para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), foram utilizadas metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN), foi utilizada a técnica de “fiber bags” (Ankom®) utilizando a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Para quantificação dos carboidratos totais (CHO), foi empregada a equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  e os teores de carboidratos não fibrosos  $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ , (Hall, 1999).

O consumo voluntário de matéria seca e dos diferentes nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas. Para estimativa da produção de matéria seca fecal (PMSF) foi utilizado óxido cromo (Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) como marcador externo (Fenton e Fenton, 1979). O indicador foi oferecido duas vezes ao dia,



antes da alimentação, diretamente na boca do animal, através de cartuchos confeccionados de “papel toalha” contendo cinco gramas do indicador. A PMSF foi estimada através da quantidade do marcador ingerido pela concentração nas fezes.

Durante três dias consecutivos do período de coleta foram tomadas amostras da dieta fornecida, das sobras e fezes (direto da ampola retal dos animais), que foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenados em freezer a -20° C. Posteriormente foram feitas amostras compostas por período e tratamento. Todas as amostras foram secas em estufa de circulação forçada (55°C), por 72 horas e moídas em moinho tipo Wiley, passando por peneiras com crivo de 1 mm de diâmetro, para posterior determinação da composição química.

O coeficiente de digestibilidade dos nutrientes (CDN) foi calculado segundo Silva e Leão (1979):  $CDN = (\text{Nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado} / \text{nutriente ingerido}) \times 100$ .

Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT), foi utilizada a equação descrita por Weiss (1999), na qual  $NDT = PBD + EED * 2,25 + CNFD + FDND$ , sendo  $PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes})$ ,  $EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes})$ ,  $CNFD = (CNF \text{ ingeridos} - CNF \text{ fezes})$  e  $FDND = (FDN \text{ ingerido} - FDN \text{ fezes})$ .

Foi realizada coleta total de urina (24 horas) em cada período experimental. Aproximadamente meia hora antes do arraçoamento, os animais eram contidos e preparados com bolsas coletoras de urina (bolsas para colostomia 65 mm, adaptadas), as quais eram coladas ao corpo do animal com adesivo instantâneo universal, para evitar perda de conteúdo urinário. A urina era obtida cortando-se uma das extremidades da bolsa, a qual então era vedada com fita adesiva.

Depois da micção, a amostra era colocada em um balde contendo 100 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> a 10%. Estas amostras tiveram, sempre que necessário, o pH ajustado para valor inferior a três, para evitar a destruição bacteriana das bases purinas urinária e a precipitação do ácido úrico. As amostras foram armazenadas em freezer a -20° C, a qual foi realizada análises de uréia e creatinina utilizando-se o *kit* comercial da marca Doles e determinação dos derivados de purina utilizando a metodologia descrita por Chen e Gomes (1992).

Nas amostras compostas de alimento oferecido, sobras, fezes e urina foi determinado o teor de nitrogênio total, pelo método micro Kjeldahl, segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002). O balanço de nitrogênio foi calculado como:  $Balanço \ de \ N = N_{oferecido} - (N_{sobras} + N_{fezes} + N_{urina})$ , onde  $N_{oferecido}$ ,  $N_{sobras}$ ,  $N_{fezes}$  e

$N_{urina}$  representam as quantidades médias diárias de nitrogênio nos alimentos oferecidos, nas sobras, nas fezes e na urina, respectivamente.

A cada período experimental foram obtidas amostras de sangue de cada animal por punção da veia jugular, utilizando tubos de “vacutainer”. O sangue, contendo heparina como anticoagulante, foi imediatamente centrifugado a 5000 rpm durante 15 minutos e o plasma acondicionado em ependorf de 1,5 mL e armazenadas em freezer a -20° C. Posteriormente, o plasma foi descongelado à temperatura ambiente e analisado para determinação de uréia e creatinina utilizando-se o *kit* comercial da marca Doles.

A taxa de depuração renal de creatinina (TDRC) foi calculada pelo modelo proposto por Reece (1996):  $TDR(mL/minuto/PV^{0,75}) = [(CrU \times PU)/CrP]/PV^{0,75}$ , onde, CrU = concentração de creatinina na urina; PU = produção urinário (mL/minuto) e CrP = concentração de creatinina no plasma.

Através do somatório das excreções urinárias de alantoina, xantina, hipoxantina e ácido úrico foram obtidos a excreção total dos derivados de purina (DP). A absorção das purinas microbianas (X, mmol/dia), foi calculada a partir da excreção de derivados de purinas (Y, mmol/dia), utilizando o modelo matemático proposto por Chen e Gomes (1992):  $Y = 0,84x + (0,15PV^{0,75} e^{-0,25x})$ , em que 0,84 é a recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina.

O fluxo intestinal de compostos nitrogenados (N) microbianos (Y, gN/dia) foi calculado em função das purinas absorvidas (X, mmol/dia), utilizando-se a equação:  $Y = (70X)/(0,83 \times 0,116 \times 1000)$ , em que 70 representa o conteúdo de N nas purinas (mgN/mmol); 0,83, a digestibilidade das purinas microbianas (Chen e Gomes, 1992).

Os dados foram analisados por meio de análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genética – SAEG (UFV, 1998). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram a significância dos coeficientes de regressão observados, a 5% de probabilidade; o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), obtidos pela relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos e o fenômeno biológico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 são apresentadas às médias, os coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) dos consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), carboidratos totais

(CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), carboidratos totais (CCT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

Variáveis	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	$R^2$	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
<i>CMS</i>								
g/dia	909,88	1022,76	1019,48	1132,99	1109,58	21,42	0,83	1
%PV	2,85	3,27	3,42	3,72	3,63	19,25	0,85	2
g/kg PV <sup>0,75</sup>	37,83	43,29	44,74	48,84	47,76	17,89	0,86	3
<i>CMO</i>								
g/dia	827,83	930,73	930,46	1029,29	1010,57	21,58	0,84	4
% da MS	91,08	91,17	91,31	91,09	91,13	0,75	-	$\hat{Y}=91,2$
<i>CPB</i>								
g/dia	131,32	145,24	143,79	151,25	137,06	24,03	-	$\hat{Y}=141,7$
% da MS	14,37	14,02	14,1	13,34	12,38	8,04	0,85	5
<i>CCT</i>								
g/dia	654,29	737,88	736,21	821,84	817,13	22,46	0,88	6
% da MS	72,06	72,41	72,26	72,77	73,69	1,44	0,79	7
<i>CFDN</i>								
g/dia	327,11	370,88	345,12	396,73	382,09	23,51	-	$\hat{Y}=364,4$
% da MS	35,89	35,91	33,93	35,13	34,45	7,02	-	$\hat{Y}=35,1$
% PV	1,02	1,18	1,16	1,31	1,24	20,90	0,69	8
g/kg PV <sup>0,75</sup>	13,56	15,64	15,18	17,2	16,31	20,30	0,67	9
<i>CCNF</i>								
g/dia	327,18	367,12	391,09	425,12	435,03	17,30	0,97	10
% da MS	36,17	36,43	38,33	37,64	39,24	6,65	0,82	11

<sup>1</sup>Y = 937,02 + 8,154X; <sup>2</sup>Y = 2,9746 + 0,0323X; <sup>3</sup>Y = 39,412 + 0,4065X; <sup>4</sup>Y = 852,96 + 7,4248X; <sup>5</sup>Y = 14,577 - 0,0748X; <sup>6</sup>Y = 671,54 + 6,5542X; <sup>7</sup>Y = 71,915 + 0,0579X; <sup>8</sup>Y = 1,069 + 0,0091X; <sup>9</sup>Y = 14,169 + 0,1129X; <sup>10</sup>Y = 333,37 + 4,3791X e <sup>11</sup>Y = 36,105 + 0,1171X

Para o consumo de matéria seca, expressos em gramas por dia (g/dia), percentual do peso vivo (%/PV) e gramas por quilo de peso metabólico (g/KgPV<sup>0,75</sup>) a análise de regressão mostrou que houve efeito linear crescente ( $P < 0,05$ ), de modo que para cada unidade percentual de feno adicionado na ração houve aumento de 8,15 g/dia; 0,032 %PV e 0,41 g/KgPV<sup>0,75</sup>. Um dos fatores que regulam a ingestão de alimentos é a satisfação energética. Assim, a diminuição na densidade energética da ração com a inclusão de feno, provavelmente levou os animais a maior procura por alimento, numa tentativa de manter o balanço energético adequado para o desenvolvimento de suas funções vitais e produtivas.

A utilização de fontes de fibra não forragens (casca de soja) na dieta de ruminantes proporcionam maior disponibilidade de energia se comparada com a maioria das forragens (Nakamura e Owen, 1989). Entretanto, as fontes de fibra não forragens possuem tamanho reduzido de partículas com alta gravidade específica que facilita a taxa de passagem ruminal (Morais, 2003), podendo refletir negativamente no desempenho animal. Restle et al. (2004) verificaram que o consumo de matéria seca foi reduzido com a inclusão de casca de soja na dieta de novilhos. O resultado encontrado por esses autores, pode estar relacionado com um provável aumento na densidade energética da ração, e desta forma o consumo foi limitado pela demanda energética do animal.

Assim, dietas contendo altos níveis de fibra não forragens, faz-se necessário à presença de quantidade adequada de forragem, a fim de proporcionar maior tempo de retenção de partículas no rúmen, estimulando a ruminação e a secreção salivar (Firkins, 1997 e Grant, 1997). Fato que é particularmente importante em rações com altos percentuais de palma, por conhecidamente apresentar altos teores de carboidratos não fibrosos e elevado coeficiente de digestibilidade da matéria seca, que no presente trabalho, pode ter contribuído para o registro de esvaziamento quase que total do rúmen (antes da primeira alimentação) dos animais submetidos ao tratamento sem feno.

Isto sugere que a inclusão de uma fonte de fibra advinda da forragem em rações contendo nutrientes de rápida digestão (palma e casca de soja), apesar de reduzir a disponibilidade de energia, estimula o consumo de matéria seca, e desta forma, provoca maior impacto positivo na produtividade animal. Segundo Church (1993), o consumo de matéria seca tem maior influência na produção animal do que variações na composição química ou eficiência na digestão dos nutrientes.

A análise de regressão detectou efeito linear positivo ( $P < 0,05$ ) dos níveis de adição de feno nas rações sobre o consumo de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos. Para cada 1% de feno adicionado foi registrado aumento de 6,55 g/dia e 0,06%; 4,38 g/dia e 0,12% para carboidratos totais e carboidratos não fibrosos, respectivamente. Este comportamento é reflexo do maior percentual desses nutrientes encontrados no feno de tifton, quando comparado com a casca de soja (Tabela 1) e ao maior consumo de matéria seca, ou seja, maior ingestão de palma.

Não houve diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para o consumo da fibra em detergente neutro (FDN), expressos em gramas por dia ou em percentual da dieta. Esse resultado já era esperado, uma vez que, as rações experimentais apresentaram os

percentuais desse nutriente semelhante. Vale ressaltar que as dietas apresentaram média de 35,06 % da fibra em detergente neutro ( $P > 0,05$ ), ficando acima das exigências mínimas (20 a 24,5 % FDN) estabelecidas por Cannas et al (2004), abaixo da qual a fermentação e a síntese de proteína microbiana podem ser negativamente alteradas.

A arquitetura bucal e o comportamento ingestivo fazem dos caprinos excelentes selecionadores (Lu et al., 2005 e NRC, 2007). Tais características podem justificar redução de 7,22% da FDN nas dietas oferecidas em relação à consumida pelos animais. Entretanto, o consumo da fibra em detergente neutro quando expresso em %PV e  $g/KgPV^{0,75}$ , sofreram efeito linear com a inclusão de feno na ração ( $P < 0,05$ ). Fato que pode ser reflexo direto da variação positiva do peso vivo com a substituição da casca de soja por feno de tifton (0,007; 0,106; 0,109; 0,264 e 0,236 Kg/dia do peso, para os níveis de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% de feno, respectivamente)

Os coeficientes de digestibilidade da matéria (CDMS), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF), proteína bruta (CDPB), o percentual de nutrientes digestíveis totais (NDT) e a quantidade de nitrogênio ingerido (Ningerido), excretado nas fezes (Nfezes), absorvido (Nabsorvido), excretado na urina (Nurina), retido (Nretido) e balanço de nitrogênio, estão apresentados na Tabela 4, bem como seus respectivos coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) em função do nível de feno.

Pela análise de regressão foi possível verificar que o coeficiente de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos totais apresentaram comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ) em função do nível de inclusão de feno a ração. Para cada 1% de feno adicionado ocorreu diminuição de 0,16; 0,15 e 0,17 no coeficiente de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e carboidratos totais, respectivamente. Estes resultados estão coerentes, uma vez que, à medida que aumentou feno diminui casca de soja na ração, e este subproduto apresenta esses nutrientes com maior potencial de digestão (Ludden et al., 1995).

A digestibilidade do alimento representa a capacidade do animal em utilizar seus nutrientes, em maior ou em menor escala, expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente em questão, sendo uma característica do alimento, e não do animal (Silva e Leão, 1979). Pelo fato de todas as rações dos animais terem sido compostas por 60% de palma forrageira, ficam justificados os elevados coeficientes de digestibilidade da matéria seca. Vale lembrar que o tipo e a quantidade dos carboidratos presentes no

alimento afetam tanto o consumo como a digestibilidade da matéria seca. Segundo Santos et al. (1990) a digestibilidade da matéria seca da palma é de 74,11 e 75,12% para as cultivares redonda e gigante, respectivamente.

Tabela 4. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e equações de regressão (ER) dos coeficientes de digestibilidade da matéria (CDMS), matéria orgânica (CDMO), extrato etéreo (CDEE), carboidratos totais (CDCT), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF), proteína bruta (CDPB), percentual de nutriente digestíveis totais (NDT) e a quantidade de nitrogênio ingerido (N ingerido), excretado nas fezes (N fezes), absorvido (N absorvido), excretado na urina (N urina), retido (N retido) e balanço do nitrogênio (BN).

Variáveis	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	R <sup>2</sup>	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
CDMS (%)	74,03	73,20	70,81	72,81	69,23	5,69	0,65	1
CDMO (%)	78,28	77,23	75,16	76,93	73,69	3,95	0,68	2
CDCT (%)	77,63	76,75	73,94	75,92	72,59	5,13	0,70	3
CDFDN (%)	59,26	57,31	51,01	54,99	47,93	14,96	0,73	4
CDCNF (%)	95,50	94,71	93,79	94,67	93,07	2,76	-	$\hat{Y}=94,4$
CDPB (%)	79,51	77,89	78,33	79,68	76,89	4,53	-	$\hat{Y}=78,5$
NDT (%)	70,75	70,03	67,74	69,14	66,46	4,46	0,75	5
N ingerido (g/dia)	25,26	27,10	24,58	26,62	24,81	6,63	-	$\hat{Y}=25,7$
N fezes (g/dia)	4,90	4,88	5,06	4,62	5,46	16,18	-	$\hat{Y}=4,98$
N absorvido(g/dia)	20,36	22,22	19,52	22,00	19,35	6,07	-	$\hat{Y}=20,7$
N urina (g/dia)	9,27	9,81	10,57	14,29	11,30	15,88	0,47	6
N retido (g/dia)	11,09	12,42	8,95	7,71	8,04	24,05	0,70	7
N retido (% N abs)	55,43	55,21	46,39	35,19	39,72	20,61	0,80	8
N retido (% N ing)	44,85	45,34	36,55	29,04	31,11	19,41	0,84	9
BN (g/dia)	11,09	12,42	8,95	7,72	8,04	24,05	0,70	10

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 74,012 - 0,1599X$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 78,154 - 0,1516X$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 77,541 - 0,1744X$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 59,098 - 0,3998X$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 70,717 - 0,1513X$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y} = 9,3351 + 0,1369X$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y} = 11,804 - 0,1728X$ ; <sup>8</sup> $\hat{Y} = 56,676 - 0,8231X$ ; <sup>9</sup> $\hat{Y} = 46,136 - 0,7006X$  e <sup>10</sup> $\hat{Y} = 11,804 - 0,1728X$

Não houve efeito significativo ( $P>0,05$ ) para o coeficiente de digestibilidade dos carboidratos não fibrosos. Cabe ressaltar que fatores que afetam a disponibilidade desses carboidratos não diferenciaram entre os tratamentos. O principal carboidrato não fibroso presente nas rações experimentais era a pectina (advindo principalmente da palma), um carboidrato de rápida e extensa degradação ruminal (98% em 12 horas) (Van Soest, 1994). Dessa forma, não era esperado que houvesse diferença na digestibilidade desses carboidratos já que a palma era um ingrediente de inclusão constante em todas as dietas.

A fração da fibra que será utilizada pelo animal depende das proporções de celulose, hemicelulose e lignina, que irão refletir diretamente na ingestão e taxa de fermentação. Apesar do teor da fibra em detergente neutro do feno e da casca de soja ser

muito próximo, este último apresenta elevados teores de celulose e hemicelulose e pouca lignina, provocando maior taxa de fermentação (Moore et al., 2002). Assim, já era esperado que o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro diminuísse linearmente com a inclusão de feno nas rações ( $P < 0,05$ ). Verificou-se que para cada um percento de feno adicionado nas rações, ocorreu redução de 0,40% na digestibilidade.

Os percentuais de NDT das rações apresentaram comportamento linear negativo ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de feno as rações, ou seja, houve diminuição de 0,15% de NDT na ração para cada percentual de feno adicionado. Uma vez que o percentual feno na ração é inversamente proporcional ao da casca de soja, e este último, apesar de apresentar altos teores de fibra, é considerada uma fonte de energia para os ruminantes (2,84 Mcal de Energia Digestível / Kg MS) (Hsu et al., 1987), fica clara a compreensão do comportamento do NDT .

As ingestões diárias de energia metabolizável, estimadas a partir dos percentuais de NDT, foram de 2,56; 2,53; 2,45; 2,50 e 2,40 Mcal por quilo de matéria seca, para os percentuais de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% de feno nas rações, respectivamente. De acordo com as exigências estabelecidas pelo NRC (2007), estes níveis de energia metabolizável (EM), possibilitariam ganhos diários de 158,02; 156,17; 151,23; 154,32 e 148,15 gramas para caprinos, com peso vivo de 40 kg. A partir das estimativas de EM/Kg MS foi possível detectar que mesmo a dieta contendo o maior nível de inclusão de feno permitiria a ingestão de EM 1,4 vezes a manutenção desses animais. Tal resultado pode ser atribuído ao elevado nível de palma nas dietas uma vez que apresenta 2,23 Mcal de energia metabolizável por quilo de MS (Tosto et al., 2007), portanto, caracterizando as rações como energética. Estes resultados estão dentro do intervalo de 1,74 a 2,58 Mcal encontrados na literatura com diferentes percentuais de palma forrageira na ração de caprinos e ovinos (Misra et al., 2006; Tegegne et al., 2006 e Vieira, 2006).

Não houve efeito significativo ( $P > 0,05$ ) no coeficiente de digestibilidade da proteína bruta, e desta forma não alterando ( $P > 0,05$ ) a quantidade de nitrogênio absorvido e excretado nas fezes.

A inclusão de feno nas rações ocasionou aumento na degradabilidade da proteína, decorrente da redução na taxa de passagem e adição de uréia, proporcionou aumento na concentração de amônia no rúmen. Quando os limites da síntese de proteína

microbiana são ultrapassados, essa amônia é convertida em uréia (ciclo da uréia), onde a sua única forma de excreção é via urina (Sobrinho et al., 1996 e Kozloski, 2002).

Desta forma, pode-se entender porque adição de cada unidade de feno as rações ocasionou perda urinária de 0,14 gramas de nitrogênio ( $P < 0,05$ ). Os valores de nitrogênio urinário (variação de 9,27 a 11,30 g/dia) registrados foram bem superiores à amplitude de 2,8 a 4,7 g/dia encontrados na literatura (Ben Salem et al., 2002; Ben Salem et al., 2004; Ben Salem et al., 2005 e Tegegne et al., 2006). Tal fato pode ser explicado pelo maior volume urinário produzido pelos animais deste experimento.

A quantidade de nitrogênio retido reflete a utilização dos compostos nitrogenados para síntese de proteína no organismo. O perfil aminoacídico das proteínas que chegam ao intestino delgado reflete na retenção do nitrogênio (Sobrinho et al., 1996). As exigências protéicas dos ruminantes são atendidas mediante absorção intestinal de aminoácidos provenientes, principalmente, da proteína microbiana sintetizada no rúmen e da proteína dietética que escapou da degradação (Valadares Filho e Valadares, 2001).

A redução da taxa de passagem e a menor quantidade de energia gerada com a inclusão de feno, resultou em menor fluxo de compostos microbianos e proteína não degradada no rúmen para o intestino delgado. Além disso, uma provável não alteração na eficiência microbiana e adição de uréia às rações experimentais, podem ter contribuído para maior perda de nitrogênio via urina (Tabela 4). É por isso que para cada percentual de feno adicionado ocorreu redução de 0,17; 0,82 e 0,70 do nitrogênio retido expresso em gramas, percentual do absorvido e do ingerido, respectivamente.

O percentual de nitrogênio retido expresso do ingerido e do absorvido encontrados neste experimento estão dentro do intervalo de 15,9 a 36,7 e 49,8 a 68,1% para o teor de nitrogênio retido em relação ao ingerido e absorvido, respectivamente, encontrados por Misra et al. (2006) trabalhando com ovinos recebendo feno de buffel suplementados com concentrado, palma e recebendo ou não amendoim como fonte de proteína.

O balanço de nitrogênio apresentou comportamento linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com adição de feno. Para cada unidade de feno adicionada à ração, ocorreu redução de 0,17 gramas de nitrogênio. Apesar desse efeito, o balanço foi positivo para todos os tratamentos, indicando que as exigências protéicas dos animais foram supridas, evitando a mobilização das reservas corporais.



Os resultados encontrados neste experimento foram bem superiores aos 2,5 e – 0,2 g do balanço de nitrogênio encontrados por Tegenne et al. (2006) trabalhando com 60 e 80% de palma na ração de ovinos, respectivamente. Desta forma, as rações do presente trabalho supriram as exigências microbianas e conseqüentemente atendendo ao requerimento protéico dos animais, evitando assim que ocorresse o preconizado por Misra et al. (2006), de que o uso exclusivo ou altos níveis de palma na ração de ruminantes provoca balanço de nitrogênio negativo, decorrente da deficiência de nitrogênio e fósforo inerente dessa forrageira.

Na Tabela 5 são apresentadas às médias, os coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ), equações de regressão (ER) e excreções médias diárias de urina, uréia, creatinina, taxa de depuração renal, alantoína, ácido úrico, xantina+hipoxantina, produção e eficiência microbiana por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

A excreção e a taxa de formação de urina aumentaram linearmente ( $P<0,05$ ) com a inclusão de feno. Essa resposta ocorreu pelo efeito linear no consumo de matéria seca com adição de feno e conseqüentemente maior ingestão de água via alimento. Considerando o consumo crescente de matéria seca, com rações contendo em média 12,88% de matéria seca, a ingestão de água via alimento foi de 6181,94; 6955,09; 6932,78; 7704,69 e 7545,49 g/dia, para os níveis de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% de feno nas rações, respectivamente. O consumo médio diário de água via alimento foi 9,10 vezes maior que o requerimento preconizado pelo NRC (1981).

Segundo Dukes (1996) o conteúdo de água corporal é relativamente constante. A excreção em excesso de água causaria uma hiperosmolalidade do líquido extra celular, e a ingestão excessiva de água sem a excreção causaria uma hiposmolalidade.

A concentração de uréia urinária não sofreu efeito significativo ( $P>0,05$ ), entretanto, a sua excreção sofreu efeito linear positivo com adição de feno. Esta variável tem relação direta com a digestão protéica e com o metabolismo dos microrganismos ruminais (Sucupira, 2003) sendo que seu único meio de excreção é pela urina. A quantidade de amônia convertida em uréia no organismo é um reflexo da degradabilidade ruminal da proteína, pH ruminal e concentração de amônia no rúmen, e estes foram influenciados positivamente com a inclusão do feno nas dietas. Resultado semelhante foi encontrado por Nascimento (2005) que verificou aumento linear de 7,27 a 10,21 g/dia na excreção de uréia urinária com adição de palma forrageira na ração de caprinos.

Tabela 5. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>), equações de regressão (ER) e excreções médias diárias de urina, uréia, creatinina, taxa de depuração renal de creatinina (TPRC), alantoína, ácido úrico, xantina+hipoxantina, derivados de purina (DP), produção e eficiência microbiana por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

Item	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	R <sup>2</sup>	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
<i>Urina</i>								
Excreção(mL/dia)	4443,0	3808,3	5219,6	5175,4	5889,9	10,95	0,71	1
Produção(mL/min)	3,09	2,64	3,62	3,59	4,09	10,95	0,71	2
<i>Uréia</i>								
Concentração(mg/dL)	330,19	399,65	327,71	483,79	408,10	28,54	-	$\hat{Y}=389,9$
Excreção(g/dia)	14,49	14,77	17,47	22,85	24,83	20,37	0,93	3
<i>Creatinina Urina</i>								
Concentração(mg/dL)	24,82	26,55	20,79	23,61	21,12	13,36	0,44	4
Excreção(g/dia)	1,05	0,98	1,08	1,16	1,21	9,00	0,78	5
<i>Creatinina Plasma</i>								
Concentração(mg/dL)	1,94	1,94	2,18	2,23	2,18	22,89	-	$\hat{Y}=2,09$
TDRC(mL/min/PV <sup>0,75</sup> )	21,17	21,49	21,78	21,48	22,97	25,20	-	$\hat{Y}=21,78$
Creatinina(mg/PV)	26,22	25,89	28,14	29,53	31,20	8,65	0,92	6
Creatinina(mg/PV <sup>0,75</sup> )	65,79	63,73	69,89	73,87	77,39	8,68	0,88	7
<i>Alantoína</i>								
Concentração(mmol/L)	2,74	3,40	2,62	2,75	2,47	8,84	0,28	8
Excreção(mmol/dia)	12,41	12,74	13,67	14,12	14,66	12,91	0,98	9
<i>Ácido Úrico</i>								
Concentração(mmol/L)	0,21	0,26	0,18	0,16	0,15	15,37	0,60	10
Excreção(mmol/dia)	0,90	0,97	0,93	0,83	0,89	14,75	-	$\hat{Y}=0,90$
<i>Xantina + Hipoxantina</i>								
Concentração(mg/L)	2,43	1,53	1,08	1,23	1,49	75,19	-	$\hat{Y}=1,55$
Excreção(mmol/dia)	0,014	0,0091	0,0064	0,0073	0,0089	75,19	-	$\hat{Y}=0,009$
DP(mmol/dia)	13,37	13,74	14,63	14,99	15,60	12,59	0,98	11
<i>Produção Microbiana</i>								
Proteína (g/dia)	71,90	74,15	78,99	80,85	84,26	12,77	0,98	12
Eficiência(g/Kg MOD)	105,10	126,33	131,68	110,89	122,44	23,96	-	$\hat{Y}=119,3$
Eficiência(g/Kg NDT)	106,30	127,84	133,56	112,48	126,44	24,77	-	$\hat{Y}=121,3$

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 4058,9 + 67,098X$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,8187 + 0,0466X$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 13,213 + 0,4565X$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 25,395 - 0,1611X$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 0,9952 + 0,008X$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y} = 25,412 + 0,2158X$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y} = 63,463 + 0,5338X$ ; <sup>8</sup> $\hat{Y} = 3,0254 - 0,0179X$ ; <sup>9</sup> $\hat{Y} = 12,335 + 0,093X$ ; <sup>10</sup> $\hat{Y} = 0,2358 - 0,0034X$ ; <sup>11</sup> $\hat{Y} = 13,324 + 0,0914X$  e <sup>12</sup> $\hat{Y} = 71,744 + 0,5029X$

As concentrações urinárias de creatinina diminuíram linearmente (P<0,05) com adição de feno. Entretanto, a excreção diária desse composto apresentou comportamento linear positivo (P<0,05). A creatinina é formada no músculo pela desidratação da creatina-fosfato, originada do metabolismo muscular. Essa molécula é excretada de forma constante pelos rins (Champe e Harvey, 1996).

Desta forma, uma vez determinada a excreção diária de creatinina em relação ao peso vivo é considerada que esta não varie em função da dieta (Leal et al., 2002). Entretanto, a excreção de creatinina expressa em mg/Kg PV aumentou com a inclusão

de feno ( $P < 0,05$ ). Assim, a variação de 0,007; 0,106; 0,109; 0,264 e 0,236 Kg/dia do peso, para os níveis de inclusão de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25 % de feno, respectivamente, refletiu neste comportamento (creatinina mg/Kg PV ou mg/Kg PV<sup>0,75</sup>), uma vez que ela é sintetizada no tecido muscular e, segundo Leal et al. (2002), a variação nas proporções dos tecidos (massa muscular), pode levar a variações nas excreções de creatinina (expressas em relação ao PV do animal).

O fato da taxa de depuração renal não ter apresentado efeito significativo ( $P > 0,05$ ), reforça a idéia de que as variações nas excreções de creatinina foram reflexos da variação negativa do peso vivo provocado pelos menores níveis de feno da dieta. De acordo com Reece (1996), a depuração renal é usada na avaliação da função renal.

A concentração de alantoína na urina diminuiu linearmente com a adição de feno ( $P < 0,05$ ), enquanto que a excreção desse composto aumentou 0,093 mmol/dia para cada unidade acrescentada de feno. Os resultados estão próximos aos 8,02 – 11,43 mmol/dia encontrados por Nascimento (2005) trabalhando com adição de feno na dieta de caprinos alimentados com palma forrageira. Porém, Ben Salem et al. (2002) trabalhando com rações para ovinos contendo palma mais acácia e palma mais atriplex registrou valores de 1,6 e 3,6 mmol/dia, respectivamente. Estes autores atribuíram esse comportamento ao baixo nível de ingestão de matéria orgânica digestível e o nível e qualidade do nitrogênio presente nessas dietas.

A análise de regressão apontou efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) com adição do feno somente para a concentração de ácido úrico, porém para sua excreção diária não foram detectadas diferenças ( $P > 0,05$ ) significativas.

A concentração e excreção dos derivados xantina+hipoxantina não apresentaram efeito significativo ( $P > 0,05$ ). A inclusão de palma a dieta de caprinos e ovinos pode, provavelmente, estimular a atividade da xantina oxidase, resultando numa menor excreção desses derivados e maior formação de ácido úrico. Desta forma, levando a menor contribuição das purinas absorvidas, devido à diminuição na incorporação dos nucleotídeos aos tecidos (Kozloski, 2002).

A excreção dos derivados de purina aumentou 0,093 mmol/dia ( $P < 0,05$ ) para cada unidade de feno adicionada na ração. Possivelmente este comportamento foi provocado pelo aumento na excreção da alantoína. Os resultados encontrados nesse experimento em relação à excreção total dos derivados estão dentro do intervalo de 8,16 a 16,9 mmol/dia encontrados na literatura (Nascimento, 2005; Fonseca et al., 2006).

No uso da técnica de derivados de purinas para estimar a síntese de proteína microbiana assume-se que o fluxo intestinal dos ácidos nucleicos é predominantemente de origem microbiana (Chen e Gomes, 1992). Desta forma, já era esperado que o aumento na excreção urinária dos metabólicos de purina refletisse positivamente na síntese diária de proteína microbiana ( $P < 0,05$ ). Para cada percentual de feno adicionado na ração ocorreu aumento diário de 0,50 gramas de proteína microbiana.

A produção microbiana varia conforme a fase de crescimento microbiano, disponibilidade do nutriente e tipo de microrganismo (NRC, 1985). Portanto, para se aumentar a quantidade de proteína microbiana produzida no rúmen, há duas possibilidades: ou melhorar a eficiência microbiana (síntese de proteína microbiana/Kg de carboidrato fermentado) ou aumentar a disponibilidade de substrato para os microrganismos (Berchielli et al., 2006).

Deste modo, a diminuição da taxa de passagem e aumento linear no consumo de matéria seca (Tabela 3), proporcionados pelo aumento de feno na ração, refletiu em maior aporte de carboidratos não fibrosos (advindo principalmente da palma) dentro do rúmen. Segundo Van Soest (1994) os carboidratos não fibrosos suportam maior produção microbiana que os carboidratos fibrosos em decorrência da sua maior taxa e extensão de degradação. A produção microbiana, geralmente aumenta com o aumento da quantidade da matéria orgânica fermentada no rúmen (Church, 1993).

Para Vieira (2006) a inclusão de feno de tifton em rações para caprinos a base de palma apresentou efeito quadrático para a síntese de proteína microbiana, com produção máxima de 69,69 g/dia, resultado inferior ao encontrado nesse experimento. Os valores de 17,5 e 15,10 g/dia encontrados por Misra et al. (2006) trabalhando ovinos recebendo feno de buffel suplementados com palma, recebendo ou não amendoim, respectivamente, foram muito baixos, quando comparados com os resultados desse experimento. Estes mesmos autores atribuíram esse resultado ao baixo peso dos animais (19 kg de peso vivo), já que, segundo Chen et al. (1992), as perdas endógenas dos derivados de purina aumentam com o peso vivo.

Apesar da inclusão de feno ter proporcionado redução na taxa de passagem e aumento na proteína microbiana, decorrente de elevada taxa de digestão, a eficiência microbiana quando expressa em g/kg NDT ou g/kg MOD, não teve efeito significativo ( $P > 0,05$ ).

A eficiência microbiana de 11,92g proteína microbiana/100g MOD encontrada nesse experimento foi inferior aos intervalos de 15,6 a 23g de proteína microbiana/100g

MOD encontrada na literatura (Resende et al., 1996; Cavalcante et al., 2006; Vieira, 2006). O fato de não ter havido diferença na eficiência microbiana (11,92g proteína/100g MOD) foi reflexo do aumento na concentração nitrogênio amoniacal e a excreção de nitrogênio na urina, ocorrido pela saturação do sistema enzimático bacteriano (Resende et al., 1996).

Os valores de 12,13g de proteína microbiana/kg NDT estão mais semelhantes as 13g proteína microbiana/100g de NDT preconizado pelo NRC (2001). Para cada Mcal de energia metabolizável consumida foi produzida 33,51g de proteína microbiana.

## CONCLUSÃO

A inclusão de feno de capim tifton em substituição a casca de soja em dietas a base de palma forrageira proporcionou aumento no consumo de matéria seca e na síntese de proteína microbiana. Entretanto, levou a redução na digestibilidade dos nutrientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, D. K. B.; WANDERLEY, W. L.; FERREIRA, M. de A. et al. Digestibilidade e absorção aparentes em vacas da raça Holandesa alimentadas com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 2088-2097, 2002.

ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1416–1425, 1997.

BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 189, p. 123-126. 2003.

BEN SALEM, H.; NEFZAOU, A.; BEN SALEM, L. 2002. Supplementation of *Acacia cyanophylla* Lindl. foliage-based diets with barley or shrubs from arid areas (*Opuntia ficus-indica* F. *Inermis* and *Atriplex nummularia* L.) on growth and digestibility in lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v. 96, p. 15-30. 2002.

BEN SALEM, H.; et al. Spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*, var. *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.

BEN SALEM, H.; et al. Nutritive value, behaviour and growth of Babarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia*, L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus indica*, var. *inermis*) pads. **Small Ruminant Research**. v. 59, p. 229-237, 2005.

BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal. Ed. FUNEP, 2006. 583 p.

BISPO, S. V. **Substituição do feno de capim elefante por palma forrageira para ovinos. Consumo, Digestibilidade e Parâmetros ruminais**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2006.

CANNAS, A.; TEDESCHI, L. O.; FOX, D. G. et al. A mechanistic model for predicting the nutrient requirements and feed biological values for sheep. **Journal of Animal Science**. v. 82, p. 149-169. 2004.

CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; et al. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 35, p. 203-210, 2006.

CHAMPE, P. C.; HARVEY, R. A. **Bioquímica ilustrada**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, 427p.

CHEN, X. B.; CHEN, M. F.; FRANKLIN, E. R. et al. The effect of feed intake and body weight on purine derivative excretion and microbial protein supply to sheep. **Journal of Animal Science**. v. 70, p. 1534-1542, 1992.

CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives- an overview of technical details**. INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK.(Occasional publication), 1992, 21P.

CHURCH, C.D. **El ruminante. Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espanha, Ed. Acribia, 1993. 641p.

DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Editora Guanabara koogan, 1996. 856p.

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.

FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1426–1437, 1997.

FONSECA, C.E.M.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C. et al., Estimativa da produção microbiana em cabras lactantes alimentadas com diferentes

teores de proteína na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n 3, p. 1158-1177, 2006.

GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus indica*) Inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131 p. 1-10, 2006.

GRANT, R. J. Interactions Among Forages and Nonforage Fiber Sources. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p.1438–1446, 1997.

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

HSU, J. T.; et al. Evaluation of corn fiber, cottonseed hulls and soybean hulls as houghage sources for ruminants. **Journal of Animal Science**. v. 55, n. 1, p. 244-255, 1987.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 140 p.

LEAL, T. L. et al. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v. 36, n 4, p. 905-911, 2002.

LUDDEN, P. A.; CECAVA, M. J.; HENDRIX, K. S. The value of soybean hulls as replacement for corn in beef cattle diets formulated with or without added fat. **Journal of Animal Science** , v. 73, p. 2706-2711, 1995.

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45–52, 2005.

MELO, A.A.S.; FERREIRA, M.A.; CHAVES, A.S. et al. Caroço de algodão em dietas à base de palma forrageira para vacas leiteiras: síntese de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 4, p. 912-920, 2007.

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: SBZ, 1992. p. 1-32.

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

MISRA, A. K.; MISHRA, A. S.; TRIPATHI, O.H. ; et al. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*, Mill) with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**. v. 63, p. 125-134, 2006.

MOORE, J. A.; POORE, M. H.; LUGINBUHL, J. M. By-products feeds for meat goats: Effects on digestibility ruminal environment, and carcass characteristic. **Journal of Animal Science**. v. 80, p. 1752-1758, 2002.

MORAIS, J. B. de. **Substituição do feno de “coastcross” (*Cynodon ssp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 63p.

NAKAMURA, T.; OWEN, F. G.; Hihg amounts of soyhulls for pelleted concentrate diets. **Journal of Dairy Science**. v. 27, p. 988-994, 1989.

NASCIMENTO, A. C. de O. **Estimativa da produção de urina e dos derivados de purina em caprinos alimentados com rações à base de palma forrageira**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife. Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 36p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of goats**. Washigton: D. C.: National Academy Press, 1981. 91p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of sheep**. 6ed. Washigton: D. C.: National Academy Press, 1985. 99p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of small ruminants**. Washigton: D. C.: National Academy Press, 2007. 362p

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of the dairy cattle**. 7ed. Washigton: D. C.: National Academy Press, 2001. 381p.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. Opuntia; a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. [www.Fao.org/2001](http://www.Fao.org/2001). Acessado em: 15 de junho de 2007.

REECE. W. O. Equilíbrio hídrico e excreção. In: DUKES, H. H. **Fisiologia dos animais domésticos**. 11. ed. Rio de Janeiro, Editora guanabara koogan, 1996. 856p.

RESENDE, K. T.; RIBEIRO, S. D. A.; DORINGAN, C. J. et al. Nutrição de caprinos: Novos sistemas e Exigências Nutricionais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza – CE, **Anais...** 1996.

RESTLE, J.; FATURI, C.; ALVES FILHO, D. C.; et al., Substituição do grão de sorgo por casca de soja na dieta de novilhos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v 33, n 4, p. 1009-1015, 2004

SANTOS, M. V. F. FARIAS, I. et al. Estudo comparativo das cultivares d palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica* Mill) e miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 19, n. 6, p. 504-511, 1990.

SANTOS, D. C. **Estimativas de parâmetros genéticos em caracteres de clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica*, Mill e miúda *Nopalia cochonillifera* Salm**



**Dyck.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 1992. 119p

SANTOS, D. C. et al. **A palma forrageira (*Opuntia ficcus-indica* Mill e *Nopalea cochenillifera* Salm Dyck) em Pernambuco:** Cultivo e utilização: Recife: IPA, 1997. 23p. (Documentos do IPA; n. 25).

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de; **Análise de Alimentos:** métodos químicos e biológicos. 3 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002, 235p.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. 1979. **Fundamentos da nutrição de ruminantes.** Piracicaba, SP, ed. Livrocere, 380p.

SIROHI, S.K.; KARIM, S.A.; MISRA, A.K. Nutrient intake and utilization in sheep fed with prickly pear cactus. **Journal Arid Environments**, 36, 161-166. 1997.

SOBRINHO, A. G. da S.; et al. **Nutrição de ovinos.** Jaboticabal, SP. Ed Afiliada, 1996.

SOSA, Y. M. Y. **Efeito de diferentes formas de fornecimento e dieta a base de palma forrageira sobre o comportamento ingestivo de vacas holandesas no terço médio de lactação.** Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2005.

SUCUPIRA, M.C.A. **Estudo comparativo de exames clinico-laboratoriais no diagnóstico de carência energética prolongada em garrotes.** Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) São Paulo. Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade de São Paulo, 2003. 173p.

TAMBARA, A. A.C.; et al. Avaliação *in vivo* da digestibilidade da casca do grão de soja moída com ovinos. **Ciência Rural**. v. 25, p. 283-287, 1995.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J.; Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 157-164, 2006

TOSTO, M. S. L.; ARAÚJO, G. G. L.; OLIVEIRA, R. L.; et al. Composição química e estimativa de energia da palma forrageira e do resíduo desidratado de vitivinícolas. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v. 8, p. 239-249, 2007.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análise estatística e genética - SAEG** (manual do usuário). versão 8.0. Viçosa, MG: 1998. 150p.

VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, SIMLEITE, 2001, Lavras. **Anais...** Lavras:Universidade Federal de Lavras, 2001, p. 228-243

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. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.

VIEIRA, E. L. **Adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) para caprinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. 53p.

WAAL, H.O. de; ZEEMAN, D.C.; COMBRINCK, W. J. Wet faeces produced by sheep fed arid spineless cactus pear cladodes in balanced diets. **South African Journal of Animal Science**. V. 36, p. 10-13, 2006.

WANDERLEY, W. L. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L)) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v 31, p. 273-281, 2002.

WEISS, W.P. **Energy prediction equations for ruminant feeds**. Cornell: Nutrition conference for feed manufactures, 1999.

**EFEITO DA SUBSTITUIÇÃO DE CASCA DE SOJA POR FENO DE TIFTON  
(*Cynodon dactylon*) SOBRE A FERMENTAÇÃO RUMINAL DE CAPRINOS  
ALIMENTADOS COM PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

**EFFECTS OF SUBSTITUTION OF SOY HULL BY TIFTON HAY  
(*Cynodon dactylon*) ON RUMINAL FERMENTATION OF GOATS FEEDING  
WITH SPINELESS CACTUS (*Opuntia ficus-indica*, Mill)**

**RESUMO**

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da substituição de casca de soja por feno de tifton (*Cynodon dactylon*) sobre a fermentação ruminal de caprinos alimentados com palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill). Foram utilizados cinco caprinos fistulados no rúmen, alojados em baias individuais. O delineamento experimental utilizado foi quadrado latino 5 x 5 (5 dietas e 5 períodos). A dieta experimental foi composta por palma forrageira, níveis de feno de tifton substituindo a casca de soja (0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25%), farelo de soja e sal mineral.. O aumento dos níveis de feno na dieta não proporcionou efeito significativo ( $P>0,05$ ) sobre a taxa de renovação da matéria seca (MS). No entanto, a taxa de desaparecimento da MS apresentou comportamento linear decrescente ( $P<0,05$ ) com adição de feno na ração. A proporção dos ácidos graxos voláteis (AGV) não sofreu influência pela adição de feno a ração. Os valores de pH ruminal e a concentração de N-amoniaco ( $N-NH_3$ ) apresentaram comportamento linear crescente com a inclusão de feno às rações. A inclusão de feno de capim tifton em substituição a casca de soja em dietas a base de palma forrageira não alterou a proporção dos ácidos graxos e proporcionou aumento nos valores de pH ruminal e na concentração de nitrogênio amoniacal.

## ABSTRACT

The objective of this work was to investigate the effects of replacement of soy bean hull by tifton hay (*Cynodon dactylon*) by tifton hay (*Cynodon dactylon*) on ruminal fermentation of goats feeding spineless cactus (*Opuntia ficus-indica*, Mill). Five goats ruminal cannulated were used, housed in individual cages. The experimental design was 5 x 5 Latin square (5 diet and 5 period). Diets consisted of spineless cactus, tifton hay (0; 6,25; 12,5; 18,75 and 25%), soy bean meal, soy bean hull and mineral salt. There were no significant difference ( $P>0.05$ ) for dry matter turnover rate amount the diets. However, increasing hay inclusion decreased ( $P<0.05$ ) dry matter disappearance rate. Proportions of volatile fatty acids (VFA) were not influenced by the increasing hay inclusion in the diets. The pH values and ammonia-N concentration increased ( $P<0.05$ ) with increasing hay inclusion in the diets. The replacement of soy bean hull by tifton hay (*Cynodon dactylon*) in spineless cactus did not affected the proportions of volatile fatty acids but increased ruminal pH and ammonia-N concentration.

## INTRODUÇÃO

Não se pode negar a importante contribuição dos carboidratos na nutrição dos ruminantes, uma vez que, no seu metabolismo, através da produção dos ácidos graxos voláteis (AGV), ocorre o suprimento de 70 a 80% dos requerimentos energéticos destes animais. Entretanto, as características nutritivas dos carboidratos dependem dos seus componentes solúveis e sua ligação com compostos polifenólicos, além de fatores físico-químicos. Deste modo influenciando diretamente na disponibilidade para o animal e digestão microbiana (Van Soest, 1994).

Os limites de fibra são definidos não apenas por concentrações mínimas e máximas, mas também por atributos físico-químicos e biológicos dos alimentos usados nas formulações de ração. As características físicas como densidade, capacidade de troca de cátions, poder tampão e hidratação de partículas estão relacionados ao tempo de colonização das partículas (“lag time”) e a taxa de digestão. Além disso, o acesso de microrganismos do rúmen à parede celular secundária também é determinante do aproveitamento de fibra por ruminantes (Nussio et al., 2000).

Neste contexto, a habilidade da fibra em manter a saúde do animal e manter a produção de gordura no leite é denominada fibra efetiva. A fibra fisicamente efetiva está associada às características físicas da fibra (granulometria) que estimula a atividade de mastigação, que por sua vez, estimula a secreção de saliva e os tamponantes presentes nela (bicarbonatos e fosfatos), neutralizando os ácidos produzidos pela fermentação da matéria orgânica (Allen, 1997; Lu et al. 2005).

Dietas com variáveis proporções de concentrado e volumoso, apesar de proporcionar grandes avanços na população microbiana e diferenças no consumo de alimentos, as proporções ruminais dos AGVs são bastante estáveis. Porém, a quantidade e o tamanho das partículas da fibra afetam profundamente as proporções e absorções dos AGVs, pois são amplamente dependentes do pH (Ishler et al., 1998).

A absorção do acetato, propionato e butirato, são similares em pH neutro, porém com a diminuição do pH a taxa de absorção aumenta de acordo com o aumento da massa molecular (butirato>propionato>acetato) (Kozloski, 2002). A taxa de absorção do propionato e butirato passa de 0,35 para 0,68/h e 0,28 para 0,85/h, respectivamente, quando o pH decresce de 7,2 para 4,5 (Allen, 1997). Desta forma, dietas têm sido balanceadas para manter pH ruminal adequado; uma vez que com o decréscimo do pH, o apetite, a motilidade ruminal, a produção microbiana e a digestão da fibra são

reduzidos. O pH baixo está diretamente relacionado com efeitos negativos na ingestão de energia e absorção de proteína, que são os primeiros fatores limitantes na produção (Allen, 1997).

A grande capacidade de tamponamento ruminal da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Mill), favorece o crescimento microbiano, proporcionando melhor padrão de fermentação, mesmo em dietas com baixas concentrações de fibra fisicamente efetiva. Tal fato pode ser atribuído ao seu menor percentual de amido (14,5%), quando comparada com fontes tradicionais de alimentos energéticos usados na suplementação animal, e elevados percentuais de pectina, justificando menor produção de ácido lático no ambiente ruminal (Van Soest, 1994 e Batista et al., 2002).

Sendo assim, além dos fatores citados anteriormente, a palma apresenta ainda elevados teores de carboidratos-não-fibroso (CNF), proporcionando redução na relação acetato: propionato, decorrente de aumento na concentração de propionato (Ben Salem et al., 1996 e Silva et al., 1997), além de alto coeficiente de digestibilidade da matéria seca (Santos et al., 1990).

Para melhor adequar o uso desta forrageira à dieta dos ruminantes, torna-se necessário recorrer à suplementação alimentar, através do uso de carboidratos provenientes do volumoso e de fonte de proteína. Uma vez que, esta apresenta baixos teores da fração lignina-celulose e de proteína, comparativamente com outras forrageiras (Batista et al., 2003; Santos, 2000).

Além da forragem, outras fontes de alimentos com quantidades relativamente altas de fibra potencialmente digestível e baixo conteúdo de lignina, podem contribuir na formulação de dietas para ruminantes (Armentano e Pereira, 1997). Entre estas alternativas alimentícias, destaca-se a casca de soja, pois este resíduo industrial apresenta elevador teor de FDN e a substituição pelo feno de coastcross na alimentação de borregas, até o nível de 37,5% na matéria seca, melhorou o consumo da matéria seca, ganho de peso vivo e digestibilidade da matéria seca e orgânica (Morais, 2003). Entretanto, a inclusão de fontes de fibras não-forragem (FFNF) em dietas para ruminantes, reduz os tempos de ingestão de matéria seca, de ruminação e de mastigação, decorrente da diminuição do tamanho de partícula da dieta (menor FDNfe), ocasionando diminuição do pH ruminal, aumento da taxa de passagem (variando de 0,077 a 0,096h<sup>-1</sup>) e conseqüentemente diminuindo a digestão da fibra (Allen, 1997; Armentano e Pereira, 1997; Firkins, 1997; Morais, 2003).

O tamanho reduzido de partícula e a alta gravidade específica destas fontes de fibra não forragem (FFNF) podem facilitar o escape ruminal e reduzir a digestibilidade e a atividade de mastigação. Portanto, em dietas contendo alto teor de FFNF, a quantidade e, principalmente, o tamanho de partícula da forragem devem ser adequadas para aumentar o tempo de retenção das partículas dos subprodutos no rúmen e estimular a ruminação e a secreção de saliva (Firkins, 1997; Grant, 1997).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da inclusão de feno de capim tifton em substituição a casca de soja sobre a fermentação ruminal de caprinos alimentados com palma forrageira.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco. Foram utilizados cinco caprinos, adultos, castrados, sem padrão racial definido, com peso vivo médio de 40 kg, os quais foram preparados cirurgicamente para o implante de cânulas ruminais permanentes. Antes de cada período foi realizado controle de ecto e endoparasitos. Os animais foram alojados em baias individuais medindo 2 x 1,10 m, providas de comedouro e bebedouro.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5 x 5 (5 dietas, 5 períodos). As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica*, Mill), feno de tifton (*Cynodon dactylon*), farelo e casca de soja (*Glycine max* (L.)), uréia pecuária e sal mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Composição químico – bromatológica dos alimentos.

Nutrientes (%)	Alimentos			
	Palma Forrageira	Feno de Tifton	Casca de Soja	Farelo de Soja
Matéria Seca	8,17	91,68	90,28	89,07
Matéria Orgânica	86,37	92,11	95,30	92,73
Proteína Bruta	5,04	7,37	15,27	51,43
Extrato Etéreo	2,41	1,87	1,96	2,07
Fibra em Detergente Neutro	29,08	73,67	72,38	15,23
Carboidratos não fibrosos	49,84	9,20	5,68	23,99
Carboidratos totais	78,92	82,87	78,07	39,23
Matéria Mineral	13,63	7,89	4,70	7,27
Cálcio	4,56	3,00	3,01	2,58
Fósforo	0,18	0,11	0,17	0,46
Relação cálcio:fósforo	25,28	27,27	17,71	5,61

Os tratamentos consistiram de níveis crescentes inclusão de feno de capim tifton em substituição a casca de soja, nas proporções de 0; 6,25; 12,5; 18,75 e 25% (Tabela 2).

Tabela 2. Composição percentual e química das dietas experimentais.

Alimentos (% na MS)	Níveis de feno de tifton (%)				
	0	6,25	12,5	18,75	25
Feno de Tifton	0	6,25	12,5	18,75	25
Casca de soja	25,0	18,75	12,5	6,25	0
Palma forrageira	60	60	60	60	60
Farelo de Soja	14	14	13,8	13,6	13,4
Uréia pecuária	0	0	0,2	0,4	0,6
Sal Mineral	1	1	1	1	1

Nutrientes	Composição Química				
Matéria Seca-MS (%)	12,83	12,78	12,84	12,84	12,83
Matéria Orgânica (%MS)	90,23	90,04	90,03	90,02	90,01
Energia Metabolizável (Mcal) <sup>1</sup>	2,56	2,53	2,45	2,50	2,40
Proteína Bruta (% na MS)	13,99	13,55	13,51	12,91	12,33
Fibra em Detergente Neutro-FDN (%MS)	37,67	37,73	37,80	37,85	37,88
FDN do Feno de Tifton (%MS)	0	4,60	9,20	13,80	18,40
FDN do Feno de Tifton (% FDN total)	0	12,19	24,37	36,49	48,63
Carboidratos não fibrosos (%MS)	34,68	34,90	35,08	35,25	35,42
Carboidratos totais (%MS)	72,36	72,66	72,88	73,10	73,33
Matéria Mineral (%)	11,37	11,57	11,76	11,94	12,13
Cálcio (%MS)	4,03	4,03	4,03	4,02	4,01
Fósforo (%MS)	0,26	0,25	0,25	0,25	0,24
Relação Cálcio:Fósforo (%MS)	15,58	15,79	16,04	16,31	16,58

<sup>1</sup>Valores estimados a partir do consumo de NDT descritos no primeiro capítulo.

Cada período experimental teve duração de 18 dias, sendo 7 dias de adaptação e 11 dias para coleta de amostra e dados. As dietas foram oferecidas duas vezes ao dia (8 e 15 horas), em forma de ração completa, sendo ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 20%. Para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), foram utilizadas metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002), e a determinação da fibra em detergente neutro (FDN), foi utilizada a técnica de “fiber bags” (Ankom®) utilizando a metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). Para quantificação dos carboidratos totais (CHO), foi empregada a equação:  $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$  e os teores de carboidratos não fibrosos  $CNF = 100\% - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%MM)$ , (Hall, 1999). O consumo voluntário de matéria seca e dos diferentes nutrientes foi calculado mediante a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas. As amostras



de conteúdo ruminal ( $\pm 300$  mL) foram tomadas manualmente diretamente de quatro pontos distintos, na região ventral do rúmen, posteriormente à homogeneização do conteúdo ruminal. A primeira amostra foi retirada antes da oferta de alimento (8 horas) e as amostras subsequentes obedeceram aos seguintes horários: 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, e 11 horas após alimentação. A digesta foi filtrada em quatro camadas de tecido de algodão, em seguida a parte sólida foi devolvida ao rúmen, e imediatamente o líquido foi homogeneizado e o pH mensurado através de leitura direta com potenciômetro digital (Handylab 1 – SCHOTT).

Após a mensuração do pH, uma alíquota de 20 mL foi acondicionada em frasco de vidro contendo 1 mL de ácido clorídrico (6 N) e armazenado a  $-20^{\circ}$  C, para determinação dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico) e do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). Para quantificação dos ácidos graxos voláteis (AGV), as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e centrifugadas a  $3.000 \times g$  a  $4^{\circ}$  C durante 60 min. A leitura das amostras foram realizadas em cromatógrafo a gás tipo CG - MASTER fazendo uso da coluna para cromatografia capilar, de referência Carbowax 20 M segundo metodologia modificada de Palmquist e Conrad (1971). Para determinação de N-NH<sub>3</sub>, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3000 rpm por 15 minutos, conforme técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Ainda foi calculado o balanço da fermentação, através dos modelos propostos por Owens e Goetsch, 1988 citados por Church (1993):

$$\text{Coeficiente não glicogênico} = (A+2B)/P$$

$$\text{Glicose usada} = 0,5A + 0,5P + B;$$

$$\text{ATP total} = 2,5A + 2,75P + 3,5B;$$

$$\text{Energia recuperada como AGV (Mcal)} = 0,2094A + 0,3672P + 0,5243B;$$

$$\text{Energia recuperada como AGV (\%)} = 100 * (0,2094A + 0,3672P + 0,5243B) / 0,673G;$$

$$\text{Energia perdida como Metano (Mcal)} = 0,2108 * (0,5A + 0,5B - 0,25P);$$

$$\text{Energia perdida como Metano (\%)} = 100 * [0,2108 * (0,5A + 0,5B - 0,25P)] / 0,673G;$$

$$\text{Energia perdida como calor (Mcal)} = 0,0042A + 0,0028P + 0,0188B;$$

$$\text{Energia perdida como calor (\%)} = 100 * (0,0042A + 0,0028P + 0,0188B) / 0,673G;$$

$$\text{Energia não recuperada como AGV e Metano (Mcal)} = 0,0217A + 0,022P + 0,0433B;$$

$$\text{Energia não recuperada como AGV e Metano (\%)} = 100 * (0,0217A + 0,022P + 0,0433B) / 0,673G$$

$$\text{Rendimento microbiano} = 25A + 27,5P + 35B,$$

onde A = acetato, P = propionato e B = butirato.

Para o cálculo do conteúdo ruminal total e da densidade do líquido ruminal foi utilizada a técnica do esvaziamento total do rúmen antes e quatro horas após alimentação, no mesmo dia. Era pesado todo conteúdo ruminal e com auxílio de uma proveta (de um litro) obteve-se a densidade do rúmen. Dessa forma obteve-se o volume ruminal (Volume = massa/densidade). Retirou-se uma amostra para determinação dos teores de matéria seca, fibra em detergente neutro e proteína bruta (Van Soest et al., 1991; Silva e Queiroz, 2002)

As taxas de renovação alimentar da MS (h) e da FDN (h) foram calculadas a partir da relação entre o conteúdo ruminal (Q, kg de MS) e consumo de alimento (F, kg de MS/h), o qual pode ser usado para calcular a taxa de renovação aparente (T, h) obtido pelo peso de MS do conteúdo ruminal dividido pelo consumo de alimento:  $T(h) = Q/F$ . As taxas de desaparecimento da MS (%/h) e da FDN (%/h) foram obtidas dividindo um pela taxa de renovação  $(1/T(h))$  (Cannas et al., 2003).

Para determinação do fracionamento do nitrogênio no fluido ruminal, foi filtrado em quatro camadas de tecido de algodão 500 mL de amostra, quatro horas após a alimentação. O fluido foi inicialmente centrifugado a 379 g por cinco minutos, em seguida adicionado saliva artificial (solução de McDougall) ao precipitado até atingir o volume de 6 mL (precipitado mais solução) e em seguida destilado pelo método de micro Kjeldahl, para quantificar o nitrogênio inerente aos protozoários. Ao sobrenadante foi adicionado novamente a solução de McDougall, até o volume de 6 mL, e mais uma vez centrifugado a 16000 g por cinco minutos, seqüencialmente completou-se até o volume de 6 mL da mesma solução, ao precipitado e ao sobrenadante, para quantificar o nitrogênio (destilação pelo método de micro Kjeldahl) das bactérias e o líquido livre de célula, respectivamente, segundo metodologia descrita por Min et al. (2002).

Para estimar a formação do consórcio digestivo microbiano (biofilme) foi filtrado em quatro camadas de tecido de algodão 500 mL do fluido ruminal, quatro horas após alimentação. O filtrado foi inicialmente centrifugado a 16000 g por trinta minutos, depois 3 mL do sobrenadante foi transferido para outro tubo previamente pesado com 3 mL de Etanol e armazenado por 24 horas em uma temperatura de 5°C. Depois esse material foi novamente centrifugado a 16000 g por quinze minutos e o precipitado foi então colocado em estufa de circulação forçada a 55°C e posteriormente pesado. O biofilme foi determinado pela diferença do peso do tubos antes e após centrifugação, segundo metodologia descrita por Min et al. (2002).

Para determinação do aumento proporcional da distensão ruminal mensurou-se a circunferência abdominal antes da oferta de alimento (8 horas da manhã) e as mensurações subseqüentes obedeceram aos seguintes horários: 30, 60, 90, 120, 180 e 240 minutos após alimentação.

As medidas dos padrões comportamentais foram realizadas através do método pontual, de varredura instantânea (“Scan sampling”), proposta por Martin e Bateson (1988), a intervalos de cinco minutos em 24 horas (Johnson e Combs, 1991). Foram determinados nos intervalos de observação sob seguintes comportamentos: tempo de ingestão de alimentos, tempo de ruminação e tempo em ócio. Foram calculadas: a eficiência de alimentação ( $EAL_{MS}$ , kg MS/h), dividindo-se o consumo de MS pelo tempo de alimentação (CMS/TAL); a eficiência de ruminação em função do consumo de MS ( $ERU_{MS}$ , kg MS/h), obtida pela relação entre o consumo de MS e o tempo de ruminação (CMS/TRU) e; a eficiência de ruminação em função do consumo de FDN ( $ERU_{FDN}$ , kgFDN/h), relacionando-se o consumo de FDN e o tempo de ruminação (CFDN/TRU) segundo Bürguer et al. (2000).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análise Estatística e Genética – SAEG 9.1 (UFV, 1998). Os critérios utilizados para escolha do modelo foram a significância dos coeficientes de regressão observados, a 5% de probabilidade; o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), obtidos pela relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos, bem como o fenômeno biológico.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias, os coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER) do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira estão apresentados na Tabela 3.

A inclusão do feno de tifton nas rações influenciou de forma positiva ( $P<0,10$ ) o consumo de matéria seca e matéria orgânica. Tal fato pode ser explicado devido a diminuição na densidade energética das rações experimentais com a inclusão de feno,

proporcionando maior procura por alimentos, na tentativa de atendimento dos requerimentos energéticos.

Não houve diferença significativa ( $P>0,10$ ) para o consumo da fibra em detergente neutro, expressos em gramas por dia (g/dia), percentual do peso vivo (%/PV) e gramas por quilo de peso metabólico (g/KgPV<sup>0,75</sup>). Vale destacar que as rações experimentais apresentaram os percentuais desse nutriente semelhante (Tabela 1).

Tabela 3. Médias, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e equações de regressão (ER) dos consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos totais (CCT) e carboidratos não fibrosos (CCNF) por caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

Variáveis	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	R <sup>2</sup>	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
<i>CMS</i>								
g/dia	1087,14	1195,56	1083,08	1252,93	1236,77	10,04	0,42	1
%PV	2,76	3,24	3,07	3,26	3,35	14,45	0,62	2
g/kgPV <sup>0,75</sup>	38,99	44,88	41,95	45,55	46,34	13,13	0,64	3
<i>CMO</i>								
g/dia	989,03	1092,11	988,98	1141,18	1124,32	9,62	0,47	4
% da MS	91,19	91,29	91,70	91,26	91,04	0,85	-	$\hat{Y}=91,3$
<i>CPB</i>								
g/dia	163,38	177,61	158,69	171,74	158,64	5,82	-	$\hat{Y}=166,0$
% da MS	15,22	14,84	14,81	13,75	12,99	6,42	0,90	5
<i>CFDN</i>								
g/dia	388,89	436,08	357,16	420,59	434,98	13,50	-	$\hat{Y}=407,5$
% da MS	35,45	36,50	32,73	33,34	35,08	5,87	-	$\hat{Y}=34,6$
%PV	0,98	1,19	1,01	1,09	1,17	16,37	-	$\hat{Y}=1,09$
g/kgPV <sup>0,75</sup>	13,87	16,42	13,87	15,25	16,20	15,42	-	$\hat{Y}=15,1$
<i>CCT</i>								
g/dia	775,06	859,31	775,21	904,78	904,85	10,88	0,54	6
% da MS	71,28	71,78	71,70	72,29	73,15	1,14	0,88	7
<i>CCNF</i>								
g/dia	386,17	423,23	418,05	484,19	469,87	10,47	0,81	8
% da MS	35,83	35,29	38,97	38,96	38,07	4,37	0,54	9

<sup>1</sup> $\hat{Y} = 1099,8 + 5,7062X$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 2,9058 + 0,0185X$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 40,469 + 0,2458X$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 1003,2 + 5,1143X$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 15,434 - 0,0888X$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y} = 782,83 + 4,8806X$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y} = 71,192 + 0,0679X$ ; <sup>8</sup> $\hat{Y} = 390,63 + 3,6539X$  e <sup>9</sup> $\hat{Y} = 35,797 + 0,01301X$

A análise de regressão permitiu observar comportamento linear positivo ( $P<0,10$ ) para consumo de carboidratos totais e carboidratos não fibrosos, indicando que para cada unidade percentual de feno adicionado à ração ocorreu aumento de 4,88 g/dia; 0,07% e 3,65 g/dia; 0,013% no consumo desses nutrientes, respectivamente. Estes resultados ocorreram pelo fato dos animais apresentarem maior consumo de matéria

seca com adição de feno de tifton às rações. Além de que o feno apresentou maiores teores desses nutrientes, quando comparado com a casca de soja (Tabela 1).

Na Tabela 4 estão apresentadas os valores médios, os coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e equações de regressão (ER), dos parâmetros ruminais de caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

O volume do rúmen apresentou comportamento linear crescente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão de feno à ração somente antes da alimentação. O aumento da fibra fisicamente efetiva (forragem) aumenta o tempo de mastigação e conseqüentemente elevar o fluxo de saliva (Allen, 1997), que justifica o aumento de 0,02 litros para cada percentual de feno adicionado neste estudo.

A densidade antes da alimentação apresentou comportamento quadrático com a inclusão de feno à dieta, expressando ponto máximo de 942,27 g/litros. Resultado inferior aos 988 litros encontrados por Vieira (2006), trabalhando com níveis crescentes de feno na dieta para caprinos a base de palma. Segundo Van Soest (1994) a densidade é inversamente proporcional ao tamanho de partícula do alimento. Deste modo, o menor tamanho de partícula e a maior gravidade específica inerentes da casca de soja, contribuíram para esse comportamento.

A quantidade de matéria seca no rúmen antes da alimentação apresentou efeito significativo ( $P < 0,05$ ). A provável redução na taxa de degradação provocada pelo aumento de feno na ração contribuiu para esse resultado (Tabela 4). A grande inclusão de palma na ração contribuiu para reduzir o efeito da adição do feno sobre a quantidade de matéria seca no rúmen quatro horas após alimentação. No entanto, o consumo da fibra em detergente neutro não foi alterado com a inclusão do feno (Tabela 3), e mesmo assim, a quantidade dessa fibra aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ). Para cada percentual de feno adicionado, ocorreu aumento de 3,66 e 3,92 gramas da fibra, antes e quatro horas após a alimentação, respectivamente. Considerando que a diminuição na taxa de passagem da fibra aumenta a quantidade desse nutriente no rúmen, e esta é dependente da sua taxa de digestão (Huhtanen et al., 1995), já era esperado que a inclusão do feno provocasse aumento da fibra no rúmen, decorrente da diminuição na digestibilidade. A quantidade de proteína bruta no rúmen não apresentou diferença significativa ( $P > 0,05$ ).

Tabela 4. Valores médios, coeficientes de variação (CV), coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) e equações de regressão (ER), dos parâmetros ruminais de caprinos recebendo níveis crescentes de feno de tifton em rações a base de palma forrageira.

Variáveis	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	R <sup>2</sup>	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
<i>Peso fresco (g)</i>								
Antes da alimentação	3780,60	3684,12	3688,40	3907,80	4172,90	9,00	-	$\hat{Y}=3846,8$
4 horas após alimentação	5290,20	5480,47	5542,40	5428,20	6073,98	10,47	-	$\hat{Y}=5563,1$
<i>Volume (L)</i>								
Antes da alimentação	3,851	3,938	3,910	4,130	4,393	9,54	0,83	1
4 horas após alimentação	5,942	5,989	5,913	5,836	6,417	9,28	-	$\hat{Y}=6,02$
<i>Densidade (g/L)</i>								
Antes da alimentação	983,80	938,53	951,40	950,60	954,25	2,07	0,64	2
4 horas após alimentação	886,80	915,57	940,40	931,40	945,88	4,89	-	$\hat{Y}=924,0$
<i>MS<sup>A</sup> (g)</i>								
Antes da alimentação	330,32	322,57	354,41	376,94	402,24	10,25	0,90	3
4 horas após alimentação	590,36	598,63	535,21	599,55	640,06	15,93	-	$\hat{Y}=592,8$
<i>FDN<sup>B</sup> (g)</i>								
Antes da alimentação	151,99	162,08	199,38	219,83	237,53	8,18	0,97	4
4 horas após alimentação	252,59	282,66	265,41	307,99	362,50	14,67	0,80	5
<i>PB<sup>C</sup> (g)</i>								
Antes da alimentação	61,76	58,32	54,06	54,74	61,54	16,94	-	$\hat{Y}=58,08$
4 horas após alimentação	110,28	118,79	92,54	105,32	107,05	15,96	-	$\hat{Y}=106,8$
<i>Taxa de Renovação</i>								
MS <sup>A</sup> (h)	7,36	6,69	8,38	7,55	7,95	15,87	-	$\hat{Y}=7,59$
FDN <sup>B</sup> (h)	9,64	9,2	14,61	13,33	13,25	18,62	0,55	6
PB <sup>C</sup> (h)	9,08	8,26	8,40	8,07	9,44	19,48	-	$\hat{Y}=8,65$
<i>Taxa de Desaparecimento</i>								
MS <sup>A</sup> (%/h)	14,55	16,88	14,07	14,40	13,50	9,9	0,31	7
FDN <sup>B</sup> (%/h)	12,00	12,88	8,20	8,26	7,40	21	0,76	8
PB <sup>C</sup> (%/h)	12,12	14,11	13,29	13,85	11,66	1,75	-	$\hat{Y}=13,00$
<i>Biofilme (mg/L)</i>	3,53	2,78	2,58	3,07	2,57	28,32	-	$\hat{Y}=2,91$
<i>Bactéria (%)</i>	13,00	13,26	16,92	16,78	17,34	33,11	-	$\hat{Y}=15,46$
<i>Protozoário (%)</i>	74,07	72,78	65,88	66,60	67,42	12,16	-	$\hat{Y}=69,35$
<i>Líquido livre de célula (%)</i>	12,92	13,95	17,20	16,62	15,24	29,54	-	$\hat{Y}=15,19$

<sup>A</sup>Matéria seca; <sup>B</sup>Fibra em detergente neutro; <sup>C</sup>Proteína bruta; <sup>1</sup> $\hat{Y} = 3,7892 + 0,0204X$ ; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 977,15 - 4,6002X + 0,1539X^2$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 317,65 + 3,1713X$ ; <sup>4</sup> $\hat{Y} = 148,4 + 3,6612X$ ; <sup>5</sup> $\hat{Y} = 245,2 + 3,9225X$ ; <sup>6</sup> $\hat{Y} = 9,7408 + 0,1814X$ ; <sup>7</sup> $\hat{Y} = 15,598 - 0,0733X$ ; <sup>8</sup> $\hat{Y} = 12,515 - 0,02213X$

A taxa de renovação da matéria seca não sofreu efeito significativo ( $P>0,05$ ) da inclusão de feno na dieta. No entanto a taxa de desaparecimento apresentou comportamento linear decrescente ( $P<0,05$ ) com adição de feno que pela equação estima-se que houve redução de 0,07%/hora para cada 1% de feno incluído.

Para cada unidade adicionada de feno ocorreu um aumento de 0,18%/hora e uma redução de 0,22%/hora nas taxas de renovação e desaparecimento da fibra em detergente neutro, respectivamente. Essas taxas são influenciadas pelo nível de ingestão, taxa de digestão e taxa de passagem, esta última é um reflexo do tamanho da partícula e do seu percentual digestível (Huhtanen et al., 1995). A densidade e tamanho de partícula respondem por 2/3 da variação no tempo médio de retenção das partículas e desta forma influenciando na taxa de fermentação do nutriente (Allen, 1997).

A inclusão do feno ocasionou redução na gravidade específica e na taxa de digestão das rações, conseqüentemente diminuição nas taxas de passagem da matéria seca e da fibra em detergente neutro.

Apesar dos fatores que afetam as proporções relativas dos microrganismos, por exemplo, quantidade e qualidade da proteína e carboidratos, diferirem entre as rações experimentais, os valores de biofilme, bactéria, protozoário e líquido livre de célula não apresentaram diferenças significativas ( $P>0,05$ ).

A Figura 1 ilustra a distensão ruminal dos caprinos, em função dos tempos de mensuração.

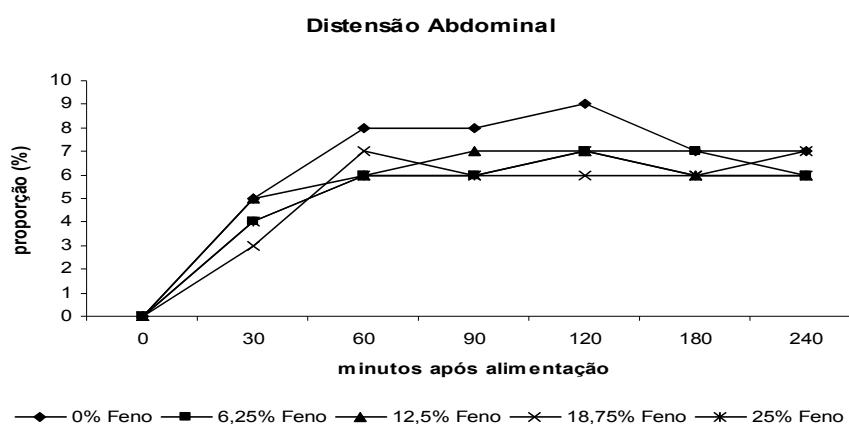


Figura 1. Distensão ruminal dos caprinos, em função dos tempos de mensuração, para as rações com níveis crescentes de fibra oriunda da forragem.

A substituição da casca de soja por feno de tifton às rações e o tempo após alimentação influenciaram significativamente ( $P<0,05$ ) a distensão abdominal. Todas as

rações experimentais proporcionaram aumento crescente na distensão abdominal, até sessenta minutos após alimentação.

Quanto menor era o percentual de feno às rações experimentais, mais intensa foi a distensão abdominal, resultado do provável aumento na produção dos gases e espuma, além de redução na eliminação desses produtos, o que pode ter contribuído para este comportamento.

De acordo com Gebremariam et al. (2006) e Tegegne et al (2006) os elevados teores de palma provocam elevadas taxas de fermentação e produção de gases. Segundo estes mesmos autores, ovinos alimentados com palma forrageira tiveram aumento de 4,96 e 4,0 cm na circunferência abdominal trinta minutos após alimentação, respectivamente. Van Soest (1994) relatou que abundância de pectina produz muito gás, devido à elevada produção de espuma logo após alimentação e estes não são removidos pela eructação. No entanto, o aumento de fibra fisicamente efetiva (volumoso) estimula a estratificação ruminal, elevando o tempo de ruminação, conseqüentemente aumentando o fluxo de saliva para o rúmen, e desta forma elevando o número de agentes neutralizantes dos ácidos produzidos durante a fermentação e facilitando o escape dos gases (Allen, 1997; Lu et al., 2005; Yang e Beauchemin, 2005).

Os coeficientes de variação (CV), as equações de regressão e os coeficientes de determinação ( $R^2$ ) dos valores médios do comportamento ingestivo, das proporções molares dos ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), valores de pH ruminal e o balanço da fermentação encontram-se na Tabela 5.

A inclusão de cada unidade percentual de feno proporcionou aumento de 9,55 minutos no tempo de ruminação ( $P < 0,05$ ). De acordo com Van Soest (1994) o tempo de ruminação é influenciado pelo conteúdo nutricional da dieta, principalmente pelo teor e tipo da fibra presente na dieta. Tavares (2005) demonstrou que o tempo de ruminação aumentou linearmente com adição de feno na dieta de caprinos.

A diminuição de 10,34 minutos no tempo de ócio para cada 1% de feno adicionado na ração, isto é reflexo do maior estímulo à ruminação com a inclusão de feno, ou seja, à medida que aumentou o feno os animais passaram mais tempo ruminando em detrimento do ócio.



Tabela 5. Coeficientes de variação (CV), as equações de regressão e os coeficientes de determinação (R<sup>2</sup>) dos valores médios das proporções molares dos ácidos graxos voláteis-AGV (acetato-Ac, propionato-Prop e butirato-But), concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), valores de pH ruminal e o balanço da fermentação.

Variáveis	Níveis de feno de tifton (%)					CV (%)	R <sup>2</sup>	ER
	0	6,25	12,5	18,75	25			
TTR <sup>A</sup> (min)	145,0	213,7	283,0	325,0	387,9	17,48	0,99	1
TTA <sup>B</sup> (min)	222,0	221,1	226,0	229,0	242,5	13,89	-	Ŷ=228,1
TTO <sup>C</sup> (min)	1073,0	1005,2	931,0	886,0	809,6	5,25	0,89	2
EA <sup>D</sup> (gMS/min)	5,41	5,60	4,97	5,74	5,55	14,7	-	Ŷ=5,45
EA <sup>D</sup> (gFDN/min)	1,96	2,04	1,62	1,89	1,97	17,54	-	Ŷ=1,90
ER <sup>E</sup> (gMS/min)	9,88	6,44	4,45	3,95	2,95	45,98	0,89	3
ER <sup>E</sup> (gFDN/min)	3,65	2,32	1,50	1,32	1,01	53,49	0,87	4
<i>Concentrações de AGV</i>								
Total(μmol/mL)	23,65	22,15	21,97	21,30	21,06	6,05	0,88	5
Acetato(μmol/mL)	15,40	15,12	15,06	14,76	14,72	4,76	-	Ŷ=15,01
Propionato(μmol/mL)	6,18	5,15	5,03	4,86	4,82	15,21	0,72	6
Butirato(μmol/mL)	2,07	1,87	1,88	1,69	1,52	11,91	0,94	7
<i>Proporções dos AGV</i>								
Acetato	64,66	68,58	68,35	69,27	69,27	4,12	-	Ŷ=68,03
Propionato	26,34	22,83	22,91	22,59	23,40	12,29	-	Ŷ=23,61
Butirato	8,99	8,59	8,73	8,14	7,32	10,66	-	Ŷ= 8,35
Relação Ac:Prop	2,64	3,24	3,26	3,27	3,25	16,75	-	Ŷ=3,13
pH ruminal	5,94	6,11	6,21	6,31	6,39	2,37	0,98	8
N-NH <sub>3</sub> (mg/dL)	7,40	7,03	7,73	10,66	10,61	18,32	0,78	9
Coeficiente não glicogênico	3,36	4,03	4,07	4,02	3,91	16,51	-	Ŷ= 3,88
Glicose usada (mol)	54,50	54,30	54,37	54,07	53,66	0,83	-	Ŷ=54,18
<i>Produção de Gás</i>								
CH <sub>4</sub> (mol)	82,65	85,76	85,83	85,54	83,92	3,91	-	Ŷ=84,74
CH <sub>4</sub> (mol)	30,24	32,88	32,82	33,05	32,45	6,85	-	Ŷ= 32,3
CO <sub>2</sub> (mol)	52,41	52,89	53,01	52,49	51,47	2,53	-	Ŷ=52,45
<i>Produção de ATP</i>								
ATP	265,6	264,3	264,5	263,8	263,2	0,37	0,96	10
<i>Energia</i>								
ER <sup>F</sup> como AGV (Mcal)	27,93	27,25	27,31	27,07	26,94	1,69	-	Ŷ= 27,3
ER <sup>F</sup> como AGV (%)	76,14	74,55	74,61	74,38	74,58	1,64	-	Ŷ=74,85
EP <sup>G</sup> como CH <sub>4</sub> (Mcal)	6,37	6,93	6,91	6,97	6,84	6,85	-	Ŷ= 6,80
EP <sup>G</sup> como CH <sub>4</sub> (%)	17,39	18,98	18,92	19,16	18,95	6,64	-	Ŷ=18,68
EP <sup>G</sup> como calor (Mcal)	0,514	0,514	0,516	0,507	0,494	2,94	-	Ŷ= 0,51
EP <sup>G</sup> como calor (%)	1,40	1,40	1,41	1,39	1,37	2,12	-	Ŷ=1,39
ENR <sup>H</sup> AGV+CH <sub>4</sub> (Mcal)	2,37	2,36	2,37	2,35	2,33	0,82	-	Ŷ= 2,36
ENR <sup>H</sup> AGV+CH <sub>4</sub> (%)	6,47	6,47	6,47	6,47	6,47	6,47	-	Ŷ=6,47
<i>Rendimento</i>								
ATP / mol de Glicose	4,87	4,87	4,87	4,88	4,90	0,63	-	Ŷ=4,88
Microbiano(g célula/dia)	2655,8	2643,0	2644,7	2637,9	2631,7	0,37	0,96	11

<sup>A</sup>Tempo Total de Ruminação; <sup>B</sup>Tempo Total de Alimentação; <sup>C</sup>Tempo Total de Ócio; <sup>D</sup>Eficiência de Alimentação; <sup>E</sup>Eficiência de Ruminação; <sup>F</sup>Energia recuperada; <sup>G</sup>Energia perdida e <sup>H</sup>Energia não recuperada.

<sup>1</sup>Ŷ=151,48 + 9,5547X; <sup>2</sup>Ŷ=1070,2 - 10,335X; <sup>3</sup>Ŷ=8,8096 - 0,2618X; <sup>4</sup>Ŷ=3,2117 - 0,1X; <sup>5</sup>Ŷ= 23,23 - 0,0963X; <sup>6</sup>Ŷ=5,8082 - 0,048X; <sup>7</sup>Ŷ=2,0661 - 0,0207X; <sup>8</sup>Ŷ= 5,9765 + 0,0174X; <sup>9</sup>Ŷ= 6,6847 + 0,1606X; <sup>10</sup>Ŷ= 265,36 - 0,086X; <sup>11</sup>Ŷ= 2653,6 - 0,8596X

Como as rações experimentais apresentaram elevados níveis energéticos, conferido pelos altos teores de palma, já era esperado que o tempo gasto para alimentação não apresentasse diferença significativa (P>0,05). Diferenças nas

densidades energéticas das rações, resultariam em diferentes tempos de alimentação, proporcionando maior gasto de tempo para seleção do alimento, numa tentativa de atender seus requerimentos energéticos.

Segundo Pires et al. (2004) o aumento na densidade energética da ração proporciona aumento na eficiência de ruminação. Desta forma, já era esperado que o comportamento quanto à eficiência de ruminação expresso em matéria seca e fibra em detergente neutro apresentassem comportamento linear negativo com a inclusão de feno, uma vez que a adição do feno reduz a disponibilidade de energia. Para cada 1% de feno adicionado na ração ocorreu decréscimo de 0,26 e 0,10 g/minuto para eficiência da matéria de seca e da fibra em detergente neutro, respectivamente.

A concentração do ácido acético não sofreu influência significativa ( $P>0,05$ ) com adição de feno de capim tifton às dietas experimentais. Esse resultado é coerente, uma vez que as rações apresentaram os teores da fibra em detergente neutro semelhantes.

A inclusão de feno de capim tifton às rações experimentais provocou comportamento linear decrescente ( $P<0,05$ ) nas concentrações dos ácidos graxos voláteis totais, propionato e butirato. Tal comportamento foi reflexo do maior potencial de digestão das dietas com mais casca de soja, ou seja, à medida que o feno foi adicionado às dietas ocorreu redução na digestibilidade (Tabela 3, valores descritos no primeiro capítulo). O aumento linear crescente no volume do rúmen com o aumento de feno às rações experimentais (Tabela 4) também contribuiu para diminuir estas concentrações.

O comportamento linear decrescente ( $P<0,05$ ) do propionato refletiu no menor ( $P<0,10$ ) consumo de matéria seca (Tabela 3) registrado pelos animais quando alimentados com maior nível de casca. Segundo Allen (2000) a infusão de ácido propiônico no rúmen-retículo de vacas reduziu a ingestão de matéria seca. Segundo este mesmo autor um dos principais efeitos do propionato afetar o consumo, é seu efeito na osmolalidade no fluido ruminal.

A concentração dos ácidos de cadeia curta encontrados neste trabalho justifica o comportamento na concentração do butirato. De acordo com Valadares Filho e Pina (2006) a formação deste ácido tem por objetivo oxidar co-fatores reduzidos para dar continuidade nos processos de fermentação. Na formação da maioria dos ácidos graxos voláteis no rúmen ocorre grande consumo de co-fatores oxidados e o déficit destes limita sua formação dos ácidos de cadeia curta (Kozloski, 2002).

Apesar da quantidade e do tamanho das partículas da fibra afetar profundamente as proporções e absorções (dependentes do pH) dos ácidos graxos de cadeia curta (Ishler et al., 1998) não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) nas proporções dos AGVs (Tabela 5). Os altos teores de palma nas rações proporcionaram elevados níveis de pectina, e este é um carboidrato que, ao se comparar às fontes tradicionais de amido, proporciona melhor padrão de fermentação ruminal (resultando na produção de ácido galacturônico no lugar do ácido lático) mantendo o pH ruminal numa faixa satisfatória para o crescimento microbiano (Van Soest, 1994).

Concentração similar de propionato em dietas com concentrado e dietas com palma, foi encontrado por Misra et al. (2006), indicando que esta forrageira é rica em carboidratos prontamente disponíveis. Ben Salem et al. (1996) e Silva et al. (1997), trabalhando com palma em substituição à palhada de trigo e ao capim elefante, respectivamente, observaram maior concentração de propionato no rúmen, conseqüentemente menor relação de acetato:propionato e aumento de butirato, com o aumento da inclusão da palma na ração. Apesar das alterações na granulometria da fibra afetarem as proporções dos ácidos graxos voláteis (Grant et al., 1990), rações com elevados percentuais de palma não levam a tais alterações, mesmo em situações com baixas concentrações de fibra fisicamente efetiva.

O aumento nos percentuais de feno proporcionou efeito linear crescente ( $P<0,05$ ) nos valores de pH ruminal. A concentração da fibra fisicamente efetiva está relacionada com aumento no tempo total de mastigação, que por sua vez está diretamente correlacionado com o fluxo de saliva (fosfatos e bicarbonatos) para dentro do rúmen (Allen, 1997). Os valores médios de pH ruminal para todas as rações estiveram na faixa aceitável para máximo crescimento microbiano, que segundo Silva e Leão (1979) e Cecava et al. (1990) está entre 5.5 – 7.0. Porém, encontra-se fora da faixa ideal de pH para digestão da fibra que de acordo com os mesmos autores seria entre 6.7 – 7.1. O elevado pH ruminal em dietas a base de palma pode ser explicado pela estimulação da salivação resultado do alto nível de matéria mineral (150 – 250g/Kg matéria seca) e abundância de mucilagem, além do seu alto poder tampão (Misra et al., 2006).

Foi encontrada diferença significativa ( $P<0,05$ ) na concentração do nitrogênio amoniacal ( $N-NH_3$ ) entre os valores médios de cada tratamento. A análise de regressão mostrou efeito linear positivo na concentração do  $N-NH_3$  com a inclusão de feno às rações. Para cada percentual de feno adicionado ocorreu aumento de 0,16 mg/dL na

concentração do  $N-NH_3$ . As quantidades de amônia no rúmen são produzidas pela degradação microbiana da proteína da dieta, hidrólise do nitrogênio não protéico proveniente da dieta, por via endógena e degradação de células microbianas. A amônia produzida pode então ser absorvida pelo epitélio ruminal por difusão passiva ou ser utilizada como fonte de nitrogênio para síntese de proteína microbiana. Contudo, existe um limite máximo para essa síntese (23 g de proteína / 100 g de matéria orgânica fermentável), atribuído, provavelmente, pela saturação do sistema enzimático bacteriano (Resende et al., 1996), originando a partir deste ponto, perda de compostos nitrogenados na forma de amônia. Os níveis crescentes de feno às dietas levaram a redução da taxa de passagem e provavelmente aumento da degradabilidade da proteína, que junto com adição da uréia, proporcionaram aumento na concentração do  $N-NH_3$ , que parcialmente pode ser explicado pela saturação enzimática por parte das bactérias em utilizar esse nitrogênio.

Não houve diferença significativa ( $P>0,05$ ) nas quantidades de energia recuperada como AGV, perdida como metano, perdida na forma de calor e a não recuperada como AGV mais metano. Como as proporções dos AGVs são determinantes da utilização de energia pelos ruminantes (a maior formação de propionato resulta em menor formação de metano) (Church, 1993 e Van Soest, 1994), e como estes ácidos não sofreram influência dos tratamentos, já era esperado que o balanço energético não sofresse influência das rações experimentais.

Por outro lado, o rendimento microbiano decresceu linearmente com o aumento de feno na dieta ( $P<0,05$ ), decorrente de menor produção de ATP ( $P<0,05$ ). De acordo com Russel et al. (1992) para cada 1% de decréscimo no teor da fibra oriunda da forragem, ocorre redução de 2,5% na produção de proteína microbiana.

A Figura 2 ilustra o comportamento da concentração total dos ácidos graxos voláteis, além das concentrações individuais de acetato, propionato e butirato no fluido ruminal.

A adição de feno às rações experimentais reduziram as concentrações dos ácidos graxos voláteis total, acetato, propionato e butirato ( $P<0,05$ ). Os tempos após alimentação também influenciaram significativamente ( $P<0,05$ ) nas concentrações destes ácidos. As maiores concentrações dos ácidos graxos voláteis são obtidos em dois momentos distintos, o primeiro ocorreu três horas e o segundo ocorreu entre oito e nove horas após a alimentação. O último pico de concentração coincide com aproximadamente três horas após a segunda alimentação. Esses resultados foram

coerentes com as afirmativas de Van Soest (1994) de que alimentos com altos teores de carboidratos não fibrosos apresentam o pico de ácidos graxos voláteis entre duas a três horas após alimentação.

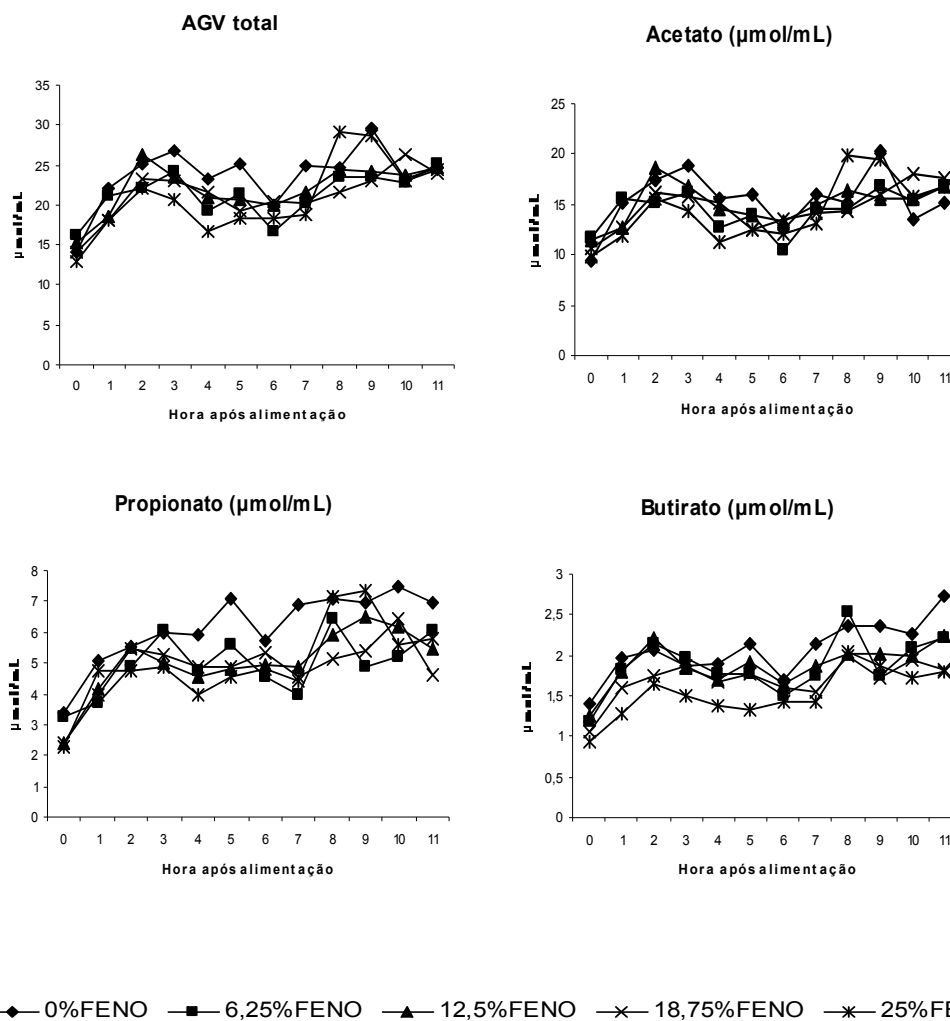


Figura 2. Concentrações (μmol/mL) dos ácidos graxos voláteis total (AGVtotal), acetato, propionato e butirato em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais.

A quantidade de ácidos graxos voláteis no fluido ruminal é reflexo da atividade microbiana e da taxa de absorção destes pelo epitélio ruminal, e esta proporção varia com o tipo de substrato, nível de ingestão, frequência de alimentação, osmolaridade e taxa de diluição (Church, 1993). Este último, segundo o mesmo autor, é acentuado com o aumento no tempo total de mastigação, fato que pode justificar a diminuição na

concentração dos ácidos com o aumento no nível de feno nas rações experimentais (Figura 2).

O acetato, propionato e butirato apresentaram dois picos de concentração máxima, ocorrendo o primeiro três horas e o segundo entre oito e nove horas após a alimentação. De acordo com Ribeiro (1999), a concentração de ácido acético é dependente da quantidade de carboidratos fermentáveis no rúmen. Neste contexto, apesar dos tratamentos apresentarem os mesmos percentuais da FDN, a capacidade fermentativa das rações com menores percentuais de feno (25 e 18,75 % de casca de soja) são bem maiores. Portanto, era esperado que estas rações apresentassem maiores concentrações do ácido acético. As rações com menores níveis de inclusão de feno proporcionaram ainda um terceiro pico de propionato (cinco horas), no intervalo entre as duas alimentações.

O comportamento do pH ruminal no fluido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais, está demonstrado na Figura 3. A adição de feno nas rações experimentais e os tempos após alimentação influenciaram significativamente ( $P < 0,05$ ) os valores de pH ruminal.

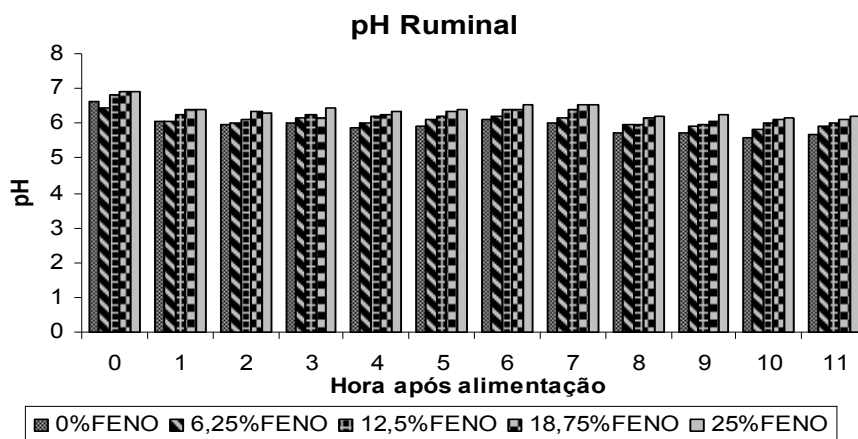


Figura 3. Valores de pH ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais.

Os valores mais altos do pH ruminal foram observados nas rações contendo os maiores níveis de feno, independente da hora de coleta, influenciados provavelmente pelo maior tempo de total de mastigação (Tabela 5), ocasionando maior fluxo de tamponantes para o interior do rúmen. Entretanto, a faixa de pH manteve-se entre 5,57 e 6,93, considerada como intervalo adequado para o crescimento microbiano (Cecava et

al., 1990). Segundo Ben Salem et al. (1996) e Misra et al. (2006), a inclusão de altos níveis de palma na dieta de ruminantes, não provoca alteração severa no pH ruminal.

A Figura 4 demonstra o comportamento da concentração de N-amoniaco (N-NH<sub>3</sub>) no fluido ruminal, em função do tempo de coleta. As concentrações de nitrogênio amoniaco foram influenciadas significativamente (P<0,05) pela adição de feno nas rações experimentais e os tempos após alimentação.

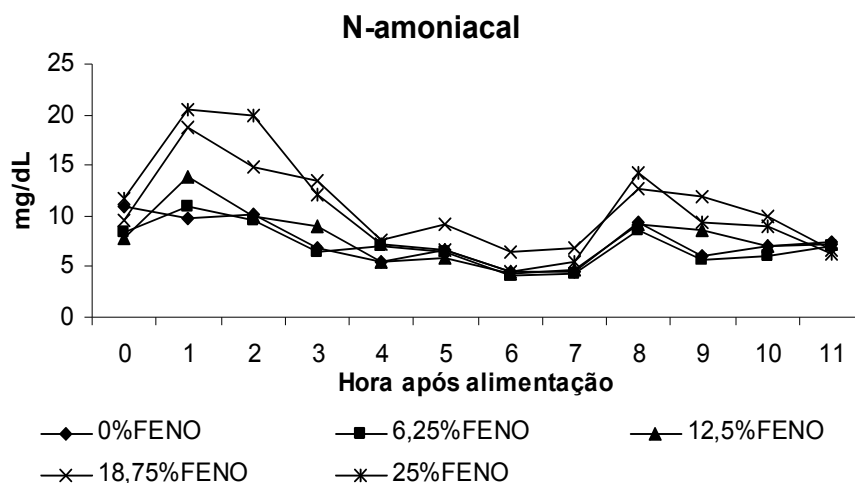


Figura 4. Concentrações de N-amoniaco no rúmen de caprinos recebendo diferentes níveis de feno de tifton em substituição a casca de soja, em dietas a base de palma forrageira.

O pico máximo da concentração N-NH<sub>3</sub>, ocorreu de uma a duas horas após o fornecimento da ração, comportamento similar foi encontrado por Vieira (2006). Os valores nas primeiras horas após alimentação variaram de 9,56 a 20,09mg/dL. Na maior parte dos tempos avaliados os valores de N-NH<sub>3</sub> mantiveram-se acima dos 8 mg/dL, que segundo Hoover (1986), é o adequado para o bom crescimento microbiano.

## CONCLUSÃO

A inclusão de feno de tifton em substituição à casca de soja em dietas a base de palma forrageira levou à redução na taxa de desaparecimento da matéria seca e na concentração dos ácidos graxos voláteis. Proporcionou aumento no pH ruminal e na concentração do nitrogênio amoniaco. Entretanto, não alterou a proporção dos ácidos graxos voláteis e o balanço da fermentação ruminal de caprinos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, p. 1598–1624, 2000.
- ARMENTANO, L.; PEREIRA, M. Measuring the effectiveness of fiber by animal response trials. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p. 1416–1425, 1997.
- BATISTA, A. M. V.; MUSTAFA, A. F.; SANTOS, G. R. A.; et al. Chemical composition and ruminal dry matter and crude protein degradability of spineless cactus. **Journal Agronomy & Crop Science**, v. 189, p. 123-126. 2003
- BATISTA, A.M.V.; DUBEUX JUNIOR, J. C. B.; ALMEIDA, O C.: Caracterização química de variedade de palma forrageira... Recife: XXXIX Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; 2002. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia; Recife; BRASIL; Português; Meio magnético.. Recife. **Anais...** 20002
- BEN SALEM, H.; et al. Effect of increasing level spinells cactus (*Opuntia ficus-indica*, var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Journal of Animal Science**. v.62, p. 293-299. 1996.
- BÜRGER, P. J.; PEREIRA, J. C.; QUEIROZ, A. C.; 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.
- CANNAS, A.; VAN SOEST, P. J.; PELL, A.N. Use of animal and dietary information to predict rumen turnover. **Animal Feed Science and Technology**. v. 106, p. 95-117, 2003.
- CECAVA, M. J.; MERCHEN, L. C.; BERGER, L. L. Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 2480-2488, 1990.
- CHURCH, C.D. **El ruminante. Fisiología digestiva y nutrición**. Zaragoza, Espanha, Ed. Acribia, 1993. 641p.
- FIRKINS, J. L. Effects of feeding nonforage fiber sources on site of fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, 80, p. 1426–1437, 1997.
- GEBREMARIAM, T.; MELAKU, S.; YAMI, A. Effect of different levels of cactus (*Opuntia ficus-indica*) Inclusion on feed intake, digestibility and body weight gain in tef (*Eragrostis tef*) straw-based feeding of sheep. **Animal Feed Science and Technology**, v. 131, p. 1-10, 2006.



GRANT, R. J.; COLENBRANDER, V. F.; MERTENS, D. R. Milk fat depression in dairy cows: role of silage particle size. **Journal of Dairy Science**, v. 73, p. 183-442, 1990.

GRANT, R. J. Interactions Among Forages and Nonforage Fiber Sources. **Journal of Dairy Science**, v. 80, p.1438–1446, 1997.

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.

HOOVER, W. H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.2755-2766, 1986.

HUHTANEN, P.; JAAKKOLA, S.; KUKKONEN, U. Ruminal plant cell wall digestibility estimated from digestion and passage kinetics utilizing mathematical models. **Animal Feed Science and Technology**. v. 52, p. 159-173, 1995.

ISHLER, V.; HEINRICH, J.; VARGA, G. **From feed to milk: understanding rumen functions**. 1998. 72 p.

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

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. Santa Maria: Ed. UFSM, 2002. 140 p.

LU, C.D.; KAWAS, J.R.; MAHGOUB, O.G. Fibre digestion and utilization in goats. **Small Ruminant Research**, v. 60, p. 45–52, 2005.

MARTIN, P.; BATESON, P. **Measuring behavior: an introductory guide**. 3. ed. New York: Cambridge: University Press, 1988. 254p.

MIN, B. R.; HART, S. P. Tannins for suppression of internal parasites. **Journal of Animal Science**. v. 81. p.102–109. 2002.

MISRA, A. K.; MISHRA, A. S.; TRIPATHI, O.H. ; et al. Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus (*Opuntia ficus-indica*, Mill) with or without groundnut meal. **Small Ruminant Research**. v. 63, p. 125-134, 2006.

MORAIS, J. B. de. **Substituição do feno de “coastcross” (*Cynodon ssp*) por casca de soja na alimentação de borregas (os) confinadas (os)**. Dissertação (Mestrado). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2003. 63p.

NUSSIO, L. G.; LIMA, M. L. M.; MATTOS, W. R. S. Caracterização e importância da fibra na alimentação de ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUÇÃO DE BOVINOS LEITEIROS. Carambeí, 2000. **Simpósio: Trabalhos**. Carambeí: Fundação ABC, 2000

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.

PIRES, A. J.V.; et al. Eficiência de consumo e ruminação de cabras leiteiras alimentadas com dietas com diferentes níveis de subprodutos. In: 41ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 2004. Campo Grande-MS, **Anais...** Campo Grande-MS, 2004.

RESENDE, K. T.; RIBEIRO, S. D. A.; DORINGAN, C. J. et al. Nutrição de caprinos: Novos sistemas e Exigências Nutricionais. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza – CE, **Anais...** 1996.

RIBEIRO, C.VM. **Efeito da substituição do grão de milho pelo milheto (*Pennisetum americanum*) na dieta de vacas em lactação.** Piracicaba, 1999, 67p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RUSSEL, J. B.; O’CONNOR, J. D.; FOX, D. G.; VAN SOEST, P. J.; SNIFFEN, C. J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3551, 1992.

SANTOS, M. V. F. dos. et al, Estudo Comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus-indica*, Mill) e miúda (*Nopalia cochinillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v 19, n 6, p. 504-511, 1990.

SANTOS, G. R. de A. et al. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalia*). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. de; **Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos.** 3 ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2002, 235p.

SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos da nutrição de ruminantes.** Piracicaba, SP, Ed.Livroceres, 1979.

SILVA, M.F.; BATISTA, A.M.V.; ALMEIDA, O C. Efeito da adição de capim elefante a dietas à base de palma forrageira sobre a fermentação ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34, 1997. Juiz de Fora. **Anais...** 1997

TAVARES, A.M.A. **Níveis crescentes de feno em dietas à base de palma forrageira para caprinos em confinamento: comportamento ingestivo e parâmetros fisiológicos.** 2005. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife-PE, 2005.

TEGEGNE, F.; KIJORA, C.; PETERS, K. J.; Study on the optimal level of cactus pear (*Opuntia ficus-indica*) supplementation to sheep and its contribution as source of water. **Small Ruminant Research**, v. 72, p. 157-164, 2006

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análise estatística e genética - SAEG** (manual do usuário). versão 8.0. Viçosa, MG: 1998. 150p.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação Ruminal In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. de **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal. Ed. FUNEP, 2006. 583 p.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**, 2. ed. Cornell University Press, Ithaca, New York, 1994, 476p.

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

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

VIEIRA, E. L. **Adição de fibra em dietas contendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica*, Mill) para caprinos**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2006. 53p.

YANG, W. Z.; BEAUCHEMIN, K. A. Effects of physically effective fiber on chewing activity and ruminal pH of dairy cows fed diets based on barley silage. **Journal of Dairy Science**. v. 89, p. 217- 228. 2005.