

EDNÉIA DE LUCENA VIEIRA

**ADIÇÃO DE FIBRA EM DIETAS CONTENDO PALMA
FORRAGEIRA (*Opuntia ficus indica* Mill)
PARA CAPRINOS**

**RECIFE
2006**

EDNÉIA DE LUCENA VIEIRA

**Adição de Fibra em Dietas Contendo Palma Forrageira (*Opuntia
ficus indica* Mill) para Caprinos**

Tese apresentada ao Programa de Doutorado Integrado/UFRPE em Zootecnia, do qual participam a Universidade Federal Rural de Pernambuco, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal do Ceará, como requisito para a obtenção do grau de Doutor em Zootecnia.

Orientadora: Prof.^a Ângela Maria Vieira Batista, D.Sc.

Conselheiros: Prof.^a Adriana Guim, D.Sc.
Prof. Francisco F. Ramos de Carvalho, D.Sc.

**RECIFE – PE
Março de 2006**

Ficha catalográfica
Setor de Processos Técnicos da Biblioteca Central – UFRPE

V658 Vieira, Ednéia de Lucena
 Adição de fibra em dietas contendo palma forra –
 geira (*Opuntia ficus indica* Mill) para caprinos / Ednéia
 de Lucena Vieira. -- 2006
 53f.

 Orientadora : Ângela Maria Vieira Batista
 Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Univer-
 sidade Federal Rural de Pernambuco. Departamento
 de Zootecnia.
 Bibliografia

CDD 636.308 52

1. Caprino
2. Palma forrageira
3. Dieta
4. Parâmetro ruminais
5. Consumo
6. Digestibilidade
7. Nutrição animal
- I. Batista, Angela Maria Vieira
- II. Título

EDNÉIA DE LUCENA VIEIRA

**ADIÇÃO DE FIBRA EM DIETAS CONTENDO
PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia fícus indica* Mill)
PARA CAPRINOS**

Tese defendida e aprovada pela banca examinadora em 24 de março de 2006.

Orientadora:

Ângela Maria Vieira Batista - D.Sc.- UFRPE

Banca Examinadora:

Adriana Guim - D.Sc. UFRPE

Elisa Cristina Modesto - D.Sc. UFRPE

Francisco Fernando Ramos de Carvalho- D.Sc. UFRPE

Severino Gonzaga Neto - D.Sc. UFPB

BIOGRAFIA DA AUTORA

EDNÉIA DE LUCENA VIEIRA, filha de Martinho Vieira Dantas e Maria Lúcia de Lucena Vieira, natural de Patos, PB, graduou-se em Medicina Veterinária pela Universidade Federal da Paraíba, UFPB. Em 2000 obteve o grau de Mestre em Produção Animal pelo Programa de Pós-Graduação em Zootecnia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco. Ainda em 2000 assumiu as disciplinas Nutrição Animal e Alimentos e Alimentação como professora substituta no DMV/UFPB. Em 2002 ingressou no Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, na área de Nutrição Animal, onde defendeu Tese em março de 2006.

Aos Meus Pais

Martinho e Maria Lúcia, por me criarem em um ambiente familiar de amor, respeito, compreensão e sempre incentivarem a buscar o saber e nunca esmorecer ante as dificuldades,

Aos Meus Irmãos

Luciana, Raquel, Naftali e Martinho Filho, eternos companheiros de jornada que sempre me incentivaram com muito amor, paciência e companheirismo, e ao meu querido cunhado Alcides Queiroga,

Dedico este trabalho, com todo meu amor, respeito e gratidão!

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sempre se fazer presente em minha vida.

À minha família, que mesmo à distância se fazem presentes no meu dia-a-dia através do esforço, incentivo, dedicação, apoio, confiança e acima de tudo amor incondicional.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, em especial ao Departamento de Zootecnia, por me proporcionar a oportunidade de realizar mais uma etapa da minha vida.

À CAPES, pela concessão da bolsa de estudo.

À Prof^ª. Ângela Maria Vieira Batista, pela oportunidade de realizar este estudo, orientação, paciência e confiança demonstrada.

Ao Prof. Marcelo Teixeira Rodrigues, pela acolhida, orientação e dedicação durante o primeiro ano do curso realizado na Universidade Federal de Viçosa-MG.

Ao Prof. Francisco Fernando Ramos de Carvalho, pela co-orientação e contribuições indispensáveis ao longo do trabalho.

À Prof^ª. Adriana Guim, por sempre se mostrar disposta a ajudar e disponibilizar suas sugestões valiosas.

Ao Prof. Severino Gonzaga Neto, pela amizade, apoio e contribuição inerente ao trabalho.

Ao Prof. Pierre Castro Soares, por sempre estar presente nos momentos que solicitamos e nos disponibilizando sua valiosa contribuição profissional.

À Prof^ª. Antônia Sherlânea Chaves Vêras, pelo incentivo e contribuição dispensados ao presente trabalho.

A todos os professores do Departamento de Zootecnia, por sempre estarem presentes quando precisamos.

A todos os colegas da Pós-graduação do Departamento de Zootecnia da UFRPE, em especial, Geoverg, Conceição, Veronaldo, Dulciene Karla, Airon, Mônica Calixto, Gladston Rafael, Ana Cybelly, Ricardo Pessoa, Tatiana Neres, Gilvan, Argélia Dias, Daniel, Valéria Louro, Maria Josilaine, Chiara, Ana Paula, Daniele Matos, Dilza Albuquerque, Liz Carolina, Ronaldo Vasconcelos, Carla Wanderley, Júlio, George Beltrão, Mauricéa, Carmem Valéria, Kaliandra, Alcilene Maria, Vanessa Melo, Erinaldo Viana, pelo apoio, companheirismo, carinho e confiança durante todas as fases do curso.

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

Ao Sr. Nicássio Teixeira da Silva e Maria Cristina da Silva, pela atenção, carinho e apoio indispensável nas mais diversas circunstâncias, pelas quais nos deparamos ao longo do curso.

Aos amigos Ana Cybelly e Renaldo Araújo, pela dedicação, apoio, incentivo, confiança e principalmente pelos momentos maravilhosos compartilhados durante o período experimental.

Ao Sr. Jonas (Lebre), pela dedicação, responsabilidade e apoio indispensável durante o experimento.

Ao Sr. Erivaldo, que sempre se mostrou pronto a nos ajudar durante o desenvolvimento do trabalho experimental.

Aos companheiros e amigos de apartamento, Márcia Cândido, Raquel Pedrosa, Gilvaneide, Mércia Daniel e seu bebê Letícia em Viçosa-MG; Kaliandra, Carmem Valéria, Mauricéa, Daniele Matos, Kate Platt e Môa (gatinha de estimação) em Recife-PE, pela amizade, compreensão, aprendizado mútuo e acima de tudo pelos momentos agradáveis divididos ao longo da convivência.

À Mônica Calixto Ribeiro de Holanda, pela sinceridade, companheirismo, paciência, força e dedicação transmitidos ao longo de oito anos de amizade sólida e verdadeira, principalmente por acreditar no meu potencial.

À Tatiana Neres de Oliveira, pelos momentos agradáveis compartilhados, amizade verdadeira e principalmente por dividir os momentos difíceis que surgiram no caminho durante essa jornada.

À Rosângela Maria Brito Lima, pela amizade, incentivo e companheirismo durante todo o curso, principalmente pelos diálogos agradáveis.

À Valéria Louro Ribeiro, por surgir de forma sutil e inesperada em meu caminho e sempre se fazer presente nos momentos que mais precisei, mostrando-me que a amizade verdadeira não precisa de longo tempo para se consolidar.

À Carla Wanderley Mattos, que mesmo a distância se fez presente em todos os momentos vividos durante o curso, principalmente pelos diálogos e incentivo mútuos.

À amiga Margareth Maria Teles, por sempre se fazer presente em minha vida, apoiando, incentivando e acreditando que sou capaz.

Aos amiguinhos Pretinho (Scooby), Manquinha, Menina e Galego (cães presentes no DZ), pela fidelidade e confiança mútua, principalmente pelos momentos de descontração.

Aos animais experimentais Brede, Expedito, Léo, Lucas e Treloso, pelo esforço, dedicação, companheirismo e acima de tudo por confiarem em nós.

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

*O Erro da Ética até o Momento tem Sido a
Crença de que Só se Deve Aplicá-la em Relação
aos Homens.*

Albert Schweitzer

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	6
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .	11
CAPÍTULO 1 – Consumo, digestibilidade e características ruminais em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira contendo diferentes níveis de feno	14
Resumo	14
Abstract	15
Introdução	16
Material e Métodos	18
Resultados e Discussão	22
Conclusões	35
Referências Bibliográficas	36
CAPÍTULO 2 – Efeito da substituição de feno de tifton por palma forrageira Sobre a ingestão de água e a diurese em caprinos	39
Resumo	39
Abstract	40
Introdução	41
Material e Métodos	42
Resultados e Discussão	46
Conclusões	52
Referências Bibliográficas	53
Anexos	55

INTRODUÇÃO

O Brasil possui um rebanho efetivo de caprinos de 10.046.888 e o Nordeste Brasileiro abriga 92,87 % do rebanho caprino nacional (IBGE, 2004), estando mais de 90 % desses animais na região semi-árida. Embora o Brasil possua o nono maior rebanho caprino do mundo, contribui com apenas 1,3 % da produção de leite de cabra (FAO, 1996). Dentro da produção animal, três fatores assumem fundamental importância no desempenho dos indivíduos: a genética, através da raça, da variedade ou da linhagem; o ambiente, através do clima, da alimentação/nutrição, do manejo, etc. e a interação entre eles.

A participação governamental é fator decisivo em defesa da caprinocultura nacional, não apenas como medida protecionista às importações, mas também no apoio as pesquisas, programas específicos para a atividade com inserção de subsídios compensadores e impactos positivos na renda e emprego rural (Machado, 1998). Os incentivos e as políticas públicas podem resultar em aumento de produtividade e desenvolvimento rural.

Segundo Leite e Vasconcelos (2000), o rebanho caprino tem na caatinga seu principal suporte forrageiro. Esse ecossistema, no entanto, apresenta baixa produção de forragens, sendo necessários 1,3 a 1,5 ha para manter um ovino ou caprino por ano. Nessas condições, é economicamente inviável a atividade pastoril na caatinga nativa, sem modificações na sua cobertura florística. Segundo Pfister (1983), Kirmse (1985) e Schacht (1992), citados por Barros et al. (1997), as principais limitações nutricionais para sistemas de produção de

caprinos e ovinos na caatinga são as deficiências protéicas e, principalmente, energéticas, havendo necessidade de suplementação no período seco. Assim sendo, a intensificação da produção na caprinocultura requer, além de adequado manejo nutricional, reprodutivo e sanitário, manejo intensivo da produção de forragens.

Nos últimos anos, tem crescido a utilização de tecnologias de produção de espécies forrageiras adaptadas a estresses hídricos, com destaque para a palma forrageira. Embora introduzida no Brasil no século 17, somente no início do século 20 a palma teve seu cultivo direcionado para produção de forragem. Do meado da década de sessenta até o final da década de setenta, o cultivo da palma foi drasticamente reduzido. Entretanto, devido aos últimos períodos de estiagem, a palma voltou a ser considerada um alimento estratégico para os anos secos, quando o crescimento de outras forrageiras é limitado pela precipitação pluvial. Segundo Farias (1984), estima-se que existam mais de 400.000 ha plantados com palma no Nordeste.

Em muitas regiões áridas e semi-áridas do mundo, principalmente, por sua alta resistência à estiagem, aliada a alta palatabilidade, alta produção de biomassa e tolerância à salinidade, tem crescido a importância da palma forrageira na alimentação dos rebanhos. Entretanto, apesar de sua importância e da disponibilidade de tecnologias para sua produção, praticamente inexistem na literatura trabalhos sobre a correta utilização da palma em rações, especialmente para caprinos.

No Nordeste Brasileiro, são cultivadas predominantemente duas espécies, a *Opuntia ficus-indica*, Mill e a *Nopalea cochenillifera*, Salm Dyck, principalmente, as variedades redonda, gigante e miúda. Outras variedades têm sido geradas ou introduzidas pela Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária-IPA, com objetivo de obter clones mais produtivos e com melhor valor nutritivo. Dentre as variedades testadas, o clone IPA-20 tem se mostrado promissor, com produção 50 % maior do que a variedade gigante, a mais cultivada no Estado de Pernambuco (Santos et al., 1994).

A composição química da palma forrageira depende do gênero, espécie, variedade, idade da planta, ordem do artículo, estação do ano, e adubação (Teles et al., 1987; Retamal et al., 1987; Santos, 1989; Santos et al., 1990; Luo e Nobel, 1992; Santos et al., 2000; Teles et al., 2000). A matéria seca é baixa, variando de 7,01 a 11,94 (Valdez e Rivera, 1992; Santos et al., 2000). Esse alto teor de umidade, entretanto, é uma característica positiva, uma vez que nas regiões semi-áridas o fornecimento de água pode ter sérias limitações qualitativas, inclusive para a espécie humana. Assim sendo, a utilização de palma forrageira na alimentação de ruminantes pode reduzir a necessidade de suprimento hídrico para essas espécies, uma vez que o consumo de palma forrageira por bovinos, caprinos e ovinos resulta em redução da ingestão de água (Ben Salem et al., 1996; Lima et al., 2003; Ben Salem et al., 2005).

O conteúdo de cinzas é alto, especialmente o teor de Ca. No entanto, os níveis de P e Na são baixos, o que resulta em relação Ca:P extremamente alta, chegando a 40:1 (Santos, 1992). Embora em períodos críticos os animais ingiram quantidades altas de palma, não têm sido observados quaisquer sintomas que indiquem efeito negativo do Ca, o que leva ao questionamento sobre a disponibilidade deste mineral na palma forrageira. Segundo Nefzaoui e Ben Salen (2001), o alto percentual de oxalato pode reduzir a disponibilidade de cálcio e explicar o efeito laxativo da palma.

Embora pobres em proteína, os gêneros *Opuntia* e *Nopalea* têm alta produção de matéria seca digestível, especialmente para ecossistemas semi-áridos, e podem ser eficientemente associados com forragens nativas ricas em proteína ou com leguminosas adaptadas às condições do semi-árido. Nitrogênio não protéico poderá também ser utilizado, uma vez que a palma possui alto teor de carboidratos rapidamente digestíveis no rúmen. Silva et al. (1997) verificaram menores níveis de amônia no líquido ruminal de bovinos alimentados com maior porcentagem de palma na dieta, em relação aqueles alimentados

com maiores proporções de capim-elefante, provavelmente, pelo aumento na energia disponível proveniente da palma, que possibilitou maior utilização de amônia para crescimento microbiano.

Comparativamente a outras forragens, o teor de fibra na palma é baixo, principalmente a fração lignina-celulose (Santos et al., 2000), e o percentual de carboidratos solúveis é alto (Nefzaoui e Ben Salen, 2001). Embora os carboidratos solúveis sejam rápida e extensivamente fermentados no rúmen, as características da fermentação diferem entre eles. A digestão da pectina, por exemplo, é mais afetada por redução no pH ruminal e resulta em menor produção de ácido láctico do que o amido (Abou Akkada e Howard, 1961; Strobel e Russel, 1986). Por outro lado, a proporção de carboidratos não estruturais na dieta afeta a fermentação ruminal, a digestão total da fibra e o teor de gordura do leite (Sievert e Shaver, 1993; Sutton e Bines, 1987).

Os produtos finais da fermentação ruminal são afetados pela taxa de digestão das proteínas e dos carboidratos e, por sua vez, influenciam a produção animal. A análise química, portanto, precisa ser acompanhada das taxas de digestão dos diferentes nutrientes para que se possa prever o desempenho do rúmen e do animal. Alta taxa de degradação ruminal da matéria seca tem sido determinada em *Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenillifera* (Silva et al., 1995; Santos et al., 2000), sendo observadas diferenças entre variedades (Batista et al., 2003). No entanto, dados sobre fracionamento de carboidratos e proteína em palma forrageira, bem como sobre o padrão da fermentação ruminal em animais alimentados com palma são limitados. Adição de palma na ração aumentou a produção total de ácidos graxos voláteis, a produção de propionato e de butirato e reduziu a relação acetato:propionato em ovinos (Ben Salem et al., 1996; Neiva, 1996) e bovinos (Silva et al., 1997), no entanto, o pH ruminal nesses animais não foi alterado com a adição de palma na ração.

A principal via de obtenção de água pelo animal é por ingestão direta, devido ao hábito ou ao ritmo diário de consumir alimento e beber água (Reece, 2004). Entretanto, quando consomem alimentos muito suculentos, a ingestão de água pode ser muito reduzida ou nula. Nessas condições, o animal pode excretar considerável quantidade de urina, em consequência de sobrehidratação (Reece, 2004), para regular o volume de água do corpo. Aumento da excreção urinária pode também ser efeito secundário à ação de diferentes substâncias que estimulam o trato urinário, por diferentes mecanismos.

Este trabalho teve por objetivo possibilitar a utilização mais eficiente da palma em rações para caprinos.

Na elaboração dos capítulos subseqüentes foram utilizadas as normas da Revista Acta Scientiarum.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABOU AKKADA, A. R., HOWARD, B. H. The biochemistry of rumen protozoa 4. Decomposition of pectic substances. **Biochemical Journal**. v. 78, n. 3, p. 512-517. 1961.
- BARROS, N. N.; SOUSA, F. B.; ARRUDA, F. A. **Utilização de forrageiras e resíduos agroindustriais por caprinos e ovinos**. Sobral: EMBRAPA/CNPC, 1997.
- BATISTA, A.M.V., MUSTAFA, A.F., SANTOS, G.R.A., CARVALHO, F.F.R., DUBEUX Jr, J.C.B., LIRA, M.A., BARBOSA, S.B.P. 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., ABDOULI, H., NEFZAQUI, A., EL-MASTOURI, A., BEM SALEM, L. Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *Inermis*) pads. **Small Ruminant Research**, v. 59, p. 229 – 237, 2005.
- BEN SALEM, H., NEFZAQUI, A., ABDOULI, H., ØRSKOV, E. R. Effect of increasing level spinelles cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. **Animal Science**, v.62, n.1, p.293-299, 1996.
- FAO **Production Yearbook**. Food and Agriculture Organization. Rome, Italy, 1996.
- FARIAS, I., FERNANDES, A. P. M., LIMA, M. A., SANTOS, D. C., FRANÇA, M. P. Cultivo de palma forrageira em Pernambuco. Recife:IPA, 1984. 5 p. (IPA Instruções técnicas, 21).
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. 2004. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/protabl.asp?z=t&o=20&i=P>>. Acesso em: 12 mar. 2006.
- LEITE, E. R.; VASCONCELOS, V. R. Estratégias 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. **Anais...** João Pessoa: EMEPA, 2000. p. 21-33.
- LIMA, R. M. B., FERREIRA, M. de A., BRASIL, L. H. de A., ARAÚJO, P. R. B., VÉRAS, A. S. C., SANTOS, D. C. dos, CRUZ, M. A. O. M., MELO, A. A. S. de, OLIVEIRA, T. N. de, SOUZA, I. S. Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 25, n. 2, p. 347 - 353. 2003
- LUO, Y., NOBEL P.S. 1992. Carbohydrate partitioning and compartmental analysis for a highly productive CAM plant, *Opuntia ficus-indica*. **Annals of Botany** v.70, p. 551-559. 1992.
- MACHADO, J. C. A. Caprinocultura leiteira – “Perspectivas”. In: I WORKSHOP SOBRE

CAPRINOS E OVINOS TROPICAIS., 1998, Fortaleza. **Relatório...** Fortaleza: BNB, 1998. p. 18-19.

NEFZAOU, A.; BEN SALEM, H. Opuntia: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the wana region. [S.l:s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.fao.org>> Acesso em 03 mai. 2001.

NEIVA, G.S.M. **Teores de ácidos graxos voláteis no líquido ruminal; histologia e histoquímica da mucosa do estômago de ovinos recebendo palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill).** 1996. 48f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1996.

REECE, W. O. **Dukes'physioplgy of domestic animals.** 12th ed. Cornell University Press. Ithaca. 2004.

RETAMAL, N.; DURAN, J. M.; FERNANDEZ, J. Seasonal variations of chemical composition in pickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). **Journal Science Food Agriculture**, v.38, n. 4, p. 303-311. 1987.

SANTOS, D.C.; FARIAS, I.; NASCIMENTI, M.M.A; LIRA, M.A.; TABOSA, J. Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenilifera* Salm-Dick. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, n.12, p. 1947-1957. 1994.

SANTOS, D.C. **Estimativa de parâmetros genéticos em caracteres de clones de palma forrageira *Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenilifera* Salm-Dick.** 1992. 119f. Dissertação (Mestrado.em produção animal) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1992.

SANTOS, G.R. de A.; BATISTA, A. M. V.; CARVALHO, F.F. R. de; DUBEUX JÚNIOR, J. C.; MARQUES, C. A. T.; LIRA, M de A. Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa: SBZ, 2000. Trabalho nº 0575. 1 CD-ROOM.

SANTOS, M.V.F., LIRA, M.A., FARIAS, I., BURITY, H. A., NASCIMENTO, M. M. A., SANTOS, D. C., TAVARES FILHO, J. J. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalia cochonillifera* Salm Dyck) na produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.19, n.6, p.504-511. 1990.

SANTOS, M.V.F. **Composição química, armazenamento e avaliação da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopalea cochenilifera* Salm-Dick) na produção de leite, em Pernambuco.** 1989. 124 f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 1989.

SIEVERT, S.J.; SHAVER, R.D. Effect of nonfiber carbohydrate level and *Aspergillus oryzae* fermentation extract on intake, digestion, and milk production in lactating dairy cows. **Journal Animal Science.** v.71, n 4, p. 1032-1040. 1993.

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.

SILVA, M.F.A.; SILVA, E.P.; ALMEIDA, O.C.; ALVES, M.R.C. 1995. Degradabilidade da matéria seca de três variedades de palma forrageira, gigante, redonda (*Opuntia sp*) e miúda (*Nopalea cochenilifera* Salm Dick). CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO, 5, 1995. Recife. *Anais...Recife*. 1995.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal Dairy Science**. v.69, n.11, p. 2941-2947. 1986.

SUTTON, J.D.; BINES, J.A. A Comparison of starchy and fibrous concentrate for milk production, energy utilization and hay intake by friesian cows. **Journal Agricultural Science**. v.109, p. 375-385. 1987.

TELES, M. M.; SANTOS, M. V. F.; DUBEUX Jr, J. C. B.; BEZERRA NETO, E.; FARIAS, I.; FERREIRA, R. L.; REGO FILHO, J. J. Efeito da adubacao e de nematicida na composicao quimica da palma forrageira cv. Gigante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37., 2000. Viçosa. *Anais...* Viçosa, 2000.

TELES, F. F. F.; STULL, J. W.; BROWN, W. H.; WHITING, F. M. Amino and organic acids of the prickly pear cactus (*Opuntia ficus indica* L.) **Journal Science Food Agriculture**, 35(4):421-425. 1987.

VALDEZ, C.A.F.; RIVERA, J.R.A. El nopal como forrage. 2^a ed. Chapingo. Universidad Autonoma Chapingo. 177 p. 1992.

CAPÍTULO 1

Consumo, digestibilidade e características ruminais em caprinos recebendo dietas à base de palma forrageira contendo diferentes níveis de feno¹

Intake, digestibility and characteristics ruminals in goats receiving diets to the base of spineless cacti containing different levels of hay¹

Ednéia de Lucena Vieira², Ângela Maria Vieira Batista³, Adriana Guim⁴, Francisco Fernando Ramos de Carvalho³, Ana Cybelly de Oliveira Nascimento⁵, Renaldo Fernandes Sales da Silva Araújo⁶

¹Trabalho parcialmente financiado pela FACEPE realizado pelo acordo IPA/UFRPE

²Doutoranda do PDIZ/DZ/UFRPE e-mail: edneialv@gmail.com

³Professora Adjunto/DZ/UFRPE, Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq e-mail: abatista@ufrpe.br

⁴Professora Adjunto/DZ/UFRPE

⁵Mestre em Zootecnia pelo PPGZ/DZ/UFV

⁶Aluno de graduação em Zootecnia/DZ/UFRPE

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da adição de feno em dietas à base de palma forrageira sobre o consumo e a digestibilidade da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), e carboidratos-não-fibrosos (CNF) e sobre as condições ruminais de caprinos. Foram utilizados cinco caprinos, mestiços, fistulados no rúmen, alojados em baias individuais. O delineamento experimental foi o quadrado latino 5 x 5. As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira, feno de tifton (5; 15; 25; 35 e 45%), farelo de soja e sal mineral. O consumo de MS, MO, CNF, PB e FDN foram influenciados pela adição de feno na dieta. Não foi observada influência dos tratamentos sobre os coeficientes de digestibilidade e teores de NDT. Os valores de pH variaram em função da hora de alimentação e da adição de feno. A concentração de N-NH₃ ruminal foi influenciada pela adição de feno na dieta. Adição de feno de tifton na dieta influencia o consumo de MS, MO, PB, FDN e CNF, mas não os coeficientes de digestibilidade desses nutrientes.

Palavras chave: amônia, cactáceas, fluido ruminal, taxa de renovação,

Abstract

The study aimed to evaluate the intake and digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), nonfiber detergent (NDF), non-fiber carbohydrates (NFC), rumen conditions and total digestible nutrients (TDN) of spineless cacti based diets for goats containing increasing levels of tifton hay. Five goats rumen fistulated were used, housed in individual. The experimental design used was a 5 x 5 Latin square. The experimental diets were composed of spineless cacti, tifton hay (5, 15, 25, 35 and 45%), soy bran and mineral salt. Intake of DM, OM, NFC, CP and NDF they were influenced by the hay addition in the diet. The diets did not differ with relationship to the digestibility coefficients and TDN. The pH values varied as a function of the feeding schedule and schedule of hay addition. Ruminant N-NH₃ concentration was influenced by the addition of hay to the diet. Addition of tifton hay to the diet influences the DM, OM, CP, NDF and NFC consumption, but not the digestibility coefficients of those nutrients.

Keywords: ammonia, cacti, fluid ruminal, renovating.

Introdução

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill e *Nopallea cochenillifera* Salm e Dyck) constitui importante recurso forrageiro para a região Nordeste do Brasil durante o período de estiagem, uma vez que apresenta características morfo-fisiológicas capazes de tolerar bem os períodos longos de seca (Santos et al., 1997). Por ocasião da estiagem nos estados de Pernambuco, Paraíba e Alagoas, o suprimento de forragens verdes baseia-se na utilização da palma forrageira, o que garante a sobrevivência de várias espécies animais (Lopes, 1993).

A palma forrageira é um alimento succulento rico em água e mucilagem, apresenta elevados teores de carboidratos-não-fibrosos (CNF) e alto coeficiente de digestibilidade da MS (69,4%) (Santos et al., 1990 e Wanderley et al., 2002). Os níveis de carboidratos solúveis também são considerados elevados, bem como os teores de cinza na MS, destacando-se cálcio, 2,25 - 2,88%; potássio, 1,5 - 2,45% e fósforo, 0,10 - 0,14% (Santos et al. 1997).

Embora a palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill) possua valores de FDN que varia de 26,17 a 35,09%, verifica-se diarreia e perda de peso em bovinos e ovinos quando é utilizada como único volumoso (Santana et al., 1974; Santos et al., 1990; Oliveira, 1996). Nessas condições, adição de fibra ou de alimentos com alto percentual de matéria seca tem resultado no aumento do consumo e redução de diarreia nos animais (Araújo, 2002; Wanderley et al., 2002).

Esse efeito laxativo pode ser causado pela alta concentração de ácidos orgânicos (Nefzaoui e Ben Salem, 2001), carboidratos rapidamente digestíveis no rúmen e minerais (Batista et al., 2003) presentes na palma. Embora não seja uma diarreia patológica, o efeito laxativo da palma tem a desvantagem de aumentar a taxa de passagem e, provavelmente, reduzir a digestibilidade da ração, portanto, adição de uma fonte de fibra que dilua esses

compostos pode reduzir os efeitos indesejáveis.

A fibra representa a fração de carboidratos dos alimentos de digestão lenta ou indigestível e, dependendo de sua concentração e digestibilidade, impõe limitações sobre o consumo de matéria seca e energia. Por outro lado, a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de fibra na ração que permitam manter a atividade de mastigação e a motilidade do rúmen (Nussio et al., 2000).

Segundo Lu et al. (2005), valores de 41% de FDN e 18-20% de FDA são níveis adequados para manter alta produção de leite, bem como, manter o teor de gordura no leite de cabras em lactação. Para caprinos em crescimento (4 - 8 meses), os mesmos autores recomendam FDN em torno de 43% da dieta. A presença de fibra e o tamanho da partícula do alimento podem influenciar o desempenho produtivo pela mastigação, fermentação microbiana no rúmen, taxa de passagem e digestão gastrintestinal, garantindo dessa forma ambiente ruminal adequado para o desenvolvimento da população microbiana e conseqüentemente melhor desempenho animal.

Lu e Jorgensen (1987) verificaram que cabras lactantes alimentadas com feno de capim bermuda e concentrado reduziram o tempo de ruminação e mastigação total quando o tamanho de partícula do feno foi reduzido de 3,87 para 2,38 mm.

Nível de consumo, tempo após a alimentação e natureza da dieta têm efeito direto sobre o pH do rúmen. A manutenção do pH dentro de limites fisiológicos relaciona-se à capacidade de produção de agentes tamponantes e à constante remoção de ácidos graxos voláteis, via absorção no rúmen (Van Soest, 1994).

O pH do rúmen é uma variável que pode influenciar profundamente a população microbiana, sendo mantido entre 5,5 a 7,0. Após a alimentação, normalmente há um abaixamento, que depende da composição da dieta. Esta variação se dá principalmente pela grande capacidade tamponante da saliva por conter elevados teores de fosfato e bicarbonato. Segundo Hoover e Stokes (1991) redução do pH de 6,5 para 5,5 diminui a eficiência de

síntese microbiana. O pH ruminal interfere diretamente no crescimento microbiano e conseqüentemente na fermentação ruminal, cujo valor ótimo situa-se em torno de 6,5, sendo que os valores entre 5,0 a 5,5 podem inibir o desenvolvimento de microrganismos celulolíticos no rúmen (Hoover, 1986).

A concentração mínima de N-NH₃ necessária para se manter máxima taxa de crescimento microbiano varia em função da fermentabilidade da dieta. Satter e Slyter (1974) e Preston (1986) relatam que concentrações de amônia inferiores a 5,0 mg de N-NH₃/100mL de fluido ruminal limitam a atividade de bactérias celulolíticas do rúmen, diminuindo a síntese microbiana. Normalmente, a concentração de amônia ruminal varia com o tempo decorrido da alimentação, o local de amostragem no rúmen, o balanço entre proteína e energia na dieta, solubilidade e o nível de proteína da ração (Eardman et al., 1986).

Este trabalho teve por objetivo avaliar o efeito da adição de feno de tifton sobre o consumo voluntário, digestibilidade aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e carboidratos-não-fibrosos (CNF) de dietas a base de palma forrageira para caprinos e condições do ambiente ruminal.

Material e Métodos

O experimento foi desenvolvido no Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Foram utilizados cinco caprinos, adultos, castrados, mestiços da raça Alpina Americana com peso vivo médio de 40,16 kg, os quais foram preparados cirurgicamente para o implante de cânulas ruminais permanentes. Antes de cada período experimental foi realizada vermifugação para controle de ecto e endoparasitos. Os animais foram alojados em

baías individuais medindo 2,00 x 1,80 m, providos de comedouro e bebedouro.

O delineamento experimental utilizado foi o quadrado latino 5 x 5 (5 dietas, 5 períodos e 5 animais). As dietas experimentais foram compostas por palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill.), feno de tifton (*Cynodon dactylon* Pers.), farelo de soja (*Glycine Max* (L.)) e sal mineral. Os tratamentos consistiram de níveis crescentes de fibra na dieta, resultando na substituição de palma forrageira pelo feno de tifton nas proporções de 5; 15; 25; 35 e 45% (Tabela 1).

Tabela 1 – Ingredientes e composição das rações experimentais

Table 1 - Ingredients and composition of the experimental rations

Alimentos	Níveis de feno na dieta (%)				
	Hay levels in the diet (%)				
	5	15	25	35	45
Palma forrageira <i>Cactus forage</i>	76,50	67,00	57,20	47,30	37,30
Feno de tifton <i>Tifton hay</i>	5,00	15,00	25,00	35,00	45,00
Farelo de soja <i>Soy bran</i>	18,00	17,50	17,30	17,20	17,20
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Nutrientes	Composição química				
<i>Nutrients</i>	<i>Chemical composition</i>				
Matéria seca (%) <i>Dry matter (%)</i>	10,58	11,87	13,59	15,91	19,71
Proteína bruta (% MS) <i>Crude Protein (% DM)</i>	12,40	12,47	12,67	12,93	13,23
Fibra em detergente neutro (% MS) <i>Neutral detergent fiber (% DM)</i>	33,33	37,39	41,39	45,37	49,32
Fibra em detergente ácido (% MS) <i>Acid detergent fiber (% DM)</i>	17,40	19,22	21,00	22,77	24,54
Matéria mineral (% MS) <i>Mineral matter (% DM)</i>	10,10	9,80	9,48	9,16	8,83
Matéria orgânica (% MS) <i>Organic matter (%DM)</i>	88,86	89,17	89,50	89,83	90,16
Carboidratos não fibrosos (% MS) <i>Nonfiber carbohydrates (% DM)</i>	42,25	38,42	34,53	30,60	26,68
Extrato etéreo (% MS) <i>Ether extract (% DM)</i>	1,92	1,92	1,93	1,94	1,94
Lignina na fibra em detergente ácido (% FDA) <i>Lig. Acid detergent fiber (% ADF)</i>	3,19	3,24	3,27	3,30	3,32

Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 10 dias para adaptação e 7 dias para coleta de amostras e dados. As dietas foram oferecidas uma única vez durante o dia, às 8 horas, em forma de ração completa, sendo ajustada diariamente em função do consumo do dia anterior, permitindo sobras de 10%. Durante o período de coleta foram recolhidas amostras da dieta fornecida, das sobras e fezes, que foram pesadas, acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados e armazenadas em freezer a -20°C, para posteriores análises.

O consumo voluntário de matéria seca e dos diferentes nutrientes foi calculado como a diferença entre as quantidades oferecidas e refugadas.

Para determinação dos teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA), foram utilizadas metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002); para FDN da palma e farelo de soja metodologia proposta por Van Soest et al. (1991). Para a quantificação dos carboidratos totais (CHO), utilizou-se a equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ e os teores de carboidratos não fibrosos $CNF = 100 - (\%PB + \%FDN + \%EE + \%CZ)$ (Hall, 2000). O teor de nutrientes digestíveis totais foi calculado conforme Sniffen et al. (1992), pela seguinte equação: $NDT (\%) = PBd + (EEd * 2,25) + FDNd + CNFd$.

Para avaliação da digestibilidade, utilizou-se o método da coleta total de fezes através de bolsas coletoras que se ajustavam ao corpo do animal. Durante três dias consecutivos, foram tomadas amostras dos alimentos ofertados, sobras de alimentos e fezes, as quais eram amostradas e armazenadas em freezer a -20°C para posteriores análises laboratoriais.

No 15º dia de cada período experimental, amostras de líquido de rúmen (± 300 mL) foram tomadas manualmente 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 subseqüentes obedeceram aos seguintes horários: 1; 2; 3; 4; 6; 8; 10 e 12 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 mensuração do pH, uma alíquota de 20 mL foi acondicionada em frasco de vidro contendo 1 mL de ácido metafosfórico (25%) e armazenados a -20°C, para posterior determinação de nitrogênio amoniacal (N-NH₃). No momento da análise, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3000 rpm por 10 minutos, para determinação de N-NH₃, conforme técnica de Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

A coleta de urina foi realizada nas primeiras 24 horas do período de coleta. Aproximadamente às 7 horas e 30 minutos os animais eram presos com cordas, próximo ao comedouro, e preparados com bolsas coletoras de urina (bolsas para colostomia 65mm, adaptadas), as quais eram coladas ao corpo do animal com adesivo instantâneo universal, para evitar perda de conteúdo urinário. Às 8 horas era fornecida a ração, e a partir de então, a cada micção, registrava-se a hora, seguindo a coleta, medição e amostragem. A coleta foi realizada cortando-se uma das extremidades da bolsa para retirada da urina. A bolsa era, então, vedada com fita adesiva.

A cada micção, retirava-se uma amostra de 10 mL, que era centrifugada a 2000 rpm durante 20 minutos, acondicionadas em ependorf e armazenadas em freezer a -20°C, para posteriores análises de creatinina, alantoína, uréia, xantina e hipoxantina.

A proteína microbiana foi calculada a partir dos derivados de purinas totais, da absorção de purinas e da quantidade de Nitrogênio microbiano, segundo metodologia descrita por Chen e Gomes (1992), utilizando a equação de ovinos:

$$Y = 0,84x + (0,15W^{0,75}e^{-0,25x})$$

Onde y é a excreção de derivados de purina totais, x é a absorção de purinas e W é o peso vivo metabólico.

Para o cálculo do conteúdo ruminal total e da densidade do líquido ruminal foi utilizada a técnica do esvaziamento total do rúmen antes e após alimentação, em dias alternados, separando a parte sólida e líquida e pesando em seguida, retirou-se uma amostra de 500 g de conteúdo sólido e 700 ml de líquido, o qual também foi pesado. Dessa forma obtém-se o conteúdo total ruminal e a densidade do líquido ruminal, utilizando-se a fórmula: $D = m/vol$.

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) peso de MS do conteúdo ruminal dividido pelo consumo de alimento: $T(h) = Q/F$ (Cannas et al. 2003).

Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando-se o procedimento GLM do SAS (SAS, 2000), com nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Devido à seletividade exercida pelos caprinos, verificou-se variação na composição da ração efetivamente consumida pelos animais, em relação à ração fornecida. Na tabela 2 são apresentados os percentuais de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos (CNF) e extrato etéreo (EE), das dietas efetivamente consumidas pelos caprinos.

Tabela 2 – Composição das dietas efetivamente consumida pelos caprinos

Table 2 - Composition of the diets indeed consumed by the goats

Consumo efetivo (% MS) <i>Effective consumption (% DM)</i>	Níveis de feno na dieta (%) <i>Hay levels in the diet (%)</i>					L	Q	R ²	CV
	5	15	25	35	45				
	Matéria seca (%) <i>Dry matter (%)</i>	10,20	11,55	12,85	14,12				
Matéria orgânica <i>Organic matter</i>	90,26	90,40	90,64	91,80	88,68	NS	NS	0,42	3,57
Proteína Bruta <i>Crude Protein</i>	15,20	15,08	14,35	15,41	14,73	NS	NS	0,92	5,29
Fibra em detergente neutro <i>Neutral detergent fiber</i>	33,55	38,84	40,52	41,01	44,37	0,0002	NS	0,86	5,99
Carboidratos não fibrosos <i>Nonfiber carbohydrates</i>	39,70	34,45	33,54	33,28	27,61	0,0002	NS	0,91	7,51
Extrato etéreo <i>Ether Extract</i>	2,02	2,03	2,18	2,19	1,97	0,0040	0,0043	0,92	5,66

Em valores absolutos, os animais selecionaram uma dieta mais alta em proteína bruta (PB) e mais baixa em fibra em detergente neutro FDN nas dietas com 25, 35 e 45% de feno de tifton, que correspondia àquelas com maior percentagem de FDN. Isto reflete a capacidade seletiva dos caprinos.

Segundo Morand-Fehr (1981), citado por Santos (1994), os caprinos são excelentes selecionadores e, por esta razão, o valor nutritivo da parcela do alimento ingerida pelo animal normalmente é superior ao valor nutritivo do alimento oferecido. Silva et al. (1999) estudando a influência da seleção sobre a qualidade da dieta ingerida por caprinos com feno oferecido em excesso (30 e 60%), observaram que o feno de rami fornecido 60% acima do consumo do dia anterior estimulou a ingestão da porção mais rica em proteína e com menor teor de lignina em relação à porção ingerida no nível de 30%.

A FDN efetivamente consumida pelos animais nas dietas com 5, 15 e 25 % de feno foram mais próximas do ofertado, provavelmente devido a menor proporção de feno nestas dietas, o que proporcionava a aderência deste à palma, diminuindo a seleção. Contudo nas dietas com 35 e 45 % de feno o consumo de FDN foi menor do que o ofertado, resultado da seleção da palma, já que a proporção do feno era maior. As concentrações de CNF nas

dietas efetivamente consumidas mostraram-se inversamente proporcionais aos encontrados para o FDN.

A adição do feno de tifton (*Cynodon dactylon* Pears) influenciou de forma quadrática o consumo de matéria seca, expresso em g/dia, %PV e $\text{g/PV}^{0,75}$, cujo ponto de máxima foi em média 32,99%, obtendo-se neste nível consumo máximo de MS de 1062,96 g/dia, 2,64 % PV e 65,57 $\text{g/PV}^{0,75}$ (Tabela 3).

O consumo de matéria orgânica (CMO) foi também influenciado de forma quadrática pela adição de feno nas dietas, observando-se consumo máximo de 971,71 g/dia, 2,42 %PV e 59,95 $\text{g/PV}^{0,75}$, quando o nível médio de feno na dieta foi de 35,08% (ponto de máxima).

O consumo de PB (CPB) aumentou de forma linear em função do aumento de feno na dieta, provavelmente devido ao aumento no consumo de MS. A análise de regressão permitiu observar um comportamento linear positivo, indicando que, para cada 1% de feno na dieta, houve aumento no consumo de PB de 0,90 g/dia, 0,002 %PV e 0,05 $\text{g/PV}^{0,75}$.

Adição de feno de tifton resultou em aumento de FDN nas dietas, em consequência, o consumo de FDN (CFDN) teve um comportamento linear positivo, quando expresso em g/dia, % do PV ou em $\text{g/PV}^{0,75}$. Segundo Mertens (1994), o percentual de FDN da dieta pode ser positivamente correlacionado com o consumo, quando a energia limitar a ingestão, ou negativamente, quando a capacidade do rúmen-retículo for o fator limitante. A partir dos percentuais de NDT das dietas, pode-se estimar ingestões diárias de 1,95; 2,58; 2,50; 2,42 e 2,48 Mcal de energia metabolizável pelos animais que receberam as rações com 5; 15; 25; 35 e 45% de feno de tifton, respectivamente. Parece evidente, portanto, que o mais baixo consumo na dieta com menor percentual de feno não ocorre por atendimento da demanda energética do animal. Verificou-se nas dietas com 5 e 15% de feno de tifton (33,33 e 37,39 % FDN, respectivamente) intensa produção de espuma na digesta ruminal, entre duas e quatro horas após alimentação o que aumentava a pressão no rúmen levando, algumas vezes, à expulsão da cânula, o que também deve ter contribuído para reduzir o consumo,

uma vez que a distensão física do rúmen-retículo tem sido considerada como um dos principais fatores limitantes do consumo em muitas forragens e em dietas com alto percentual de fibra (Balch e Campling, 1962; Baile e Forbes, 1974, citados por Mertens (1994).

Uma vez que houve alta correlação entre consumo de MS, expresso em g/dia, %PV e $g/PV^{0,75}$, com consumo de FDN (%PV) ($R= 0,95$; $P<0,01$) e com a ingestão de água, expressa em kg água/kg de MS ($R= 0,95$; $P<0,01$), foi avaliado o efeito da regressão desses fatores sobre o consumo de MS, tendo-se verificado efeito quadrático (Figuras 1 e 2).

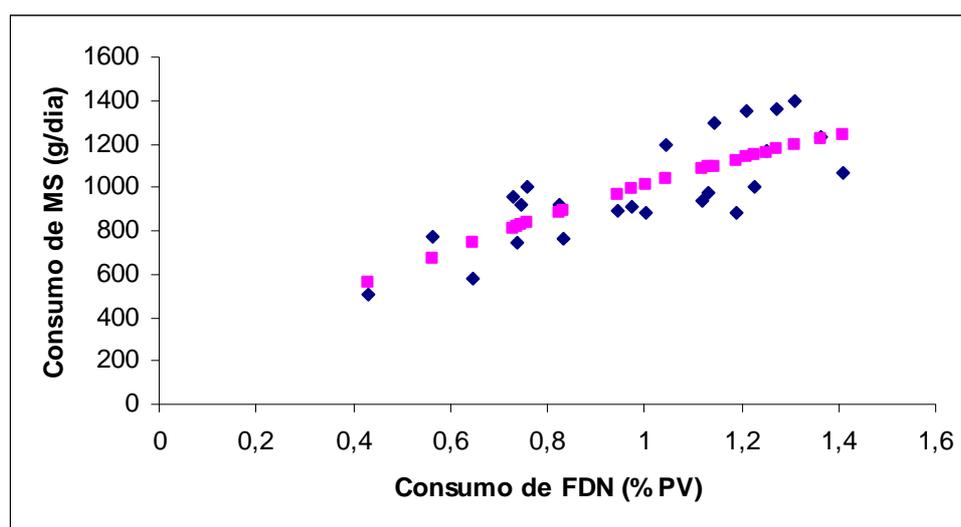


Figura 1- Correlação entre o consumo de MS (g/dia) e consumo de FDN (%PV)
Figure 1 Correlation among the consumption of DM (g/dia) and consumption of NDF (%PV)

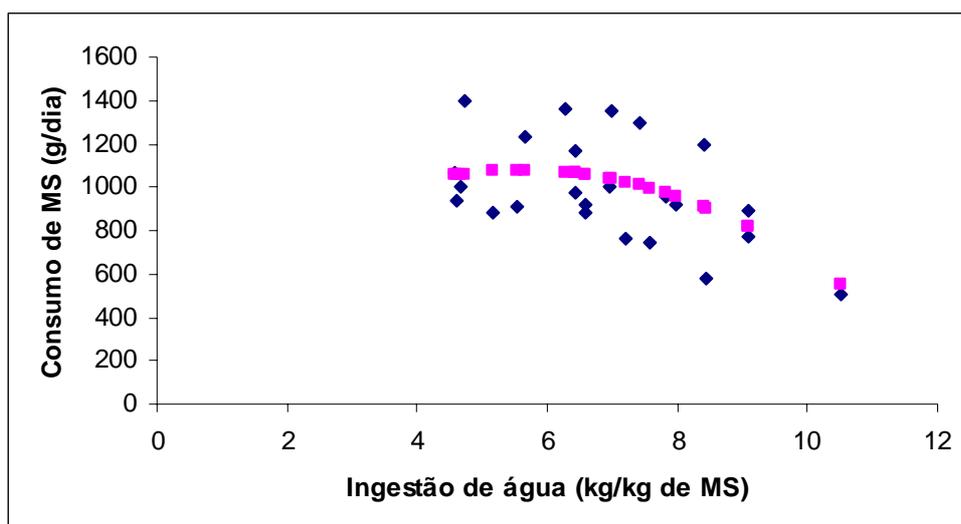


Figura 2- Correlação entre o consumo de MS (g/dia) e ingestão de água (kg/kg de MS)

Figure 2- Correlation among the consumption of DM (g/day) and ingestion of water (kg/kg of DM)

Tabela 3 - Médias e equações de regressão do consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não fibrosos e extrato etéreo por caprinos

Table 3 - Averages and equations of regression of the dry matter consumption (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF), Nonfiber carbohydrates and etherl extract for goats

Consumo Consumption	Níveis de feno na dieta (%) Hay levels in the diet (%)					Equações Equations	R ²	CV
	5	15	25	35	45			
MS								
(DM)								
g/dia	811,46	1031,00	1054,86	999,20	1051,06	749,9300+18,9767X-0,2876X ²	0,92	9,02
%PV	2,09	2,39	2,65	2,48	2,53	1,9153+0,0419X-0,0006X ²	0,93	7,15
g/PV ^{0,75}	52,27	61,10	66,42	62,55	64,23	47,8249+1,0889X-0,0167X ²	0,93	7,43
MO								
(OM)								
g/dia	732,35	931,31	956,31	915,36	974,98	678,4793+16,7152x-0,2382X ²	0,92	9,41
%PV	1,89	2,16	2,40	2,27	2,34	1,7305+0,0373X-0,0005X ²	0,90	7,92
g/PV ^{0,75}	47,19	55,21	60,20	57,29	59,37	43,2142+0,9682X-0,0140X ²	0,92	8,11
PB								
(CP)								
g/dia	118,8	148,50	149,80	149,60	162,00	122,7629+0,8994X	0,82	10,80
%PV	0,30	0,34	0,38	0,37	0,39	0,3096+0,0019X	0,78	9,42
g/PV ^{0,75}	7,65	8,81	9,44	9,33	9,87	7,7580+0,0500X	0,78	9,62
FDN								
(NDF)								
g/dia	271,00	395,00	430,20	418,80	509,80	275,7629+5,0995X	0,91	11,56
%PV	0,70	0,91	1,08	1,04	1,22	0,6930+0,0118X	0,91	10,36
g/PV ^{0,75}	17,40	23,42	27,04	26,56	31,03	17,3745+0,3037X	0,91	10,52
CNF								
(FNC)								
g/dia	328,28	367,25	354,04	326,34	298,93	314,7994+4,1970X-0,1033X ²	0,96	7,40
%PV	0,85	0,85	0,89	0,81	0,72	0,8120+0,0076X -0,0002X ²	0,97	5,94
g/PV ^{0,75}	11,37	11,32	11,85	10,80	9,57	10,8269+0,1016X-0,0028X ²	0,97	5,94

O consumo de carboidratos-não-fibrosos (CCNF) foi influenciado de forma quadrática pela adição de feno na dieta, sendo que no nível 20,30% (ponto de máxima) observou-se consumo de 357,41 g/dia. Quando expresso em %PV e g/PV^{0,75}, o percentual de feno que resultou em maior consumo (0,88 e 11,74, respectivamente) foi 17,7%.

A adição de feno às dietas não influenciou a digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDN, CNF. Em consequência, o percentual de NDT também não sofreu influência do nível de feno na dieta (Tabela 4). Isto ocorreu provavelmente pelo fato de que os animais selecionavam mais a palma forrageira, apesar da dieta ser fornecida na forma de ração completa. Andrade et al. (2002) avaliando os efeitos da substituição da silagem de sorgo por palma forrageira sobre os coeficientes de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA, CHT e CNF, verificaram que para vacas em lactação, a digestibilidade de nutrientes de dietas à base de palma forrageira foi afetada pelos teores de carboidratos não-fibrosos (CNF) e fibra em detergente neutro (FDN), à medida que os teores de FDN diminuíram.

O tipo e a quantidade de carboidratos presentes no alimento afetam a fermentação e a eficiência microbiana.(Van Soest et al., 1991; Allen, 1997 e Allen e Grant, 2000). Dessa forma, já que a palma é rica nestes compostos, seriam necessários estudos de qualificação de seus carboidratos, uma vez que este grupo compreende açúcares e amido (carboidratos não-estruturais), frutanas, beta-glucanos e pectina (fibra solúvel em detergente neutro) e ácidos orgânicos, que, de acordo com a quantidade e o arranjo no alimento, pode resultar em diferentes padrões de fermentação ruminal (Hall, 2001).

Tabela 4 - Coeficientes de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), fibra em detergente neutro (CDFDN) e carboidratos não fibrosos (CDCNF) e percentual de nutrientes digestíveis totais (NDT) das dietas

Table 4 - Coefficients of digestibility of the dry matter (CDDM), organic matter (CDOM), crude protein (CDCP), etherl extract (CDEE), neutral detergent fiber (CDNDF) and Nonfiber carbohydrates (CDNFC) and percentile of nutritious total digestíveis (NDT) of the diets

Variáveis Variables	Níveis de feno na dieta (%) Hay levels in the diet (%)					X	CV
	5	15	25	35	45		
CDMS (DCDM)	70,31	73,68	69,55	70,68	68,75	70,59	7,81
CDMO (DCOM)	74,21	76,86	72,52	73,35	71,32	73,65	7,06
CDPB (DCCP)	77,33	80,94	77,17	79,84	79,02	78,86	5,79
CDEE (DCEE)	47,03	60,52	60,44	63,49	61,30	58,55	16,00
CDFDN (DCNDF)	55,22	61,49	52,59	52,98	54,42	55,34	18,70
CDCNF (DCNFC)	87,36	90,45	92,03	91,28	91,00	90,42	3,66
NDT (TDN)	66,77	69,50	65,74	67,28	65,36	66,93	6,77

Os dados das características da fermentação ruminal das dietas experimentais encontram-se na Tabela 5.

O conteúdo ruminal total, expresso em kg/dia, % do PV e $g/PV^{0,75}$, quatro horas após a alimentação, não sofreu influência do percentual de feno na dieta e foi em média 7,60; 18,79 e 0,47, respectivamente. Comportamento semelhante observou-se para o conteúdo de MS do rúmen, cujos valores médios em kg/dia, % do PV e $g/PV^{0,75}$, foram 0,86; 2,12 e 0,05, respectivamente.

Quanto aos valores de FDN presentes no conteúdo ruminal (kg/dia antes da alimentação) verificou-se influência cúbica ao ser adicionado feno nas dietas e, influência linear para FDN em kg/dia após alimentação, %PV e $kg/PV^{0,75}$, o que era esperado pelo aumento de fibra nas dietas experimentais.

A densidade do líquido ruminal antes da alimentação não sofreu influência da adição de feno nas dietas, porém, aumentou linearmente após a alimentação, em função da adição de feno de tifton nas dietas. Segundo Van Soest (1994), a densidade é inversamente

relacionada com o tamanho da partícula do alimento, devido à perda física de espaço celular interno através da perda de água e gás. Neste trabalho, porém, a menor densidade nas dietas com maior percentual de palma deve-se provavelmente, a grande produção de espuma.

O volume do rúmen foi estimado a partir da densidade do líquido ruminal obtendo-se valores médios de 5,34 L (4,95 a 5,84 L) antes da alimentação e 7,80 L (7,16 a 8,07 L) quatro horas após. Possivelmente, se a densidade tivesse sido medida antes do conteúdo ruminal ser filtrado, poder-se-ia verificar diferença entre as dietas, pois, ao se filtrar a digesta as bolhas de ar foram rompidas, o que pode ter alterando a densidade.

As taxas de renovação alimentar da MS (h) e da FDN (h) tiveram comportamento quadrático, com ponto de máxima de 56,74 e 53,47 % de feno na dieta, respectivamente, comportamento semelhante ao verificado para o consumo de MS. A taxa de renovação é influenciada pelo nível de ingestão e pela digestibilidade da dieta (Van Soest, 1994). Considerando-se que os coeficientes de digestibilidade da MS e da FDN foram semelhantes nas diferentes dietas, a diferença no consumo poderia explicar o comportamento verificado na renovação do conteúdo ruminal. Cannas et al. (2003) avaliando os mecanismos de controle da taxa de renovação alimentar com bovinos e ovinos, verificaram que não houve diferença na taxa de renovação da MS (h) e da FDN (h) dentro da mesma espécie que foi de 19,6 e 27,0 (bovino) e 19,5 e 22,0 (ovino), respectivamente.

A taxa de desaparecimento da MS teve comportamento quadrático, com ponto de máxima de 57,38% de feno, enquanto que a da FDN foi semelhante entre os tratamentos.

Tabela 5 - Características da fermentação ruminal em dietas a base de palma forrageira contendo níveis crescentes de feno de tifton em rações para caprinos

Table 5 - Characteristics of the fermentation ruminal in diets the base of cactus forage containing growing levels of tifton hay in rations for goats

Características do rúmen <i>Rúmen characteristics</i>	Níveis de feno na dieta (%) <i>Hay levels in the diet (%)</i>					R ²	CV
	5	15	25	35	45		
Conteúdo ruminal <i>Content ruminal</i>							
kg/dia	7,560	7,788	6,979	7,899	7,785	ns	12,38
%PV	19,39	18,23	17,87	19,56	18,93	ns	13,79
kg/PV ^{0,75}	0,484	0,465	0,446	0,493	0,478	ns	13,37
Kg de MS/dia	0,793	0,836	0,831	0,917	0,927	ns	13,53
%PV	2,05	1,93	2,12	2,26	2,25	ns	15,29
Kg/PV ^{0,75}	0,051	0,049	0,053	0,057	0,057	ns	14,73
Kg de FDN/dia	0,345	0,421	0,438	0,477	0,502	*1	0,77 16,66
%PV	0,88	0,96	1,11	1,18	1,21	*2	0,62 15,48
kg/PV ^{0,75}	0,013	0,014	0,016	0,016	0,022	*3	0,86 15,34
Volume <i>Volume</i>							
Antes alimentação (L) <i>Before feeding (L)</i>	4,953	4,994	5,421	5,845	5,509	ns	15,53
Após alimentação (L) <i>After feeding (L)</i>	8,057	8,072	7,160	8,019	7,678	ns	11,05
Taxa de renovação <i>Turnover</i>							
MS (h)	13,39	10,48	10,90	11,60	12,70	**1	0,86 13,22
DM (h)							
FDN (h)	17,65	15,66	12,69	12,51	15,56	**2	0,88 11,92
NDF (h)							
Taxa de Desaparecimento <i>Disappearance rate</i>							
MS (h)	0,078	0,100	0,104	0,092	0,080	**3	0,83 15,84
DM (h)							
FDN (h)	0,058	0,067	0,087	0,079	0,067	ns	19,69
NDF (h)							
Densidade do líq. Ruminal <i>Density of the liquid ruminal</i>							
Antes alimentação kg/cm ³ <i>Before feeding kg/cm³</i>	0,987	0,985	0,984	0,958	1,027	ns	4,84
Após alimentação kg/cm ³ <i>After feeding kg/cm³</i>	0,937	0,967	0,974	0,985	1,013	*4	0,63 4,37

*1 $\hat{Y} = 0,342441 + 0,003745X$

*2 $\hat{Y} = 0,856521 + 0,008673X$

*3 $\hat{Y} = 0,011979 + 0,000188X$

*4 $\hat{Y} = 0,931680 + 0,001740X$

**1 $\hat{Y} = 14,425541 - 0,294735 X + 0,005811X^2$

**2 $\hat{Y} = 20,388450 - 0,511152X + 0,008856X^2$

**3 $\hat{Y} = 0,066253 + 0,002972X - 0,000060X^2$

***1 $\hat{Y} = 0,137129 + 0,175560X - 0,000795X^2 + 0,000011X^3$

O nitrogênio ingerido, digerido e retido (g/dia) sofreram influência quadrática pela adição de feno na dieta com pontos de máxima de 21,41; 21,92 e 20,58%, respectivamente.

Com adição de feno na dieta a excreção de nitrogênio na urina (g/dia) aumentou

linearmente, já o nitrogênio retido em porcentagem do digerido diminuiu linearmente.

A produção microbiana foi influenciada de forma quadrática pela adição de feno nas dietas com ponto de máxima de 51,75%, entretanto, a eficiência de síntese, expressa em g/Kg MODR e g/Kg NDT, não sofreu influência da adição de feno nas dietas. Misra et al. (2005) avaliando o consumo, digestibilidade e produção microbiana em ovelhas alimentadas com feno (*C. clairis*) suplementado com concentrado, palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill) e recebendo ou não amendoim como fonte de N, verificaram que as ovelhas suplementadas com amendoim apresentaram maior quantidade de N ruminal total e N-NH₃ do que aquelas que receberam apenas palma, sendo que diminuiu a produção microbiana.

Tabela 6- Balanço de nitrogênio e produção microbiana

Variáveis Variables	Níveis de feno na dieta (%) Hay levels in the diet (%)					R ²	CV	
	5	15	25	35	45			
N ingerido (g/dia)	46,72	60,92	55,37	52,24	35,75	**1	85,28	18,87
N digerido (g/dia)	29,26	44,38	35,77	33,60	25,73	**2	82,89	25,55
N excretado (g/dia)								
Fezes	17,45	16,53	19,60	18,64	8,83	ns		30,10
Urina	4,94	7,23	6,69	7,41	7,63	*1	89,16	12,94
N retido								
g/dia	24,32	37,15	29,08	26,19	18,11	**3	83,90	30,01
% do digerido	81,95	81,95	77,11	73,27	64,45	*2	85,27	13,88
% do ingerido	51,49	59,28	49,34	47,05	38,82	ns		22,18
Produção microbiana Microbial production								
g/dia	48,95	66,70	65,37	70,05	63,21	**4	0,84	14,71
g/kg MODR	162,47	150,61	145,82	175,51	145,66	ns		23,73
g/kg OMRD								
g/kg NDT	129,67	107,03	94,55	106,81	111,18	ns		24,05
g/kg TND								

*1 $\hat{Y} = 5,273506 + 0,058932X$

*2 $\hat{Y} = 86,316995 - 0,421336X$

**1 $\hat{Y} = 39,837178 + 1,780873X - 0,041588X^2$

**2 $\hat{Y} = 25,943956 + 1,212802X - 0,027663X^2$

**3 $\hat{Y} = 21,467041 + 1,056962X - 0,025680X^2$

**4 $\hat{Y} = 41,656521 + 1,839052 - 0,030235X^2$

Os valores de pH no líquido ruminal variaram em função da hora de alimentação (Figura 3), apresentando-se mais elevados antes do fornecimento da alimentação e diminuindo consideravelmente entre duas e seis horas após alimentação.

Os valores médios de pH ruminal para todas as rações ($\pm 6,0$) estiveram na faixa aceitável para o máximo crescimento microbiano, que segundo Silva & Leão (1979) e Cecava et al. (1990), está entre 5,5 e 7,0, porém, encontram-se fora da faixa ideal de pH para a digestão da fibra que, segundo os mesmos autores, seria entre 6,7 e 7,1. Ben Salem et al. (1996), trabalhando com palma na dieta de cordeiros em substituição à palhada de trigo, não observaram efeito dos níveis de palma sobre o pH ruminal, mas observaram redução na relação acetato:propionato e aumento na concentração de butirato. Silva et al. (1997) também encontraram maior concentração de propionato no rúmen de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira e conseqüentemente menor relação acetato:propionato, verificando-se que a palma forrageira, como ingrediente da dieta, atua de forma semelhante a alimentos concentrados.

O gráfico a seguir ilustra as estimativas dos valores de pH no líquido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais contendo níveis crescentes de feno de tifton (FT) em dietas para caprinos.

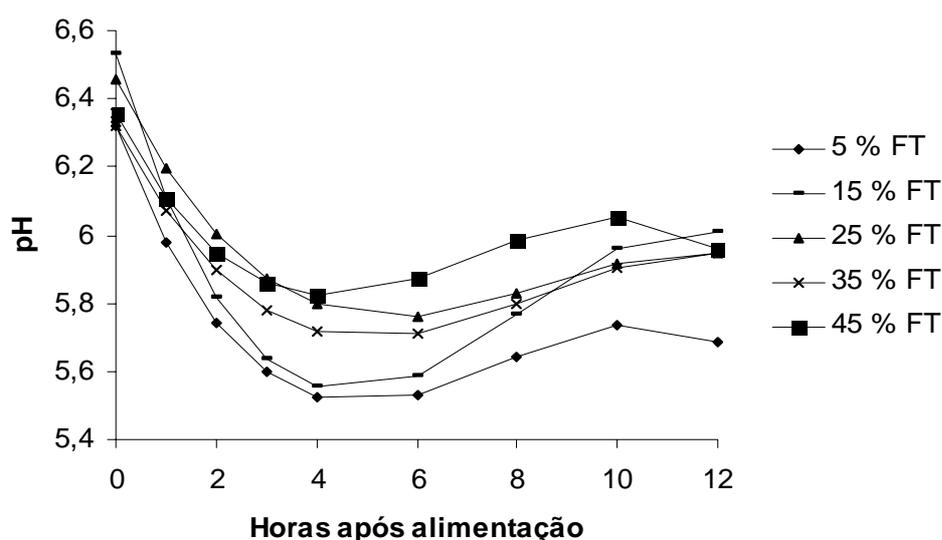


Figura 3- Estimativas dos valores de pH no líquido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em caprinos.

Figure 3 - Estimates of the pH values in the liquid ruminal in function of the times of collection, for the experimental rations in goats.

As equações de regressão ajustadas para as concentrações de pH no líquido ruminal, em função do tempo, para as rações experimentais encontram-se na Tabela 7.

Tabela 7- Equações de regressão ajustadas para os valores de pH no líquido ruminal, em função dos tempos de coleta, em caprinos

Table 7 - Adjusted regression equations for the pH values in the liquid ruminal in function of the times of collection in goats

Níveis de feno de tifton (%)	Regressão
5	$\hat{Y} = 6,31842 - 0,39697H + 0,05988H^2 - 0,00260H^3$
15	$\hat{Y} = 6,52976 - 0,49109H + 0,07390H^2 - 0,00305H^3$
25	$\hat{Y} = 6,45591 - 0,30090H + 0,04028H^2 - 0,00156H^3$
35	$\hat{Y} = 6,32155 - 0,28826H + 0,04073H^2 - 0,00161H^3$
45	$\hat{Y} = 6,35743 - 0,29406H + 0,04935H^2 - 0,00230H^3$

O N-NH₃ ruminal foi influenciado pelo nível de feno na ração, podendo ser observado que o pico máximo de concentração de N-NH₃ ocorreu de uma a duas horas após o fornecimento para as rações com baixo percentual de fibra e de uma a quatro horas após o fornecimento para as rações com alto percentual de fibra (Figura 4).

O gráfico a seguir ilustra as concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais contendo níveis crescentes de feno de tifton (FT) em dietas para caprinos.

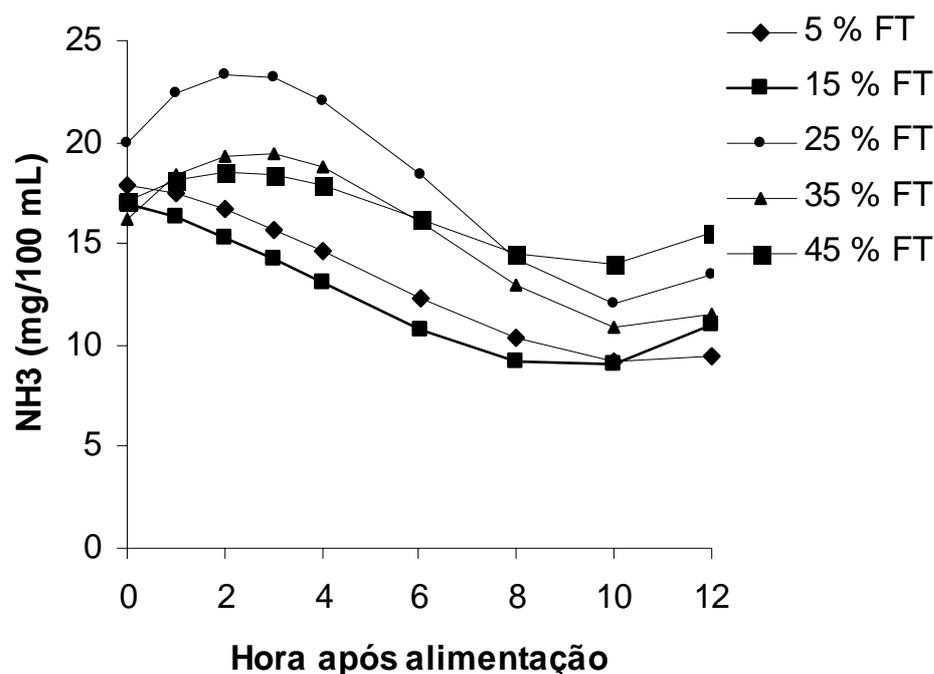


Figura 4- Estimativas das concentrações de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, em função dos tempos de coleta, para as rações experimentais em caprinos.

Figure 4- Estimates of the concentrations of nitrogen ammoniacal in the liquid ruminal, in function of the times of collection for the experimental rations in goats.

A amônia é a principal fonte de nitrogênio usada para a síntese de proteína microbiana, sendo o produto final resultante do processo fermentativo de proteína realizado por microrganismos ruminais. Segundo Satter e Slyter (1974), as concentrações de N-NH₃ superiores a 5 mg/100 mL de fluido representam um excesso que não é utilizado para a síntese microbiana. Segundo Russell et al. (1992), a produção e absorção excessivas de amônia aumentam a excreção de N e o custo energético de produção de uréia. Todos os tratamentos proporcionaram produção de N-NH₃, nas duas primeiras horas após alimentação, acima de 15 mg/100mL de fluido ruminal, e esses valores mantiveram-se acima de 8mg/100mL de fluido nas horas seguintes.

Os comportamentos das concentrações do N-NH₃ no rúmen, em função dos tempos de coleta, são apresentados na Tabela 7.

Tabela 8- Equações de regressão ajustadas para as concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal (mg/100 ml), em função dos tempos de coleta, em caprinos

Table 8- Adjusted regression equations for the concentrations of nitrogen amoniacal (N-NH₃) in the liquid ruminal (mg/100 ml), in function of the times of collection, in goats

Níveis de feno de tifton (%)	Regressão
5	$\hat{Y} = 17,93855 - 0,35938H - 0,16408H^2 + 0,01127H^3$
15	$\hat{Y} = 16,99260 - 0,56220H - 0,16305H^2 + 0,01402H^3$
25	$\hat{Y} = 19,98389 + 3,15588H - 0,83355H^2 + 0,04380H^3$
35	$\hat{Y} = 16,24058 + 2,72008H - 0,65631H^2 + 0,03308H^3$
45	$\hat{Y} = 17,07816 + 1,44102H - 0,39960H^2 + 0,02243H^3$

Conclusões

A adição de feno de tifton em dieta à base de palma forrageira influenciou o consumo de MS, MO, PB, FDN e CNF, mas não os coeficientes de digestibilidade desses nutrientes;

Inclusão de feno de tifton em dieta à base de palma forrageira influenciou o pH e a concentração de N-NH₃ do conteúdo ruminal, bem como a taxa de renovação da MS e da FDN e a densidade do líquido ruminal.

Referências Bibliográficas

ALLEN, D. M.; GRANT, R.J. Interactions between forage and wet corn gluten feed as sources of fiber in diets for lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy., v.83, n.2, p. 322-331, 2000.

ALLEN, M. S. Relationship between fermentation acid production in the rumen and requirements for physically effective fiber. In: SYMPOSIUM: Meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.*, Savoy,.. v.80, n.7, p.1447-1462, 1997.

ANDRADE, D. K. B. de. *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). *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, n. 5, p. 2088 – 2087. 2002.

ARAÚJO, P.R.B. *Substituição do milho por palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill. e Nopalea cochenillifera Salm-Dyck) em dietas completas para vacas em lactação.* 2002. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2002.

BATISTA, A. M. V. *et al.* Effects of variety on chemical composition, *in situ* nutrient disappearance and *in vitro* gas production of spineless cacti, *J. Sci. Food Agric.*, v.83, p.440-445. 2003.

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

CANNAS, A. *et al.* Use of animal and dietary information to predict rumen turnover. *Anim. Feed Sci. and Technol.* v.106, n.1, p. 95-117, 2003.

CECAVA, M. J. *et al.* Composition of ruminal bacteria harvested from steers as influenced by dietary energy level, feeding frequency and isolation techniques. *J. Dairy Sci.*, Savoy., 73:2480-2488, 1990.

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. *Inter. Feed Res. Unit.* Rowett Research Institute. Aberdeen, UK. (Occasional publication). 21p., 1992.

EARDMAN, R.A. *et al.* Effect of rumen ammonia concentration on "in situ" rate and extent of digestion of foodstuffs. *J. Dairy Sci.*, Savoy.,v.29, n.9, p.2312-2320. 1986.

HALL, M. B. Recentes avanços em carboidratos não-fibrosos na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE: Novos conceitos em nutrição, 2., 2001, Lavras. *Anais...* Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2001. p.149 - 159.

HOOVER, W. H., STOKES, S. R.. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, n.10, p.3630 – 3644, 1991.

HOOVER, W. H. Chemical factories involved in ruminal fiber digestion.. *J. Dairy Sci.*, Savoy., v.29, n.10, p.2755 - 2766, 1986.

LOPES, E. B. Recomendações técnicas de controle da Cochonilha farinhosa das palmas forrageiras, para as microrregiões da Cariri e Curimataú Paraibanos. EMEPA-PB. Paraíba. p.1, 1993.

LU, C. D. *et al.* Fibre digestion and utilization in goats. *Small Rum.. Res.*, v. 60, p. 45 - 52, 2005.

LU, C. D., JORGENSEN, N. A. Alfalfa saponins affect site and extent of nutrient digestion in ruminants. *J. Nutr.*, v. 117, p. 919 – 927, 1987.

MERTENS, D. R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr, G. C. Forage Quality, Evaluation, and Utilization. *Amer. Soc. Agron.*, p. 450-493, 1994.

MISRA, A. K. *et al.* Intake, digestion and microbial protein synthesis in sheep on hay supplemented with prickly pear cactus [*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.] with or without groundnut meal. *Small Rum. Res.*. xxx (2005) xxx–xxx (Article in press).

NEFZAOU, A., BEN SALEM, H. *Opuntia: a strategic fodder and efficient tool to combat desertification in the Wana Region.* [S.l.: s.n.], 2001. Disponível em: <<http://www.fao.org/WAICENT/FAOINFI/AGRI.../AGPC/doc/publicat/cactusn/cactus2htm>> Acesso em: 26 mar. 2003.

NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Goats.* Revised Washington, DC, National Academy of Science, 91 p. 1981.

NUSSIO, L. G. *et al.* Silagem do excedente de produção das pastagens para suplementação na seca. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E NUTRIÇÃO DE GADO DE CORTE, Goiânia, 2000. *Anais...* Goiânia:CBNA, 2000. p. 121 – 138.

OLIVEIRA, F. R. Alternativas de alimentação para a pecuária no semi árido nordestino. In: SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1996, Natal. *Anais...* Natal: SNPA, 1996. p. 127-147.

PRESTON, T. R. Better Utilization of crop residues and by products in animal feeding: research guidelines 2. A practical manual for research workers. *Food Agric, Organ. of the Unit. States Nat.*, 154p. 1986.

RUSSELL, J.B. *et al.* A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminal fermentation. *J. Anim. Sci.*, v.70, p. 3551-3561, 1992.

SANTANA, O. P. *et al.* Palma versus silagem na alimentação de vacas leiteiras. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v.1, p. 31-40, 1974.

SANTOS, D.C. *et al.* A palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill *Nopalía cochonillifera* Salm Dyck) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife: Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária, 23p, 1997. (Documento, 25).

SANTOS, L. E. dos. Hábitos e manejo alimentar de caprinos. In: ENCONTRO NACIONAL PARA O DESENVOLVIMENTO DA ESPÉCIE CAPRINA, 3, Jaboticabal-SP. *Anais...*Jaboticabal:UNESP, 1994. p. 01 – 27.

SANTOS, M.V.F. dos. et al. Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalial cochonillifera* Salm Dyck) na produção de leite. *Rev. Bras. de Zootec.*, Viçosa, v.19, n.6, p.504-511, 1990.

SATTER, L. D., SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. *Brit. J. Nut.*, v.32, n.2, p. 199-209, 1974.

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

SILVA, J. H. V. da. et al. Influência da seleção sobre a qualidade da dieta ingerida por caprinos com feno oferecido em excesso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.6, p.1419-1423, 1999.

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

SILVA, M. F. *et al.* Efeito da adição de capim elefante a dietas a base de palma forrageira sobre a fermentação ruminal em bovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora:Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.140-142.

SNIFEN, C. J. *et al.* A net carbohydrate and protein for evaluating cattle diets, II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v. 70, p. 3562 – 3577, 1992.

STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 1996. SAS user's guide: Statics Version, 1996. SAS, Cary, N. C.

VAN SOEST, P.J. *et al.* Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, Savoy, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.

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

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

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. *Rev. Bras. Zootec.*, Viçosa, v. 31, p. 273-281, 2002.

CAPÍTULO 2

Efeito da substituição de feno de tifton por palma forrageira sobre a ingestão de água e a diurese em caprinos¹

Effect of the substitution of tifton hay for spineless cacti on the ingestion of water and the diuresis in goats

Ednéia de Lucena Vieira², Ângela Maria Vieira Batista³, Adriana Guim⁴, Francisco Fernando Ramos de Carvalho³, Enrico Lippi Ortolane⁵, Clara Satsuki Mori⁶, Pierre Castro Soares⁷, Ana Cybelly de Oliveira Nascimento⁸, Renaldo Fernandes Sales da Silva Araújo⁹

¹ Parte da tese de doutorado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia – PDIZ/UFRPE, parcialmente financiado pela FACEPE;

² Doutoranda do PDIZ/DZ/UFRPE e-mail: edneialv@gmail.com

³ Professora Adjunto/DZ/UFRPE, bolsista do CNPq e-mail: abatista@ufrpe.br

⁴ Professora Adjunto/DZ/UFRPE

⁵ Professor Associado da FMVZ-USP;

⁶ Química do Laboratório de doenças nutricionais da FMVZ-USP

⁷ Professor Adjunto DMV/UFRPE

⁸ Mestre em Zootecnia pelo PPGZ/DZ/UFV

⁹ Aluno de graduação em Zootecnia, bolsista PET/DZ/UFRPE,

Resumo

Objetivou-se avaliar o efeito da ingestão de palma forrageira sobre o consumo de água e a diurese em caprinos. Foram utilizados cinco caprinos, mestiços, fistulados no rúmen. Os animais foram alojados em baias individuais e distribuídos em quadrado latino 5 x 5. As dietas experimentais foram constituídas à base de palma forrageira, feno de tifton, farelo de soja e sal mineral. A coleta de urina foi realizada durante 24 horas utilizando-se bolsas coletoras de urina. Após fornecimento da ração, a cada micção a urina era colhida, medida e amostrada. Não foram observadas diferenças significativas quanto a ingestão de água pelos animais através da adição de palma forrageira na dieta. A excreção e taxa de formação de urina aumentaram linearmente com adição de palma na dieta. As concentrações plasmática e urinária de uréia, bem como excreção diária diminuiu linearmente com adição de palma. Sendo assim a inclusão de palma forrageira em dietas para caprinos não influencia a ingestão de água, porém, aumenta a excreção urinária.

Palavras-chaves: cactácea, excreção urinária, semi-árido, uréia.

Abstract

An experiment was developed that aimed to evaluate the effects of cactus ingestion on water intake and diuresis in goats, in which five crossbreed, in the rumen fistuled. The animals were housed in individual stalls and distributed in a 5 x 5 Latin square. The experimental diets consisted of a spineless cacti, tifton hay, soy bran and mineral salt. Blood was collected 4 hours after feeding, and urine collection was done during a 24 hour period using urine collection bags. Significant differences were not observed in water consumption as a result of adding spineless cacti to the diet. Urinary excretion and rate of formation increased linearly with the addition of spineless cacti. Plasma and urinary urea concentrations decreased linearly with the addition of spineless cacti. The results of this study indicated that the inclusion of spineless cacti in the diet for goats did not influence water ingestion, however, it did increase urinary excretion.

Keywords: cacti, intake, semi-arid, urea, urinary excretion.

Introdução

No Nordeste do Brasil, nos últimos anos, tem crescido a utilização de tecnologias de produção de espécies forrageiras adaptadas a estresses hídricos, para atender a demanda de forragem no período de estiagem, com destaque para a palma forrageira. A utilização dessa espécie vegetal na alimentação dos rebanhos tem aumentado em muitas regiões áridas e semi-áridas do mundo, principalmente, por sua alta resistência à estiagem, aliada a alta palatabilidade, alta produção de biomassa e tolerância à salinidade.

A composição química da palma forrageira depende do gênero, espécie, variedade, idade da planta, ordem do artículo, estação do ano, e adubação (Teles et al., 1987; Retamal et al., 1987; Santos, 1989; Santos et al., 1990; Luo e Nobel, 1992; Santos et al., 2000; Teles et al., 2000). A matéria seca é baixa, variando de 7,01 a 11,94 (Valdez e Rivera, 1992; Santos et al., 2000). Esse alto teor de umidade, entretanto, é uma característica positiva, uma vez que nas regiões semi-áridas o fornecimento de água pode ter sérias limitações qualitativas, inclusive para a espécie humana. Assim sendo, a utilização de palma forrageira na alimentação de ruminantes pode reduzir a necessidade de suprimento hídrico para essas espécies, uma vez que o consumo de palma forrageira por bovinos, caprinos e ovinos resulta em redução da ingestão de água (Ben Salem et al., 1996; Lima et al., 2003; Ben Salem et al., 2005).

A principal via de obtenção de água pelo animal é por ingestão direta, devido ao hábito ou ao ritmo diário de consumir alimento e beber água. Entretanto, quando consomem alimentos muito suculentos, a ingestão de água pode ser muito reduzida ou nula. Nessas condições, o animal pode excretar considerável quantidade de urina, em consequência de sobrehidratação, para regular o volume de água do corpo (Reece, 2004). Aumento da excreção urinária pode também ser efeito secundário à ação de diferentes substâncias que estimulam o trato urinário, por diferentes mecanismos.

Na medicina popular da Sicília, infusão de flores de palma têm efeito depurativo, diurético e relaxante no trato renal (Arcoelo et al., 1961, 1966; Sisini, 1969, citados por Galati et al., 2002) e os frutos melhoram a função renal (Cacioppo, 1991, citado por Galati et al., 2002). Galati et al. (2002) verificaram que infusão de cladódios, frutos e flores de palma (*Opuntia ficus indica* (Mill)) aumentaram a diurese em ratos e Bwititi et al. (2001) relatam que, embora o mecanismo não seja ainda claro, extrato de cladódios de *O. megachanta* modula o controle da água e do sódio renal.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da ingestão de palma forrageira sobre o consumo de água e a diurese em caprinos.

Material e Métodos

O experimento foi executado no setor de caprinocultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, de janeiro a abril de 2004.

Foram utilizados cinco caprinos, adultos, castrados, mestiços da raça Alpina americana, com peso vivo médio de 40,16 kg e equipados com cânula ruminal permanente. Os animais foram alojados em baias individuais medindo 2,0 x 1,8 m, providas de comedouro e bebedouro e distribuídos em quadrado latino 5 x 5 (5 dietas e 5 períodos).

As dietas experimentais foram constituídas à base de palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill), feno de tifton (*Cynodon dactylon* Pears), farelo de soja (*Glycine Max* (L.)) e sal mineral, cuja composição percentual encontra-se na Tabela 1.

Tabela 1 - Ingredientes e composição das rações experimentais

Table 1 - Ingredients and composition of the experimental rations

Alimentos <i>Nutrients</i>	Níveis de palma na dieta (%) <i>Spineless cacti levels in the diet (%)</i>				
	37,3	47,3	57,5	67,0	76,5
Palma forrageira <i>Cactus forage</i>	37,3	47,3	57,5	67,0	76,5
Feno de tifton <i>Tifton hay</i>	45,00	35,00	25,00	15,00	5,00
Farelo de soja <i>Soy bran</i>	17,20	17,20	17,30	17,50	18,00
Sal mineral <i>Mineral salt</i>	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
Nutrientes <i>Nutrients</i>	Composição química <i>Chemical composition</i>				
Matéria seca (%) <i>Dry matter (%)</i>	19,71	15,91	13,59	11,87	10,58
Proteína bruta (% na MS) <i>Crude Protein (% DM)</i>	13,23	12,93	12,67	12,47	12,40
Fibra em detergente neutro (% na MS) <i>Neutral detergent fiber (% DM)</i>	49,32	45,37	41,39	37,39	33,33
Fibra em detergente ácido (% na MS) <i>Acid detergent fiber (% DM)</i>	24,54	22,77	21,00	19,22	17,40
Matéria mineral (% na MS) <i>Mineral matter (% DM)</i>	8,83	9,16	9,48	9,80	10,10
Matéria orgânica (% na MS) <i>Organic matter (%DM)</i>	90,16	89,83	89,50	89,17	88,86
Carboidratos não fibrosos (% na MS) <i>Nonfiber carbohydrates (% DM)</i>	26,68	30,60	34,53	38,42	42,25
Extrato etéreo (% na MS) <i>Ether extract (% DM)</i>	1,94	1,94	1,93	1,92	1,92
Lignina na fibra em detergente ácido (% na FDA) <i>Lig. Acid detergent fiber (% ADF)</i>	3,32	3,30	3,27	3,24	3,19

O fornecimento da ração foi ajustado diariamente, de acordo com o consumo do dia anterior, para permitir sobras de aproximadamente 10% do ofertado. Na Tabela 2 são apresentados os consumos de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CT), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos não estruturais (CNE), nutrientes digestíveis totais (NDT), sódio (Na) e potássio (K) por caprinos recebendo dietas com diferentes percentuais de palma forrageira.

Tabela 2 - Consumo de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), nutrientes digestíveis totais (NDT), sódio (Na) e potássio (K) por caprinos recebendo dietas com diferentes percentuais de palma forrageira

Table 2 - Consumption dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), nutritious total digestíveis (NTD), sodium (Na) and potassium (K) for goats receiving diets with different percentile of spineless cacti

Consumo Consumption	Níveis de palma na dieta (%) Spineless cacti levels in the diet (%)				
	37,3	47,3	57,2	67,0	76,5
MS (DM)					
g/dia	1051,06	999,20	1054,86	1031,00	811,46
% do PV	2,53	2,48	2,65	2,39	2,10
g/PV ^{0,75}	64,23	62,55	66,42	61,10	52,27
MO (OM)					
g/dia	974,98	915,36	956,31	931,31	732,35
% do PV	2,34	2,27	2,40	2,16	1,89
g/PV ^{0,75}	59,37	57,29	60,20	55,21	47,19
PB (CP)					
g/dia	162,00	149,60	149,80	148,50	118,80
% do PV	0,39	0,37	0,38	0,34	0,31
g/PV ^{0,75}	9,87	9,33	9,44	8,81	7,65
NDT (NTD)					
g/dia	690,69	699,59	715,47	743,32	562,30
% do PV	1,65	1,74	1,79	1,71	1,45
g/PV ^{0,75}	42,04	43,89	45,00	43,87	36,23
Na					
(g/dia)	4,39	3,66	4,55	4,97	4,90
(g/PV ^{0,75})	0,27	0,23	0,29	0,29	0,31
K					
(g/dia)	18,39	18,63	20,55	19,97	17,54
(g/PV ^{0,75})	1,12	1,16	1,28	1,19	1,13

Cada período experimental teve duração de 17 dias, sendo 10 dias para adaptação e sete de coleta. As dietas eram oferecidas à vontade, uma vez ao dia, às 8 horas. No período de coleta, as sobras eram amostradas, formando-se uma amostra composta por animal, por período. Em cada período era coletada uma amostra dos ingredientes da ração.

Para se obter o consumo de água, mensurou-se a sobra diária de água com o auxílio de uma proveta graduada (1 L). As quantidades de água ofertada e da sobra eram medidas individualmente e devidamente anotadas. A evaporação diária também foi avaliada utilizando-se baldes com a mesma quantidade de água distribuídos no galpão experimental. Ao final do período de coletas, a média do consumo dos cinco dias foi calculado e

descontado o valor médio da evaporação durante o mesmo período, obtendo-se assim o valor do consumo de água para o período.

Aproximadamente 4 horas após o fornecimento da dieta era realizada coleta de sangue utilizando tubos de vacutainer. Após coleta, as amostras eram centrifugadas durante 15 minutos a 3000 rpm e posteriormente armazenadas em ependorf de 1,5 mL e colocado em freezer a 20°C. Foram realizadas análises de Glicose (mg/dL), Uréia (mg/dL), Creatinina (mg/dL) e Ácido úrico (mg/dL).

A urina era coletada nas primeiras 24 horas do período de coleta. Aproximadamente às 7 horas e 30 minutos os animais eram contidos com corda, próximo ao comedouro e preparados com bolsas coletoras de urina (bolsas para colostomia 65 mm), que eram coladas ao corpo do animal com adesivo instantâneo universal, para evitar perda de urina. Às 8 horas era fornecida a ração e, desde então, a cada micção, a urina era coletada, medida e amostrada e registrada a hora. A coleta era realizada cortando-se uma das extremidades da bolsa para retirada da urina.

A cada micção de cada animal, era retirada uma amostra de aproximadamente 10 mL que era centrifugada a 2000 rpm durante 20 minutos. Após centrifugação, eram retiradas quatro sub-amostras que eram acondicionadas em ependorf de 1,5 mL e armazenadas em freezer a -20°C, para posterior análises de glicose, uréia, ácido úrico, creatinina sódio (Na⁰) e potássio (K). As determinações de uréia, creatinina e ácido úrico foram realizadas em analisador bioquímico automático Liasys, marca AMS, no Laboratório de Bioquímica do Departamento de Clínica Médica, da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da USP.

Para determinação de creatinina foi utilizado o *kit* comercial Sigma[®], n° 555, de acordo com o método cinético descrito por Lutsgarten e Wenk (1972).

O ácido úrico foi determinado por *kit* diagnóstico comercial, BioSystems[®] n° 11821, no analisador bioquímico automático Liasys, marca MAS, segundo técnica descrita por

Fossati et al. (1980).

A concentração de uréia foi determinada utilizando-se *kit* comercial BAYER® n° T-01 1821-56, por meio da técnica descrita por Talke e Schubert (1965).

As análises de Na e K foram realizadas a partir da urina e extratos do alimento ofertado e sobras utilizando fotômetro de chama.

Os índices urinários foram obtidos por meio de fórmulas descritas por Garry et al (1990). Nas fórmulas em que se utilizava o peso vivo do animal, optou-se por utilizar o peso metabólico ($PV^{0,75}$), que segundo Chen et al., (1990) apresenta melhor ajuste dos dados.

A taxa de depuração endógena de creatinina (TDECr) e as taxas de excreção fracional (TE) de uréia, ácido úrico e glicose foram calculadas, respectivamente por:

$$TDECr \text{ (mL/min/PV}^{0,75}) = [(CrU \times Vu)/CrS]/PV^{0,75}$$

$$TEy \text{ (\%)} = [(Uy/Py)/(CrU/CrS)] \times 100, \text{ onde,}$$

CrU – concentração de creatinina na urina;

Vu – fluxo urinário (mL/minuto);

CrS – concentração de creatinina no plasma;

Uy – concentração de uréia, ácido úrico ou glicose na urina;

Py – concentração de uréia, ácido úrico ou glicose no plasma.

A TE reflete a fração de material filtrado pelo glomérulo que é eliminada na urina. Essa taxa reflete tanto o esforço dos rins em manter a homeostase como os defeitos da habilidade de realizar tal função.

Os dados foram analisados usando o general linear model (GLM) do pacote Statistical Analysis System Institute (SAS, 2000), com nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Os valores médios de ingestão de água, excreção de urina e a taxa de formação de urina (TFU) são apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3 - Ingestão de água, excreção urinaria e taxa de formação de urina (TFU) em caprinos recebendo dietas com diferentes percentuais de palma forrageira

Table 3 - Ingestion of water, excretion would urinate and rate of urine formation (RUF) in goats receiving diets with different percentile of spineless cacti

Variáveis Variables	Níveis de palma na dieta (%) Spineless cacti levels in the diet (%)					R ²	CV	
	37,3	47,3	57,2	67,0	76,5			
Ingestão de água Ingestion of water								
Bebida (mL/dia) Drinking (ml/day)	201,3	288,7	45,1	64,3	69,0	$\hat{Y} = 155,3329 - 31,7699X$	53,25	152,14
Dieta (mL/dia) Diet (ml/day)	5142,4	6102,4	7145,0	7827,2	7074,0	$\hat{Y} = 3438,3565 + 55,9819X$	88,90	10,78
Total Total								
mL/dia mL/day	5343,7	6391,1	7190,1	7891,5	7143,0	$\hat{Y} = 3855,4972 + 51,0287X$	89,24	10,46
kg/kg de MS Kh/kg of DM	5,12	6,42	6,83	7,75	8,98	$\hat{Y} = 1,7516 + 0,0925X$	89,20	9,31
%PV	12,91	15,86	18,06	18,38	18,54	$\hat{Y} = -8,0119 + 0,7657X - 0,0054X^2$	91,20	9,54
g/PV ^{0,75}	327,23	399,61	453,19	470,08	461,45	$\hat{Y} = -217,3379 + 19,9763X - 0,1450X^2$	90,80	9,55
Urina (mL/dia) Urine (mL/day)	3096,7	3011,2	4397,2	4706,2	4657,5	$\hat{Y} = 1140,6214 + 49,6193X$	90,60	10,08
TFU (mL/minuto) RUF (ml/minute)	2,15	2,09	3,05	3,27	3,23	$\hat{Y} = 0,8238 + 0,0337X$	90,19	16,41

A ingestão de água de bebida sofreu interferência da adição de palma forrageira na dieta, verificando-se comportamento linear negativo, verificando-se nas dietas com 37,3 e 47,3 % de palma a ingestão de água de bebida foi aproximadamente cinco vezes maior do que nas demais dietas, provavelmente, devido à grande variação na resposta dos animais. No entanto, deve-se ressaltar que em todos os tratamentos a ingestão voluntária de água foi muito baixa, representando apenas, em média, 2,12 % da água total consumida, com variação de 3,71% a 0,96% entre a dieta com 37,3 e 76,5% de palma forrageira. A variação na resposta dos animais deveu-se ao hábito seletivo dos caprinos e às diferenças entre animais na preferência pela palma. Isso pode ter ocorrido devido os animais demonstrarem preferência pela palma forrageira, selecionando toda palma existente no cocho, o que foi observado durante todos os períodos experimentais. Sendo também que durante 3 períodos experimentais houve ocorrência de chuvas, o que levava os animais a reduzirem o consumo de alimento e ingestão de água.

Segundo Devendra (1967), citado pelo NRC (1981), caprinos de regiões tropicais úmidas consomem diariamente 680 g de água. Dessa forma, o maior consumo encontrado neste trabalho é menor do que o consumo diário esperado. Bem Salem et al. (1996), observaram que o volume de água consumido por ovinos diminuiu de 2,4 L da dieta controle (sem palma) para 0,1 L quando o consumo de palma foi maior do que 300 g de MS/dia.

Adição de palma forrageira nas dietas proporcionou aumento linear na excreção de urina com valores de 3011,2 a 4706,2 mL/dia.

A taxa de formação de urina (TFU) aumentou linearmente com o aumento do nível de palma na dieta, provavelmente devido à quantidade de água presente na palma forrageira. O conteúdo total de água do corpo é mantido relativamente constante ao longo do dia, sendo controlado pela ingestão de água e excreção de urina. Esse controle é necessário para manter a homeostase, uma vez que, se por qualquer razão grande quantidade de água for

incorporada ao fluido extracelular, ela passará para dentro das células e poderá alterar o metabolismo celular (Reese, 2004).

Na Tabela 4 encontram-se os dados referentes às concentrações plasmáticas de glicose, uréia, creatinina e ácido úrico e as concentrações urinárias de glicose, uréia, ácido úrico, creatinina, sódio (Na) e potássio (K), bem como os índices de função renal.

As concentrações plasmáticas de glicose e ácido úrico não foram influenciados pelo nível de palma forrageira na dieta e foram, em média, 60,06 e 0,12 mg/dL respectivamente.

Com a adição de palma forrageira na dieta, verificou-se redução linear nas concentrações plasmática e urinária de uréia, bem como na excreção diária, de modo semelhante ao verificado com a concentração de NH_3 no conteúdo ruminal (Vieira et al, 2006, dados não publicados), porém, a taxa de excreção fracionária de uréia aumentou linearmente com a adição de palma forrageira na dieta.

As concentrações de uréia no sangue, na urina ou no leite têm sido utilizadas como um bom indicador do estado nutricional de proteína em ruminantes (Hammond, 1983; Hof et al, 1997), já que refletem a concentração de amônia no rúmen, que resulta do catabolismo da proteína pelos microrganismos ruminais, e o catabolismo protéico nos tecidos do animal. Elevada concentração de proteína degradável no rúmen resulta em acúmulo de amônia, que passa para o sangue, via parede ruminal, vai para o fígado, onde é transformada em uréia, e é, então, excretada na urina. Dessa forma, alteração na disponibilidade de energia para os microrganismos do rúmen pode resultar em variação na concentração de amônia ruminal e na concentração de uréia no sangue e na urina.

Tabela 4 - Concentração plasmática de glicose, uréia, creatinina e ácido úrico, concentração urinária e taxa de excreção diária (TE) de glicose, uréia, ácido úrico, creatinina, sódio e potássio em caprinos

Table 4 - Concentration glucose plasmática, uréia, creatinine and acid úrico, urinary concentration and rate of daily excretion (DE) of glucose, urea, acid úrico, creatinina, sodium and potassium in goats

Variáveis Variables	Níveis de palma na dieta (%) Spineless cacti levels in the diet (%)					R ²	CV
	37,3	47,3	57,2	67,0	76,5		
Sangue Blood							
Glicose (mg/dL) Glucose (mg/dL)	60,0	62,0	61,0	60,0	60,8	ns	7,11
Uréia (mg/dL) Urea (mg/dL)	29,12	23,38	21,35	24,39	15,49	*1	87,8
Creatinina (mg/dL) Creatinine (mg/dL)	1,12	1,08	1,08	1,05	1,04	*2	4,88
Ácido úrico (mg/dL) Acid urico (mg/dL)	0,14	0,14	0,11	0,13	0,09	ns	31,87
Urina Urine							
Glicose (mg/dL) Glucose (mg/dL)	0,09	0,17	0,07	0,05	0,05	*3	65,41
Uréia (mg/dL) Urea (mg/dL)	374,28	409,04	258,97	322,74	161,99	*4	86,44
Ácido úrico (mg/dL) Acid urico (mg/dL)	2,74	3,52	2,18	1,86	1,94	*5	83,80
Creatinina (mg/dL) Creatinine (mg/dL)	16,21	19,75	13,24	12,80	10,85	*6	79,56
Na (mg/dL)	4,52	2,48	2,44	2,12	3,05	ns	55,88
K (mg/dL)	49,49	41,15	39,46	31,35	28,57	*7	94,37
Excreção diária (mg/ PV^{0,75}/ dia) Daily excretion (mg/PV^{0,75}/day)							
Glicose Glucose	0,16	0,29	0,19	0,12	0,13	**1	82,92
Uréia Urea	704,08	698,81	686,13	721,90	460,94	*8	88,85
Ácido úrico Acid urico	4,85	5,70	5,40	4,40	5,04	ns	18,87
Creatinina Creatinine	29,42	33,30	32,71	28,37	28,87	ns	16,49
Na	82,67	48,66	70,10	63,36	82,18	ns	20,71
K	903,61	848,07	878,28	691,24	741,61	*9	81,93
TFG (mL/min/ PV ^{0,75})	1,87	2,14	2,11	1,87	1,97	ns	20,48
Taxa de excreção fracional Fractional excretion rate							
Glicose Glucose	0,0089	0,0159	0,0105	0,0080	0,0919	**2	87,37
Uréia Urea	92,12	94,07	99,26	107,83	126,69	*10	75,11
Ácido úrico Acid urico	143,51	139,04	174,40	131,40	199,22	ns	41,00

*1 $\hat{Y} = 38,3511 - 0,2766X$; *2 $\hat{Y} = 1,1818 - 0,0018X$; *3 $\hat{Y} = 0,2108 - 0,0021X$; *4 $\hat{Y} = 607,2312 - 5,3410X$; *5 $\hat{Y} = 4,3298 - 0,0327X$; *6 $\hat{Y} = 24,8324 - 0,1798X$; *7 $\hat{Y} = 6829,0413 - 52,8111X$; *8 $\hat{Y} = 930,6586 - 4,9270X$; *9 $\hat{Y} = 1088,7609 - 4,7756X$; *10 $\hat{Y} = 55,592224 + 0,851670X$; **1 $\hat{Y} = -4,777978 + 0,276427X - 0,004892X^2 + 0,000027X^3$;

**2 $\hat{Y} = -0,230808 + 0,013411X - 0,000237X^2 + 0,000001X^3$

A difusão da uréia do tubo proximal para o espaço intersticial acompanha a difusão da água, e seu destino nos segmentos distais do nefron depende do fluxo de urina. Aumento no fluxo de urina resulta em aumento da excreção de uréia na urina. Aumento do nível de palma na dieta resultou em maior taxa de formação de urina, devido à necessidade de excreção da água ingerida através da ração, influenciando, portanto, a taxa de excreção da uréia e, em conseqüência, sua reciclagem para o rúmen. É possível, então, que tanto a mudança na taxa de excreção renal de uréia quanto mudanças na composição dos carboidratos da dieta tenham influenciado as concentrações plasmática e urinária de uréia e de amônia no rúmen.

A concentração de creatinina no sangue foi reduzida linearmente pela adição de palma na dieta, do mesmo modo que na urina (Tabela 4); entretanto, encontra-se próximo aos valores normais (1-2 mg/dL) relatados por Reese (2004). Considerando que a excreção diária de creatinina não variou entre as diferentes dietas, a redução nas concentrações plasmática e urinária se deve à diluição causada pelo excesso de água da palma forrageira. O valor médio de excreção de creatinina de 492,5 mg/dia, que corresponde a 30,58 mg/PV^{0,75}, comportamento semelhante aos relatados por Lindberg (1989), que verificou que cabritos jovens excretaram 19,9 mg de creatinina/PV^{0,75}, não havendo variação em função da substituição do leite de cabra por uma dieta líquida com nitrogênio livre.

A concentração urinária de ácido úrico variou de 1,87 a 3,47, valores semelhantes aos relatados por Bristow et al (1992) para cabras, que variaram de 1,0 a 2,9 mg/dL. A concentração de ácido úrico diminuiu linearmente com o aumento de palma forrageira na ração, porém, sua excreção diária não foi alterada (Tabela 4). Portanto, a variação na concentração urinária foi devida à diluição provocada pela maior excreção de urina.

A concentração e excreção urinária de sódio (Na) não sofreram interferência da adição de palma na dieta tendo como médias 2,92 mg/dL e 69,38 mg/PV^{0,75}/dia.

A concentração e excreção urinária de potássio (K) diminuíram linearmente com a adição de palma na dieta, o que não era esperado devido a grande quantidade de potássio existente na palma forrageira, já que ao aumentar a ingestão de potássio aumenta também a secreção de aldosterona e conseqüentemente maior excreção de potássio na urina. Bwititi et al (2001) verificaram aumento significativo na excreção de Na e redução na excreção de K, embora não estatisticamente significativa, em ratos.

A TDECr ou taxa de filtração glomerular, que é a primeira etapa na formação da urina, não apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, Bwititi et al (2001) verificaram que extrato de cladódios de *O. megacantha* aumentou a TFG de ratos diabéticos e não diabéticos.

Conclusões

Inclusão de palma forrageira em dietas para caprinos influencia a ingestão de água, reduzindo a necessidade de fornecimento de água para caprinos;

Palma forrageira é um alimento diurético, embora seu mecanismo de ação não possa ser ainda esclarecido;

Inclusão de palma forrageira na dieta reduz a concentração plasmática de uréia e reciclagem em caprinos;

Inclusão de palma forrageira na dieta reduz a excreção de K, mas não altera a excreção de Na em caprinos.

Referências Bibliográficas

BEN SALEM, H. *et al.* Nutritive value, behaviour, and growth of Barbarine lambs fed on oldman saltbush (*Atriplex nummularia* L.) and supplemented or not with barley grains or spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* f. *Inermis*) pads. *Small Rum. Res.*, v. 59, p. 229 – 237, 2005.

BEN SALEM, H. *et al.* Effect of increasing level spineless cactus (*Opuntia ficus-indica* var. *inermis*) on intake and digestion by sheep given straw-based diets. *Anim. Sci.* v.62, n.1, p.293-299, 1996.

BRISTOW, A.W.; *et al.* Nitrogenous constituents in the urine of cattle, sheep and goats. *J. Sci. Food Agric.*, v.59, p.387-394, 1992.

BWITITI, P. T. *et al.* Effects of *Opuntia megacantha* leaves extract on renal electrolyte and fluid handling in streptozotocin (STZ)-diabetic rats. *Ren. Fail.* v.23, n.2, p. 149-158. 2001.

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. *Inter. Feed Res. Unit. Rowett Research Institute. Aberdeen, UK.*(Occasional publication). 21p, 1992.

CHEN, X. B.; ORSKOV, E. R.; HOVELL, F. D. D. Excretion of purine derivatives by ruminants: endogenous excretion, differences between cattle and sheep. **British Journal of Nutrition**, 63(1):121-129, 1990a.

FOSSATI, P. *et al.* Use of 3,5-dichloro hydroxybenzenesulfonic acid/4-aminophenazone chromogenic system in direct enzyme assay of uric acid in serum and urine. *Clin. Chem.*, v. 26, p. 227-231, 1980.

GALATI, E. M. *et al.* Study on the increment of the production of gastric mucus in rats treated with *Opuntia ficus indica* (L.) Mill. cladodes. *J. Ethn.* v.83, n.3, p. 229 – 233. 2002.

GARRY, F. *et al.* Renal excretion of creatinine, electrolytes, protein, and enzymes in healthy sheep. *Am. J. Vet. Res.* v.51, n.3, p. 414-419. 1990

HAMOND, A. C. The use of blood urea nitrogen concentration as an indicator of protein status in cattle. *Bov. Prat.* V. 18, p. 114-118, 1983.

HOF, G. *et al.* Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cattle. *J. Dairy Sci.*, Savoy v. 80, p.3333-3340, 1997.

LINDBERG, J.E. Nitrogen metabolism and urinary excretion of purines in goat kids. *Brit. J. Nut.* v.61, n.2, p.309-21, Mar 1989.

LIMA, R. M. B., *et al.* Substituição do milho por palma forrageira: comportamento ingestivo de vacas mestiças em lactação. *Acta Scient. Anim. Sci.* v. 25, n. 2, p. 347 - 353. 2003.

LUTSGARTEN, J.A.; WENK, R.E. Simple, rapid, kinetic method for serum creatinine measurement. *Clin. Chem.* v. 18, n. 11, p. 1419-1422, 1972.

- LUO, Y., NOBEL P.S. Carbohydrate partitioning and compartmental analysis for a highly productive CAM plant, *Opuntia ficus-indica*. *Annals Bot.*, v. 70, p. 551–559, 1992.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. *Nutrient Requirements of Goats*. Revised Washington, DC, National Academy of Science, 91 p. 1981.
- REECE, W. O. *Dukes' physiology of domestic animals*. 12th ed. Cornell University Press. Ithaca. 2004. 999p.
- RETAMAL, N. *et al.* Seasonal variations of chemical composition in pickly pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Miller). *J. Sci. Food Agric.*, v. 38, n. 4, p. 303-311, 1987.
- SANTOS, G.R. de A. *et al.* Composição química e degradabilidade da matéria seca de dez clones de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, 2000. Viçosa, MG. *Anais...* Viçosa: SBZ, 2000.
- SANTOS, M.V.F. *et al.* Estudo comparativo das cultivares de palma forrageira gigante, redonda (*Opuntia ficus indica* Mill) e miúda (*Nopalia cochenillifera* Salm Dyck) na produção de leite. *Rev. Bras. Zootec.* Viçosa, v.19, n.6, p.504-511, 1990.
- SANTOS, M.V.F. *Composição química, armazenamento e avaliação da palma forrageira (Opuntia ficus-indica Mill e Nopalea cochenillifera Salm-Dick) na produção de leite, em Pernambuco*. Recife, 1989, 124 p. (Dissertação de Mestrado em Produção Animal)-Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE. 1989.
- STATISTICAL ANALYSES SISTEM INSTITUTE, Inc 2000. SAS user's guide: Statics Version, 2000. SAS, Cary, N. C.
- TALKE, H; SCHUBERT, G.E. Enzymatische harnostoffbestimmung in blut und serum in optischen test nach warburb. *Klin.e Woche.*, v. 43, p. 174, 1965.
- TELES, M. M. *et al.* Efeito da adubacao e de nematicida na composicao quimica da palma forrageira cv. Gigante. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 37, julho 2000. Vicoso, MG. *Anais....* 2000.
- TELES, F. F. F. *et al.* Amino and organic acids of the prickly pear cactus (*Opuntia ficus indica* L.) *J. Sci. Food Agri.*, v.35, n. 4, p. 421-425, 1987.
- VALDEZ, C.A.F.; RIVERA, J.R.A. *El nopal como forrage*. 2^a ed. Chapingo. Universidad Autonoma Chapingo. 1992.
- VIEIRA, E. de L. *et al.* Consumo, digestibilidade e características ruminais em caprinos alimentados com palma forrageira contendo diferentes níveis de feno na dieta (Dados não publicados).

ANEXOS

Acta Scientiarum

INSTRUÇÕES PARA AUTORES

- 1.** *Acta Scientiarum. Agronomia*, ISSN 1679-9275, é publicada trimestralmente pela Universidade Estadual de Maringá.
- 2.** A revista publica artigos originais. Os autores se obrigam a declarar que seu manuscrito, relatando um trabalho original, não está sendo submetido, em parte ou no seu todo, à análise para publicação em outra revista.
- 3.** Os relatos deverão basear-se nas técnicas mais avançadas e apropriadas à pesquisa.
- 4.** Os artigos são publicados em português e em inglês. Devem ser concisos e consistentes no estilo. As idéias e os conceitos emitidos representam unicamente as opiniões do(s) autor(es).
- 5.** Os artigos serão avaliados por dois consultores da área de conhecimento da pesquisa, de instituições de ensino e/ou pesquisa nacionais e estrangeiras, de comprovada produção científica. Após as devidas correções e possíveis sugestões, o artigo será aceito se tiver dois pareceres favoráveis e será rejeitado quando dois pareceres forem desfavoráveis. No caso de um parecer favorável e um desfavorável, a decisão sobre a publicação ou não do artigo será do Conselho Editorial.
- 6.** Os artigos deverão ser subdivididos com os seguintes subtítulos: Resumo em português e Abstract em inglês, Introdução, Material e Métodos, Resultados, Discussão, Conclusão e Referências, e esses itens não deverão ser numerados.
- 7.** O título, com no máximo vinte palavras, em português e inglês, deverá ser preciso. Também deverá ser fornecido um título resumido com, no máximo, seis palavras.
- 8.** Deverão ser indicados os nomes completos dos autores, seus endereços e o autor para correspondência.
- 9.** O resumo (bem como o abstract), não excedendo 150 palavras, deverá conter informações sobre o objetivo da pesquisa, os materiais experimentais, os métodos empregados, os resultados e a conclusão. Até seis palavras-chave deverão ser acrescentadas no final, tanto do resumo como do abstract.
- 10.** Os artigos não deverão exceder 20 páginas digitadas, incluindo figuras, tabelas e referências bibliográficas. Deverão ser escritos em espaço 1,5 cm e ter suas páginas numeradas.
- 11.** O trabalho deverá ser editado em *Word for Windows*, utilizando fonte *Times new roman* ou *arial*
- 12.** O trabalho deverá ser impresso em A4 e as margens do texto deverão ser: inferior,

superior e direita 2,5 cm e esquerda de 3 cm.

13. Para serem submetidos aos consultores, os artigos deverão ser enviados em três cópias, duas delas sem a identificação de autoria, incluindo figuras, tabelas e gráficos, acompanhados de disquete (3.1/2 polegadas).
14. Tabelas, figuras e gráficos deverão ser inseridos no texto. Ilustrações em cores não serão aceitas para publicação.
15. As unidades são colocadas no texto separadas dos valores numéricos.
16. As equações deverão ser editadas utilizando o Microsoft equation 3.0.
17. As variáveis deverão ser identificadas após a equação.
18. As figuras e as tabelas deverão ter preferencialmente 7,65 cm de largura, e não deverá ultrapassar 16 cm.
19. Cinco cópias (separatas) gratuitas do artigo serão fornecidas ao autor indicado para correspondência.
20. As referências bibliográficas deverão ser organizadas em ordem alfabética, conforme os exemplos seguintes (ABNT). Citação no texto, usar o sobrenome e ano: Lopes (1980) ou (Lopes, 1980). Para dois autores, utilizar *e* (Lopes e Silva, 1990); para mais de dois autores, utilizar *et al.*

20.1 Livro

SCHMIDT, G.D. *Handbook of tapeworm identification*. Florida: CRC Press, 1986.

GALLO, D. *et al. Manual de entomologia agrícola*. 2. ed. São Paulo: Ceres, 1988.

20.2. Capítulo de Livros

PARRA, J.R.P. Consumo e utilização de alimentos por insetos. *In*: PANIZZZI, A.R.P. (Ed.) *Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas*. São Paulo: Manole, 1991. cap. 3, p. 9-65.

20.3. Monografia, Dissertação e Tese

CARVALHO, R.P.L. *Danos, flutuação da população, controle e comportamento de Spodoptera frugiperda (J. E. Smith) e susceptibilidade de diferentes genótipos de milho em condições de campo*. 1970. Tese (Doutorado)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1970.

COSTA, A.R.G. *Parâmetros bioquímicos do zooplâncton no reservatório da Pampulha: comparação de métodos de determinação protética*. 1994. Monografia (Especialização em Ciências Biológicas)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 1994.

20.4. Artigos: artigos indexados devem ser abreviados de acordo com a “World List of Scientific Periodicals”.

RHOADES, M.M.; DEMPSEY, E. On the mechanism of chromatin loss induced by B chromosome. *Genetic*, Bethesda, v. 71, n. 1, p. 73-96, 1970.

BOTELHO, C. *et al.* Fluxo migratório de casos de malária em Cuiabá-MT, 1986. *Rev. Inst. Med. Trop.*, São Paulo, v. 30, n. 2, p. 212-220, 1988.

20.5. Anais

SANTOS, H.P. dos; LHAMBY, J.C.B. Competição de cultivares de beterraba açucareira e forrageira (*Beta vulgaris* L.) em 1983. In: REUNIÃO TÉCNICA ANUAL DA BETERRABA AÇUCAREIRA, 3., 1984, Pelotas. *Anais...* Pelotas: Embrapa-Uepae, 1985. p. 11-18.

20.6. Jornais

COUTINHO, W. O Paço da cidade retorna ao seu brilho barroco. *Jornal do Brasil*, Rio de Janeiro, 6 mar. 1985. Caderno B, p. 6.

MINISTÉRIO proíbe fabricação e uso de agrotóxico à base de organoclorados. *Folha de S.Paulo*, São Paulo, 3 set. p. 25, 1985.

20.7. Documentos eletrônicos

ROUSH, W. *Med student's web diary issues damning indictment of teaching hospitals*. [S.l.: s.n.], 2000. Disponível em: <<http://www.ebooknet.com/story.jsp?id=911>>. Acesso em : 21 jul. 2000.

21. Os artigos deverão ser enviados para:

Dr. Fábio Amodêo Lansac-Tôha

Editor-Chefe - Acta Scientiarum

Universidade Estadual de Maringá - Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

Avenida Colombo, 5790, 87020-900, Maringá, Paraná, Brasil.