

ARNAUD AZEVÊDO ALVES

**VALOR NUTRITIVO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala*
Benth.) PARA RUMINANTES**

FORTALEZA, CEARÁ

2004

ARNAUD AZEVÊDO ALVES

**VALOR NUTRITIVO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala*
Benth.) PARA RUMINANTES**

Tese submetida à Coordenação do Curso de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, Subprograma do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, do qual participam a Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal da Paraíba e Universidade Federal Rural de Pernambuco, como requisito parcial para obtenção do grau de *Doutor em Zootecnia*.

Área de Concentração: Nutrição Animal.

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales

FORTALEZA, CEARÁ

2004

FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Seção de Catalogação e Classificação da Biblioteca de Ciências e Tecnologia da
Universidade Federal do Ceará

A477v Alves, Arnaud Azevêdo
Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)
para ruminantes / Arnaud Azevêdo Alves – Fortaleza, 2004.
vi, 198 f. : il. ; 28 cm

Orientador: Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales

Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Programa de
Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ).

1. Nutrição animal. 2. Nutrição de ruminantes. 3. Valor nutritivo de
plantas forrageiras. I. Título.

C.D.D. 636.085

Esta tese foi submetida, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Doutor em Zootecnia, área de concentração em Nutrição Animal, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Arnaud Azevedo Alves

TESE APROVADA EM FORTALEZA, CEARÁ EM 05/FEVEREIRO/2004.

Ronãdo de Oliveira Sales, Doutor, Professor UFC
Orientador

José Neuman de Miranda Neiva, Doutor, Professor UFC
Conselheiro

Abelardo Ribeiro de Azevedo, Doutor, PARTEC/NUTEC
Conselheiro

Ariosvaldo Nunes Medeiros, Doutor, Professor UFPB
Conselheiro

Alexandre Paula Braga, Doutor, Professor ESAM
Conselheiro

Aos *meus professores*, na pessoa de
Dona Lourdes Pequeno, como
realização do vosso ofício;

Aos *meus alunos*, por me estimular a
buscar o saber;

Aos *produtores rurais*, razão maior do
nosso trabalho,

OFEREÇO

Aos meus pais *Cícero Alves Pessoa* e *Abeaci
Azevêdo Alves*, pelos ensinamentos
paternos e maternos, um legado entre
gerações;

Aos meus irmãos, *Gerusa*, *Agrizônio* e
Antônio, por serem meus fiéis amigos;

À minha esposa *Danielle*, pelo amor,
paciência, cooperação e senso científico;

À minha pequena *Araci*, pelos gestos de
criança, sem os quais não acreditamos
nos adultos,

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Ao Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC), através da Coordenação do Subprograma do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na pessoa da Profa. Dra. Sônia Maria Pinheiro de Oliveira, pelas condições para realização do Curso;

À Universidade Federal do Piauí (UFPI), na pessoa do Magnífico Reitor, Prof. Pedro Leopoldino Ferreira Filho, pela viabilização da realização do Curso, creditando à capacitação de recursos humanos o fortalecimento da Universidade;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), na pessoa da professora Ana Zélia Correia Lima Castelo Branco, coordenadora da Coordenadoria Geral de Capacitação de Docentes da Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação da Universidade Federal do Piauí (CGCD/PRPPG/UFPI), pela concessão de Bolsa de Estudos para realização do Curso;

Ao professor Dr. Ronaldo de Oliveira Sales, por ter sido o orientador compreensivo, atencioso e amigo, permitindo condições para a realização desta pesquisa dentro da nossa realidade;

Ao professor da Universidade Federal do Ceará (UFC), Dr. José Neuman de Miranda Neiva, pelas valiosas sugestões, críticas, distinta amizade e apoio em todas as etapas desta Tese;

Aos Drs. Abelardo Ribeiro de Azevedo, do NUTEC/PARTEC, e Francisco de Assis Vasconcelos Arruda, da EMBRAPA Meio-Norte, e ao professor Dr. Alexandre Paula Braga, da Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), pelos ensinamentos, valiosas críticas e amizade cordial;

Aos professores da Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Drs. Ariosvaldo Nunes Medeiros e Roberto Germano Costa, pela atenção, colaboração e sugestões para aperfeiçoamento qualitativo desta Tese;

Aos professores da UFPB, Drs. Edgard Cavalcanti Pimenta Filho e José Leite de Queiroz Filho, por terem disponibilizado o Laboratório de Análise de Alimentos do CCA/UFPB para determinação da energia bruta de amostras desta Tese;

Aos professores da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Drs. *Ivan Barbosa Machado Sampaio*, *Norberto Mario Rodriguez* e *Iran Borges*, pelos valiosos ensinamentos, através do intercâmbio pelo Programa PROCAD UFC/UFMG, exemplo de que não há fronteiras para o conhecimento;

A *Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo*, minha esposa e parceira de todos os momentos, pela incomensurável colaboração em todas as etapas desta Tese;

Ao grande amigo, professor da UFC, *Francisco José Sales Bastos*, pelos gestos de amizade e companheirismo, colaborador voluntário de valor inestimável;

Ao professor da Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Médico Veterinário da UFC, Dr. *Airton de Alencar Araújo*, pela presteza e competência técnica, presente em todas as etapas onde os preceitos de sua profissão se fizeram patentes;

À equipe do Laboratório de Nutrição Animal da UFC, *Francisca Helena Cruz de Oliveira*, *Roseane Maria Ferreira de Souza*, *Natan Ramos da Silva* e à Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional (DCR) *Safete Alves de Moraes* que nos acolheu em um ambiente de amizade, parcerias, solidariedade e viabilidade técnica;

À professora *Dorinha Miriam Silber Schmidt Vitti* por ter disponibilizado o Laboratório do Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo (CENA/USP) para realização das análises de compostos fenólicos e ao Doutorando do CENA/USP, *Eduardo Fernando Nozella*, pela atenção e inestimável colaboração nas análises de compostos fenólicos;

Aos pesquisadores da EMBRAPA Caprinos Drs. *Aurino Alves Simplício*, *Nelson Nogueira Barros* e *Luiz da Silva Vieira* e ao Técnico de Laboratório da EMBRAPA Caprinos *Valdécio Bezerra Fonseca*, pelo distinto tratamento e atenção quando recorremos ao Laboratório de Nutrição Animal deste Centro de Pesquisa;

À professora do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica da UFC, Dra. *Regina Célia Monteiro de Paula*, e à equipe de Pós-Graduandos do Laboratório de Polímeros, na pessoa da Doutoranda em Química da UFC *Ana Cristina Facundo de Brito*, pela atenção e apoio quando das análises de ácidos graxos voláteis;

Ao professor da UFC, Dr. *Raimundo Martins Filho*, pela amizade, atenção e apoio em momentos difíceis, com quem conviver é participar da história;

Aos colegas da UFPI, professores *Miguel Tomaz Lima*, meu bastante procurador, e *Márvio Lobão Teixeira de Abreu*, grande companheiro de concórdias e discórdias;

Ao Sr. *Vicente de Paula Magalhães Ribeiro* e à Dona *Maria Luzia de Moraes Machado Ribeiro* pelo inestimável apoio na aquisição das vagens de faveira para avaliação nos experimentos desta Tese;

Ao Técnico Agrícola, acadêmico de Agronomia/UFC e funcionário da UFC lotado no Departamento de Zootecnia, *Jamilton José Feitosa Vieira*, pela amizade e apoio irrestrito no desenvolvimento das atividades práticas dos experimentos;

Ao Sr. *Pedro Pereira de Mendonça*, que nas suas ações tornou-se a solução simples dos grandes problemas, "labutando" com os animais e humanizando nosso ambiente experimental;

Ao Doutorando em Zootecnia da Universidade Federal de Minas Gerais, Professor da Universidade do Vale do Acaraú (UVA), *Marcos Cláudio Pinheiro Rogério*, pela atenção, colaboração e sensatez;

Ao colega de Doutorado, *Olivardo Facó*, pela presteza e imprescindível apoio nas análises estatísticas dos dados;

Ao colega de Doutorado *Alcides Batista de Castro*, pelo apoio na aquisição dos animais e companheirismo durante o curso;

Aos colegas colaboradores de pesquisa, *Almir Chalegre de Freitas*, *Alethéia Carízia Barachio de Lima*, *Carlos Eduardo Azevêdo de Souza*, *Francisco Canindê de Souza Nunes* e *Roberto Ferreira Carvalho*, pelo voluntarioso apoio nas atividades de pesquisa;

Aos colegas do Subprograma de Pós-Graduação em Zootecnia da UFC *Ana Cristina*, *Augusto César de Oliveira Rodrigues*, *Carlos Henrique Mendes Malhado*, *Carlos Pinheiro Tavares*, *Cléber Medeiros Barreto*, *Felipe Couto Uchôa*, *Gyselle Viana Aguiar*, *Ivaneide Maria Gaião da Costa*, *Josefa Deise*, *Júlio Otávio Portela Pereira*, *Luiz Carlos Leal da Silva*, *Marcílio Costa Teixeira*, *Marcos Brocado*, *Patrícia Guimarães Pimentel*, *Paulo Henrique Ribeiro Borges*, *Péricles Afonso Montezuma Júnior*, *Raimundo Maciel Sousa* e *Vânus Buzzatti Falleiro*;

Aos acadêmicos do Curso de Zootecnia da UFC, *Jan Carneiro Batista*, *Thiago Almeida Mesquita*, *Arthur Aragão* e *Glaylton Lopes de Sousa*, e do Curso de Agronomia/UFC, *Geraldo Soares de Oliveira Filho* e *Josemir de Souza Gonçalves*, colaboradores voluntários e parceiros do conhecimento;

A todos que de forma direta e indireta prestaram estímulo e apoio à realização do Curso e desta Tese como um de seus requisitos.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ARNAUD AZEVEDO ALVES, filho de *Cícero Alves Pessoa* e *Abeaci Azevêdo Alves*, nasceu em Ingá, Estado da Paraíba, em 12 de maio de 1965, é casado com *Danielle Maria Machado Ribeiro Azevêdo* e pai de *Araci Ribeiro de Azevêdo*.

Em 1982 ingressou na Universidade Federal da Paraíba (UFPB), onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo, em 1987, sendo Orador de Juramento da Turma do Cinqüentenário da Escola de Agronomia do Nordeste.

Em 1988, iniciou o Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal do Ceará (UFC), tendo concentrado seus estudos na Área de Nutrição de Ruminantes, orientado pelo professor Dr. *Abelardo Ribeiro de Azevedo*, com conclusão do Curso em 1991.

Em 1991, exerceu o cargo de Chefe da Divisão de Planejamento da Secretaria de Agricultura do Estado de Roraima, do qual se desligou para assumir a Disciplina Bovinocultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da UFC, na condição de Professor Substituto.

Em 1992, mediante Concurso de Provas e Títulos, passou a ministrar a Disciplina Zootecnia Geral, do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Piauí (DZO/CCA/UFPI), onde além da Disciplina Zootecnia Geral, ministrou o Segmento Nutrição de Ruminantes da Disciplina Nutrição Animal e a Disciplina Bovinocultura de Leite.

De 1992 a 1997 exerceu a função de Responsável pelo Setor de Bovinocultura do DZO/CCA/UFPI.

De 1993 a 2000, integrou a equipe da Assessoria de Pesquisa (ASPESQ) do CCA/UFPI, tendo atuado como Coordenador da ASPESQ no período de 1993 a 1996.

Em 1995, coordenou a IV Reunião de Pesquisa do CCA/UFPI.

De 1994 a 1998, foi Representante da Sociedade Nordestina de Produção Animal no Estado do Piauí, e de 1995 a 1996, foi Diretor da Sociedade Brasileira de Zootecnia no Estado do Piauí.

Em julho de 1996 assumiu o cargo de Coordenador do Curso de Engenharia Agrônômica da UFPI, com primeiro mandato concluído em 1998,

tendo sido reconduzido ao cargo por mais um mandato, do qual afastou-se em março de 2000 para cursar Doutorado em Zootecnia na UFC.

Em 1997, integrou a Comissão que elaborou o Projeto de Pós-Graduação (*Stricto Sensu*) do Centro de Ciências Agrárias da UFPI, na área de Produção Animal, resultando na criação do Mestrado em Ciência Animal.

De 1999 a 2000, assumiu o cargo de Vice-Presidente da Sociedade Nordestina de Produção Animal, responsável pela realização do II Congresso Nordestino de Produção Animal e VIII Simpósio Nordestino de Alimentação de Ruminantes, realizados em Teresina, PI, em 2000.

Integrou Comissões Examinadoras de Trabalhos de Conclusão de Curso na UFPI e UFC, Bancas de Defesa de Dissertação de Mestrado na UFC e Universidade Estadual do Ceará (UECE) e Comissões Julgadoras de Concurso Público para Preenchimento de Cargo de Professor da UFPI e Universidade Estadual do Maranhão (UEMA).

Publicou vários artigos científicos em periódicos científicos indexados, comunicações de pesquisa em anais de eventos científicos e artigos em periódicos de extensão; orientou Bolsistas de Iniciação Científica do PIBIC/UFPI e CNPq; coordenou atividades de Monitorias e Bolsas de Trabalho; coordenou e ministrou cursos de extensão na área de Nutrição de Ruminantes; apresentou trabalhos e ministrou palestras em eventos científicos; participou de comissões técnicas e científicas e integrou equipes executoras de Projetos e Grupos de Pesquisa.

Recebeu várias homenagens de turmas de formandos da UFPI do Curso de Engenharia Agrônoma: Ministrou Aula da Saudade-1995/1, Professor Homenageado-1996/1 e 1997/1, Honra ao Mérito-1997/2 e 1999/1, Descerramento de Placa-1999/2 e Padrinho da Turma-2000/2; e do Curso de Medicina Veterinária: Professor Homenageado-2000/2.

Integra a equipe de professores da Disciplina Alimentação de Caprinos e Ovinos do Curso de Pós-Graduação em nível de Especialização em Ovinocaprinocultura (*Lato Sensu*) do CCA/UFPI.

Em 2000, iniciou o Curso de Doutorado em Zootecnia do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na Universidade Federal do Ceará (UFC), onde concentrou seus estudos na Área de Nutrição de Ruminantes, orientado pelo Prof. Dr. *Ronaldó de Oliveira Sales*, desenvolvendo estudos sobre o valor nutritivo da vagem da leguminosa Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes, com conclusão do Curso em 2004.

PRA NÃO DIZER QUE NÃO FALEI DAS FLORES

*Caminhando e cantando e seguindo a canção
Somos todos iguais, braços dados ou não
Nas escolas, nas ruas, campos, construções
Caminhando e cantando e seguindo a canção*

*Vem vamos embora, que esperar não é saber
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer*

*Pelos campos a fome em grandes plantações
Pelas ruas marchando indecisos cordões
Ainda fazem da flor seu mais forte refrão
E acreditam nas flores vencendo o canhão
Há soldados armados, amados ou não
Quase todos perdidos de armas na mão
Nos quartéis nos ensinam uma antiga lição
De morrer pela pátria e viver sem razão*

*Vem, vamos embora, que esperar não é saber
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer*

*Nas escolas, nas ruas, campos, construções
Somos todos soldados, armados ou não
Caminhando e cantando e seguindo a canção
Somos todos iguais, braços dados ou não
Os amores na mente, as flores no chão
A certeza na frente, a história na mão
Caminhando e cantando e seguindo a canção
Aprendendo e ensinando uma nova lição*

*Vem vamos embora que esperar não é saber
Quem sabe faz a hora, não espera acontecer*

Geraldo Vandré

Falar dos frutos sem lembrar as flores é fazer a história sem vivê-la

A. A. Alves

RESUMO

ALVES, A.A. **Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes.** 2004. 198p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará (UFC)/Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ).

A avaliação do valor nutritivo de forrageiras nativas é fundamental para a sustentabilidade de sistemas de produção nos trópicos, destacando-se o potencial forrageiro da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF). No entanto, há necessidade de dados de valor nutritivo desta espécie leguminosa. Este trabalho teve como objetivo avaliar a composição químico-bromatológica, o consumo voluntário, a digestibilidade *in vivo*, o metabolismo do nitrogênio, a degradabilidade e taxa de degradação ruminal *in situ* pelo método de sacos de náilon, e o valor energético da VF, bem como o efeito da sua associação ao volumoso feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) (FT) sobre os parâmetros de valor nutritivo *in vivo* e parâmetros de metabolismo ruminal (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos voláteis), com ênfase para compostos fenólicos presentes na VF caracterizados como fatores antinutritivos. O experimento de metabolismo *in vivo* foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará (UFC). Foram utilizados 19 (dezenove) ovinos machos adultos mestiços da raça Santa Inês, castrados e mantidos em gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com VF e FT nas proporções 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, correspondentes aos tratamentos. No tratamento 100:0 foram utilizados três ovinos (repetições) e nos demais quatro. Ao final do ensaio de metabolismo, foram coletadas amostras de líquido de rúmen para determinação dos parâmetros ruminais pH, N-NH₃ e ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) e a concentração de uréia no soro sanguíneo, mediante o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas=níveis de VF: 0; 25; 50; 75 e 100%, em substituição ao FT; e as subparcelas=quatro tempos de coleta de líquido de rúmen (LR) ou de sangue: 0; 2,5; 5 e 7,5 h, após alimentação, com três repetições. O experimento de degradabilidade *in situ* foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFC. Foram utilizados quatro ovinos adultos da raça Santa Inês, castrados e fistulados no rúmen. Foram avaliadas a fração solúvel (*a*), a fração potencialmente degradável (*b*) e a taxa de degradação da fração *b* (*c*) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do FT e da VF triturada a partículas de 2 e 5 mm, nos tempos de incubação 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Também se determinou a degradabilidade efetiva (DE), considerando-se as taxas de passagem 2, 5 e 8% e a proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR) e digestível não degradada no rúmen (PDNDR). As VF foram coletadas, após maturação natural, no Estado do Piauí, em longitude 41°42'33"W e latitude 3°55'41"S. Para análises químico-bromatológicas, as vagens foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 55°C e moídas a 1,0 mm. Procedeu-se determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina em detergente ácido (LAD), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio em detergente ácido (NIDA), fenóis totais (FT), taninos totais (TT), taninos condensados (TC) e energia bruta (EB). Determinou-se o pH usando-se pH-metro digital, a concentração de N-NH₃, pelo método semimicro kjeldahl,

e a concentração de ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A VF apresentou 77,25% de MS, com MO, PB, EE, CHOT, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, CNF, NIDN, NIDA, FT, TT e TC, com base na MS, 97,37; 11,18; 1,25; 79,44; 19,70; 13,10; 7,60; 6,60; 5,50; 68,12; 0,45; 0,17; 12,33; 10,79 e 1,81%, respectivamente. A inclusão de VF afetou de forma quadrática ($P < 0,05$) o consumo de MS, MO, PB, PD, EE, CHOT, CNF, LAD, NDT, ED e EM, com máximos 81,14; 76,60; 8,51; 3,97; 1,20; 62,43; 36,31; 4,49 e 50,16 g/UTM e para ED e EM, 229,26 e 196,89 Kcal/UTM, quando da inclusão de 37,4; 39,5; 41,2; 11,8; 29,0; 39,4; 72,8; 39,6; 41,7; 42,8 e 42,8% de VF, respectivamente. O consumo de FDN, FDA, CEL e HCEL decresceu ($P < 0,05$) em 0,47; 0,23; 0,22 e 0,23 g/UTM, respectivamente, por cada 1% de acréscimo de VF na dieta. A digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CHOT, CNF, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, NIDN, NIDA e EB da VF foi 72,49; 75,01; 33,35; 81,66; 80,42; 93,90; 12,92; -1,16; 47,18; 41,19; -62,48; -56,37; -213,85 e 70,96. Quanto ao valor energético, a VF apresentou NDT 72,51% e EB, ED e EM de 4,518; 3,206 e 2,440 Mcal/kgMS. Houve efeito linear crescente ($P < 0,01$) da inclusão de VF na relação N_f/N_i , com excreção de 0,28% do N_i como N_f por unidade percentual de inclusão de VF, enquanto a relação N_u/N_i apresentou efeito quadrático ($P < 0,01$) com a inclusão de VF, regredindo até o nível de VF 51,3%, com 12,1 g $N_u/100$ g N_i . A maior retenção de N (% do N ingerido) foi verificada para o nível de vagem de faveira 36,4%, indicativo de melhor eficiência de utilização de compostos nitrogenados e menor impacto destes sobre o meio ambiente. O pH ruminal e as concentrações de $N-NH_3$ no LR e de uréia no soro sanguíneo sofreram efeitos significativos ($P < 0,01$) das dietas experimentais, dos tempos de coleta e da interação nível de vagem de faveira x tempo de coleta. A degradação ruminal *in situ* da MS, PB e FDN da VF, nos tempos 3 a 96 h, não sofreu efeito do tamanho de partícula ($P > 0,05$). A fração *a* da MS, PB e FDN da VF foi 69,6; 49,9 e 14,6%, respectivamente, revelando elevada solubilidade da MS, enquanto, a fração *b* para MS, PB e FDN foi 24,7; 43,9 e 65,3%, indicando baixa degradação da MS *in situ*, independente do nível de consumo previsto, com estabilização da degradação da MS e FDN às 72 h e da PB às 48 h de incubação. A VF, por seu elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos digestíveis, associado à baixa concentração de proteína digestível, consiste em alimento concentrado energético com grande potencial para suplementação de dietas para ruminantes. Na suplementação de dietas para ruminantes com VF deve-se considerar o efeito dos compostos tânico sobre a digestibilidade da fração fibrosa e disponibilidade de proteína digestível. Atenção especial deve ser dada aos limites preconizados para a presença de tanino em dietas de ruminantes, levando em consideração o mínimo de condições para perfeito funcionamento do rúmen, uma vez que a presença de tanino em dietas para manutenção, como é o caso da suplementação de ruminantes sob condições de pastejo durante a época seca nos trópicos, pode restringir a disponibilidade de nitrogênio amoniacal e aminoácidos aos microrganismos fibrolíticos, não trazendo as vantagens aludidas à proteção de proteína em animais de elevada produção. A VF, como fonte de carboidratos de rápida fermentação, permite a produção de propionato no ambiente ruminal e aumenta a eficiência do aproveitamento energético, por reduzir as perdas energéticas fermentativas na forma de metano. As dosagens de $N-NH_3$ no LR e de uréia no soro sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o *status* nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta como reflexo da presença de compostos polifenólicos, podendo ser adotada em sistemas de produção onde vegetais portadores destes fatores antinutricionais integrem a composição florística. Resultados de pesquisas

com VF trituradas a partículas de tamanho 2 mm, realizadas pela técnica de sacos de náilon *in situ* no rúmen, podem ser extrapolados para condições de campo, quando da trituração deste concentrado a 5 mm para incorporação em dietas, com ressalvas para restrições das técnicas gravimétricas em relação a fatores antinutricionais de ingredientes alimentares. O tanino de vagens de faveira não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* de seus constituintes, em especial da PB, apesar da baixa degradabilidade efetiva da FDN para taxas de passagem de média a alta. A ocorrência de compostos fenólicos na VF requer a avaliação de técnicas mais sensíveis ao efeito destes compostos sobre a taxa de degradação dos princípios nutritivos, quando da substituição do método *in vivo*, como é o caso da técnica de produção de gás *in vitro*.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, balanço de nitrogênio, compostos polifenólicos, degradabilidade ruminal, tamanho de partículas, tanino, vagens de leguminosas.

ABSTRACT

ALVES, A.A. **Nutritive value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants.** 2004. 198p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará (UFC)/Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia (PDIZ).

The evaluation of nutritive value of native forages is fundamental for maintenance of tropical production systems, with prominence for the fodder potential of the *P. platycephala* pods, however, it is necessary nutritive value data of this leguminous. The objective of this study was evaluate chemical composition, voluntary intake, *in vivo* digestibility, nitrogen metabolism, *in situ* degradability and degradation rate by nylon bag method, and energetic value of *P. platycephala* pods, also were evaluated *in vivo* parameters of nutritive value and ruminal metabolism (pH, N-NH₃ and volatile free acids) related to association *P. platycephala* pods x Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay, with emphasis to phenolics compounds presents in the *P. platycephala* pods characterized as anti-nutritious factors. The metabolism experiment was carried out at Digestibility Unit of the Animal Production Department of the Universidade Federal do Ceará, Brazil, with *P. platycephala* pods and Tifton 85 grass hay in proportions of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0, corresponding to treatments, in experimental design of randomized block. Nineteen Santa Inês crossbreed sheep, males, adults, castrated was maintained in metabolism cages. In the treatment 100:0 three sheep (replications) were used and in the other treatments four replications. In the end of metabolism experiment, ruminal parameters pH, N-NH₃ and volatile free acids (acetate, propionate and butyrate) and blood serum urea nitrogen concentration was quantified, through randomized block experimental design, in split plot scheme (plot=levels of *P. platycephala* pods: 0; 25; 50; 75 and 100%, substituting Tifton 85 grass hay); and subplot = four collection times of ruminal liquid or blood: 0; 2.5; 5 and 7.5 h), with three replications. The *in situ* degradability experiment was carried out at Fodder Research Unit of the Animal Production Department of the Universidade Federal do Ceará, Brazil. Four Santa Inês sheep, adults, castrated and fistulated at rumen were utilized. Soluble (*a*) and potentially degradable (*b*) fractions and degradation rate of *b* fraction (*c*) of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of Tifton 85 grass hay and *P. platycephala* pods in particles size of 2 and 5 mm was evaluated in times of incubation 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Also, effective degradability (ED), considering passage rates 2, 5 and 8%, and effectively degraded in the rumen protein (EDRP) and no-degraded in the rumen but digestible protein (NDRDP) was evaluated. *P. platycephala* pods, after natural maturation, was collected in the Piauí State, Brazil, in 41°42'33"W longitude and 3°55'41"S latitude. For chemical analysis, pods are dried in oven with air forced circulation at 55°C and grounded through a 1.0 mm screen using a Wiley mill. Was determined contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrate (CHO), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL), acid detergent lignin (ADL), non-fibrous carbohydrates (NFC), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), total phenolics (TF), total tannins (TT), condensed tannins (CT) and gross energy. pH using digital pH-meter, N-NH₃ and concentration of volatile free acids (acetate, propionate and butyrate) by high performance liquid chromatography (HPLC) were determined in ruminal fluid. Chemical composition of *P. platycephala* pods was 77.25% DM, with OM,

CP, EE, CHO, NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL, NFC, NDIN, ADIN, TF, TT and CT of 97.37, 11.18, 1.25, 79.44, 19.70, 13.10, 7.60, 6.60, 5.50, 68.12, .45, .17, 12.33, 10.79, 1.81% of DM, respectively, and 4.518 McalGE/kgDM. Was verified quadratic effect ($P < .05$) of *P. platycephala* pods in the DM, OM, CP, DP, EE, CHO, CNF, ADL, TDN, DE and ME intake, with maxims 81.14, 76.60, 8.51, 3.97, 1.2, 62,43, 36,31, 4.49 and 50.16 g/LW^{.75} and for DE and ME, 229.26 and 196.89 Kcal/LW^{.75}, for inclusion of 37.4, 39.5, 41.2, 11.8, 29.0, 39.4, 72.8, 39.6, 41.7, 42.8 and 42.8% of *P. platycephala* pods, respectively. NDF, ADF, CEL and HCEL voluntary intake decreased ($P < .05$) in .47, .23, .22 and .23 g/LW^{.75}, respectively, for unit percent increased of *P. platycephala* pods. The digestibility of DM, OM, CP, EE, CHO, NFC, NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL, NDIN, ADIN and GE of *P. platycephala* pods was 72.49, 75.01, 33.35, 81.66, 80.42, 93.90, 12.92, -1.16, 47.18, 41.19, -62.48, -56.37, -213.85 and 70.96%. The energetic value was TDN 72,51%; 3,206 McalED/KgMS and 2,440 McalEM/kgMS. Linear crescent effect ($P < .01$) of the inclusion of *P. platycephala* pods in the N_f/N_i ratio was verified, with .28% of the N_f excreted as N_f for percent unit of *P. platycephala* pods inclusion, whereas N_u/N_i ratio presented quadratic effect ($P < .01$) with inclusion of *P. platycephala* pods, decreasing until 51.3% of *P. platycephala* pods, with 12.2 g $N_u/100gN_i$. Nitrogen retention (% N_f) was maxim with 36.4% *P. platycephala* pods, indicate better efficiency of nitrogenous compounds utilization and smaller impact in the environment. pH ruminal and the N-NH₃ in the ruminal liquid and blood serum urea nitrogen concentrations was affected ($P < .01$) for experimental diets, collect times and *P. platycephala* pods x collect times. The particle size was not presented effect ($P > 0.05$) upon *in situ* ruminal degradability of DM, CP and NDF. The *a* fraction for DM, CP and NDF of *P. platycephala* pods was 69.6, 49.9 and 14.6%, respectively, revealing elevated DM solubility, whereas, the *b* fraction for DM, CP and NDF was 24.7, 43.9 and 65.3%, denoting reduced DM *in situ* degradation, independent of the level of feed intake. The stabilization of the DM and NDF degradation occurred with 72 h and of the CP degradation with 48 h after incubation. *P. platycephala* pods, with elevated non-fibrous carbohydrates content, associated to small concentration of digestible protein, consist in energetic concentrate feed with great potential for supplementation of diets to ruminants. The effect of polyphenolics compounds at fibrous fraction digestibility and availability of digestible protein have be considered in the supplementation of diets with *P. platycephala* for ruminants. Special attention have be given for the limits recommended to presence of tannin in diets for ruminants, considering minimum condition to perfect ruminal function, due to potential risks of phenolics compounds restricting nitrogen and amino acids to fiber digestion by ruminants under maintenance condition in pasture conditions during dry season in the tropics, do not presenting advantages obtained with protection of protein to ruminants in high production systems. *P. platycephala* pods, as rapidly fermentable carbohydrates, release propionate for ruminal ambient and increase efficiency of energetic utilization, for reduce energetic fermentative losses as methane. N-NH₃ in the ruminal liquid and blood serum urea were efficient in reflect the sheep nutritional status in relation nitrogen availability as reflex of polyphenolics compounds, it may be adopted in production systems in which vegetables carrier of these plant secondary metabolites integrate the floristic composition. Research results obtained to *P. platycephala* pods with particle size 2 mm, realized by nylon bag *in situ* technique in the rumen, are feasible to formulating diets with particles size 5 mm, with reservation to use of gravimetric techniques related to anti-nutritive factors of feed ingredients. *In situ* degradability of constituents of *P. platycephala* pods, in special of CP, are not depressed for theirs tannin contents, though

of the reduced NDF effective degradability for passage rate medium to high. Due to occurrence of phenolics compounds in *P. platycephala* pods, more sensitive techniques are need, when of the substitution of the *in vivo* method for its evaluation, regarding to *in vitro* gas production technique.

Key Words: leguminous pods, nitrogen balance, particle size, polyphenolics compounds, ruminal degradability, tannin, volatile free acid.

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
4.1 Composição químico-bromatológica das dietas experimentais segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	45
4.2 Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (g/UTM) de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, proteína digestível, extrato etéreo, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nutrientes digestíveis totais, energia digestível (kcal/UTM) e energia metabolizável (Kcal/UTM) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	50
4.3 Médias e regressão ajustada dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, extrato etéreo, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina ácido detergente, nitrogênio insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, energia bruta e concentrações de nutrientes digestíveis totais (% na MS), energia digestível (Mcal/KgMS) e energia metabolizável (Mcal/KgMS) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	53
4.4 Médias para concentração (mMol/L) dos ácidos graxos voláteis acetato, propionato e butirato no líquido ruminal de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	63

4.5	Médias para proporção molar (mol/100mol) dos ácidos graxos voláteis (AGV) acetato, propionato e butirato, em relação à concentração total de AGV (acetato+propionato+butirato) no líquido ruminal de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	64
4.6	Médias para concentração total de ácidos graxos voláteis (acetato+propionato+butirato) e relação acetato:propionato no líquido ruminal de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	67
4.7	Médias para estimativas de produção de metano (mMol/L), a partir da fermentação no líquido ruminal de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	75
5.1	Composição químico-bromatológica das dietas experimentais segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	93
5.2	Médias e regressões ajustadas dos parâmetros de balanço de nitrogênio N_{ingerido} (N_i), N_{fecal} (N_f) e $N_{\text{urinário}}$ (N_u); relações N_f/N_i , N_u/N_i e N_f/N_u ; e balanço de nitrogênio (BN) como % do N_i das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	101
5.3	Coefficientes de correlação de Pearson (r) entre os parâmetros de metabolismo nitrogenado N_{ingerido} , N_{fecal} , $N_{\text{urinário}}$, $N_{\text{excretado}}$, retenção de N em relação ao N_{ingerido} (Balanço de N, % $_i$), digestibilidade da proteína, pH do líquido ruminal (LR) e concentrações de N-NH ₃ no LR e de uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	102
5.4	Médias para pH do líquido ruminal e concentrações de N amoniacal no LR e de uréia (mg/dL) no soro sanguíneo de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	106

TABELA

Página

6.1	Composição químico-bromatológica do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) e da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) ..	132
6.2	Composição centesimal e químico-bromatológica da dieta para manutenção, fornecida aos ovinos durante o ensaio de degradabilidade in situ	133
6.3	Médias dos dados de degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) a partículas de 2 e 5 mm, em função do tempo de incubação no rúmen de ovinos	140
6.4	Médias das estimativas das frações da cinética de degradação ruminal do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) a partículas de 2 e 5 mm	142
6.5	Estimativas da proteína efetivamente degradada no rúmen e proteína digestível não degradada no rúmen do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) a partículas de 2 e 5 mm, para as taxas de passagem 2, 5 e 8%h ⁻¹	152

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1	Inflorescências de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), adaptado de RAMOS et al. (1985) 4
4.1	Relação entre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e energia (DEB) das dietas experimentais contendo feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) 54
4.2	Relação entre concentração (% na MS) de tanino total (TT) e condensado (TC) das dietas experimentais contendo feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) e digestibilidade da proteína bruta (DPB) 56
4.3	Relação entre concentração de tanino condensado (% na MS) das dietas experimentais contendo feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) e digestibilidade do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (DNIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (DNIDA) 60
4.4	Gráficos das concentrações molares de acetato, propionato, butirato e AGV total (mMol/L), em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas) 68
4.5	Gráficos das proporções molares de acetato, propionato e butirato (mol/100mol) e da relação acetato:propionato, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas) 69
4.6	Gráfico da estimativa de produção de metano (mMol/L), em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas) 75
5.1	Estimativas do pH do líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta de LR após a primeira refeição (horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) 107

5.2	Estimativas do pH do líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), para cada tempo de coleta de LR após a primeira refeição (horas)	108
5.3	Estimativas dos teores de nitrogênio amoniacal (mg/dL) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta do LR após a primeira refeição (horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	109
5.4	Estimativas dos teores de nitrogênio amoniacal (mg/dL) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), segundo o tempo de coleta de LR após a primeira refeição (horas)	110
5.5	Estimativas de teores de uréia no soro sangüíneo (mg/dL) dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta de sangue após a primeira refeição (horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	111
5.6	Estimativas de teores de uréia no soro sangüíneo (mg/dL) dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.), segundo o tempo de coleta de sangue após a primeira refeição (horas)	112
6.1	Estimativas da degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e FDN do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>)	143
6.2	Estimativas da degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e FDN da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) moída a 2 mm	144
6.3	Estimativas da degradabilidade da matéria seca, proteína bruta e FDN da vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) moída a 5 mm	145
A.1	Animal sacrificado e necropsiado. Fotografia retirada ao quinto dia da fase de coleta de amostras	183

LISTA DE ANEXOS

ANEXO	Página
A Achados clínicos, de necropsia e histopatológicos do ovino sacrificado ...	183
B Curva padrão do ácido tânico	189
C Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (g/dia) de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, proteína digestível, extrato etéreo, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nutrientes digestíveis totais, energia digestível (Mcal/dia) e energia metabolizável (Mcal/dia) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	190
D Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (%PV) de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, proteína digestível, extrato etéreo, carboidratos totais, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em detergente ácido, celulose, hemicelulose, lignina, nutrientes digestíveis totais, energia digestível (kcal/kgPV) e energia metabolizável (Kcal/kgPV) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon</i> spp.) pela vagem de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	191
E Representação esquemática do protocolo para incubação e remoção dos sacos de náilon do rúmen dos ovinos adotado no experimento	192
F Resumo publicado	193
G Resumo expandido publicado	194
H Cópia da Ata de Defesa da Tese "VALOR NUTRITIVO DA VAGEM DE FAVEIRA (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) PARA RUMINANTES", do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na Universidade Federal do Ceará, em 05 de fevereiro de 2004	197

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AGV	- ácidos graxos voláteis
CNE	- carboidratos não estruturais
CNF	- carboidratos não fibrosos
DCNF	- digestibilidade dos carboidratos não fibrosos
DE	- degradabilidade efetiva
DEE	- digestibilidade do extrato etéreo
DFDA	- digestibilidade da fibra em detergente ácido
DFDN	- digestibilidade da fibra em detergente neutro
DIVMS	- digestibilidade <i>in vivo</i> da matéria seca
DLAD	- digestibilidade da lignina em detergente ácido
DMO	- digestibilidade da matéria orgânica
DMS	- digestibilidade da matéria seca
DNIDA	- digestibilidade do nitrogênio insolúvel em detergente ácido
DNIDN	- digestibilidade do nitrogênio insolúvel em detergente neutro
DPB	- digestibilidade da proteína bruta
EB	- energia bruta
ED	- energia digestível
EE	- extrato etéreo
ENN	- extrato não-nitrogenado
FDA	- fibra em detergente ácido
FDN	- fibra em detergente neutro
FT	- fenóis totais
LAD	- lignina em detergente ácido
LR	- líquido ruminal
MOD	- matéria orgânica digestível
MS	- matéria seca
N	- nitrogênio
NDT	- nutrientes digestíveis totais
NIDA	- nitrogênio insolúvel em detergente ácido
NIDN	- nitrogênio insolúvel em detergente neutro
NMF	- nitrogênio metabólico fecal
N-NH ₃	- nitrogênio amoniacal
PB	- proteína bruta
PEDR	- proteína efetivamente degradada no rúmen
PNDR	- proteína não degradada no rúmen
PDNDR	- proteína digestível não degradada no rúmen
TC	- taninos condensados
TT	- taninos totais
VF	- vagem de faveira

SUMÁRIO

	Página
RESUMO	xii
ABSTRACT	xv
LISTA DE TABELAS	xviii
LISTA DE FIGURAS	xxi
LISTA DE ANEXOS	xxiii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	xxiv
PRIMEIRA PARTE	
1 Introdução	1
2 A faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) e o valor nutritivo de suas vagens para ruminantes	4
2.1 Características botânicas da faveira	4
2.2 Ocorrência natural e dispersão geográfica de plantas do gênero <i>Parkia</i>	7
2.3 Produção de vagens por plantas de faveira	10
2.4 Valor nutritivo de vagens de faveira	11
3 Compostos fenólicos e seu efeito sobre o valor nutritivo de forrageiras tropicais	16
SEGUNDA PARTE	
4 Composição químico-bromatológica, consumo voluntário, digestibilidade <i>in vivo</i> e valor energético de vagens de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.) para ruminantes	29
5 Metabolismo de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	86
6 Degradabilidade ruminal <i>in situ</i> de nutrientes de vagens de faveira (<i>Parkia platycephala</i> Benth.)	126
7 Conclusões gerais	161
8 Referências bibliográficas gerais	163

PRIMEIRA PARTE

Ao terceiro dia, Deus disse: Produza a terra relva, ervas que dêem sementes, e árvores frutíferas que dêem fruto segundo a sua espécie, cuja semente esteja nele, sobre a terra. E assim se fez.

Gênesis 1:11-13.

1 INTRODUÇÃO

A produção animal nos trópicos está incorporando novos desafios, especialmente no sentido de balancear a segurança alimentar e a necessidade de conservação da biodiversidade, princípios que necessitam relacionar a produtividade animal, a produtividade dos sistemas das fazendas como um todo e a manutenção da biodiversidade. Diante da diversidade de árvores forrageiras, há necessidade urgente de estudo e recomendação de espécies promissoras para ambientes agro-ecológicos específicos e sistemas de produção animal, considerando-se a produtividade vegetal, o valor nutricional e a sustentabilidade desta diversidade (ROSALES & GILL, 1997).

A avaliação de espécies nativas pode contribuir para a sustentabilidade dos ecossistemas, evitando a rápida degradação destes e justificando a preservação dos recursos naturais, não se limitando apenas ao cumprimento das exigências legais estabelecidas nas Leis de Proteção Ambiental.

A faveira (*Parkia platycephala* Benth.), espécie leguminosa nativa do Brasil, com áreas de dispersão nas regiões Norte, Centro-oeste e Nordeste, é protegida pela Lei de Preservação do Estado do Piauí N^o. 3.888, de 26 de setembro de 1983 (PIAUI, 1983), configurando-se como importante componente para a sustentabilidade dos ecossistemas onde ocorre, devido, dentre outras funções, a grande produção de néctar de suas flores ser consumida por aves da fauna silvestre, além de florar em épocas distintas, em ambientes distintos, fornecendo alimentação a estes animais durante boa parte do ano, podendo inclusive garantir a sobrevivência de aves ameaçadas de extinção nestes ambientes (VISGUEIRO, 1999).

O uso de plantas do gênero *Parkia* na África é diversificado, tendo HOPKINS (1983), em revisão, destacado a utilização de frutos e sementes de *P. biglobosa* (Jacq.) R. Br. ex G. Don. no preparo de alimentos; da polpa das vagens, rica em vitamina C e açúcares, no preparo de bebida; além do uso mais tradicional das sementes no preparo de um condimento para sopas, na forma de

um semi-fermentado com cerca de 40% de proteína e rico em riboflavina, sendo as sementes ricas em lisina e pobres em metionina, triptofano e cistina.

Além de ser bastante resistente à seca, a principal importância sócio-econômica da *P. platycephala* Benth. decorre do fato de seus frutos, tipo vagem, amadurecerem e caírem quando a forragem é mais escassa e de baixo valor nutritivo, tornando-se, assim, uma fonte alternativa para a alimentação animal (SANTOS, 1992), muito utilizada pelos pecuaristas do cariri cearense (BRAGA, 1976). A madeira de *P. platycephala* Benth. é leve (CORRÊA, 1984), mole e quebradiça (BRAGA, 1976), havendo ainda possibilidade de produção de álcool a partir da fermentação de suas vagens (CORRÊA, 1984).

As vagens de faveira apresentam grande potencial como fonte energética, além de seu bom teor protéico, com valores referenciados com base na MS, de 11,0%, obtido por RAMOS et al. (1985), de 9,5%, por NASCIMENTO et al. (1996), e de 9,4%, por MACHADO et al. (1999), sendo as sementes mais ricas em proteína e minerais. Entretanto, como as vagens são indeiscentes, quando consumidas inteiras, as sementes geralmente não são digeridas pelos bovinos, admitindo-se que a moagem das vagens possa melhorar seu aproveitamento (CARVALHO & RAMOS, 1982).

Apesar disso, deve-se buscar maior eficiência de utilização dos nutrientes das vagens de faveira, para que essa leguminosa possa ser considerada uma forrageira de uso convencional para ruminantes, evitando que seja considerada apenas como mais um recurso forrageiro para manutenção de animais em períodos críticos de carência alimentar, devendo também se conhecer constituintes químicos deste alimento caracterizados como fatores antinutritivos.

A associação de alimentos em uma dieta e o efeito da interação sobre o valor nutritivo tem sido objeto de várias pesquisas, com resultados mais concentrados para o fator antinutritivo lignina, no entanto, outros fatores antinutritivos ocorrem nos alimentos e podem apresentar efeitos significativos. Neste sentido, ROSALES & GILL (1997) destacam que o conteúdo de tanino de

um alimento pode afetar a digestão do nitrogênio de outros alimentos associados numa dieta.

Recentemente as pesquisas voltadas para o estudo de plantas forrageiras nativas têm ganho um novo enfoque, contextualizado pela demanda de informações dos sistemas de produção orgânica de produtos de origem animal, tornando-se necessária a identificação do potencial forrageiro e valor nutritivo destas forrageiras quanto ao conteúdo de princípios nutritivos, presença de fatores antinutritivos e utilização de nutrientes pelos microrganismos do rúmen e pelo próprio ruminante, associando-se ainda o impacto de nutrientes sobre o meio-ambiente.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar a composição químico-bromatológica, o consumo voluntário, a digestibilidade *in vivo*, a degradabilidade e taxa de degradação ruminal *in situ* pelo método de sacos de náilon, e o valor energético da vagem de faveira, bem como o efeito da sua associação ao volumoso feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) sobre parâmetros de valor nutritivo *in vivo*, metabolismo de compostos nitrogenados e parâmetros ruminais, com ênfase para compostos fenólicos caracterizados como fatores antinutritivos.

2 A FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.) E O VALOR NUTRITIVO DE SUAS VAGENS PARA RUMINANTES

2.1 Características botânicas da faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

A faveira, faveira-de-bolota, faveira-de-berloque, fava-de-bolota, visgueiro ou pracari (*Parkia platycephala* Benth.) é caracterizada como uma espécie arbórea da família *leguminosae*, subfamília *mimosoideae*, tribo *Parkieae*, gênero *Parkia*, que apresenta frutos tipo vagem oblonga, indeiscente, um pouco carnosa, contendo as sementes dispostas em duas séries distintas (BRAGA, 1976; DUCKE, 1979; CORRÊA, 1984; CARVALHO, 1986 e SANTOS, 1992). A denominação genérica da faveira, *Parkia*, deriva do antropônimo Mungo *Park*, viajante escocês do século XVIII (BARROSO, 1991 e HOUAISS & VILLAR, 2001), enquanto o termo constituinte do binômio específico, *platycephala*, refere-se à característica de um crânio cuja abóbada é achatada (HOUAISS & VILLAR, 2001), decorrente das características morfológicas de suas inflorescências em capítulo (NASCIMENTO et al., 1996) (Figura 1).



Figura 1 – Inflorescências de faveira (*Parkia platycephala* Benth.), adaptado de RAMOS et al. (1985).

Segundo DUCKE (1979), o visgueiro (*Parkia pendula* Benth.) é de porte grande e consiste em espécie da mata pluvial da hiléia ou floresta equatorial amazônica, ocorrendo também no Estado de Pernambuco, típica na paisagem de ambas as áreas fitogeográficas, mas não ocorrendo nos Estados do Ceará, Piauí, Rio Grande do Norte e Paraíba. Nas matas da Serra de Baturité, no Estado do Ceará, BRAGA (1976) e DUCKE (1979) destacam ser conhecida com o nome vulgar de visgueiro uma espécie de *Sapium*, família *Euforbiaceae*. Portanto, deve-se atentar para as características botânicas da *P. platycephala* Benth., no sentido de evitar-se a dualidade específica, merecendo destaque, segundo HOUAISS & VILLAR (2001), o maior porte de *P. pendula* Benth., que chega aos 30 m de altura, enquanto para *P. platycephala* Benth. a altura é limitada aos 18 m, com copa ampla, quase tocando o solo, contrastando com descrição de NASCIMENTO et al. (1996), que caracterizam a *P. platycephala* Benth. como uma árvore com até 30 m de altura.

A faveira é uma árvore de porte baixo a médio, de tronco curto e copa larga, com folhagem densa, com folhas bipinadas, contendo seis a catorze jugas, de folíolos pequenos e numerosos, contendo 30 a 100 jugos, lineares, obtusos e vernicosos na página superior. Suas flores são de um vermelho-escuro, purpúreas, às vezes mais de 2.000, contemporaneamente dispostas em capítulos esféricos de 4 a 5 cm de diâmetro, suspensas por pedúnculos filiformes de aproximadamente 30 cm, denotando excelente potencial ornamental devido à exuberante beleza de sua floração (BRAGA, 1976; DUCKE, 1979; CORRÊA, 1984 e NASCIMENTO et al., 1996).

As vagens de faveira apresentam comprimento de aproximadamente $13,0 \pm 0,7$ cm, com 21 ± 2 sementes. As sementes possuem formato elíptico, com tegumento marrom, fortemente ligado à amêndoa, com a parte central do tegumento mais escura, apresentando comprimento em torno de $0,85 \pm 0,06$ cm, largura de aproximadamente $0,49 \pm 0,04$ cm, espessura $0,38 \pm 0,03$ cm e pesam,

em média, $0,1\pm 0,01$ g (SANTOS, 1992). Menor comprimento de frutos foi obtido por COSTA (1995), com $10,98\pm 0,6$ cm, com uma largura $3,37\pm 0,12$ cm e peso médio $9,52\pm 0,47$ g. No que se refere às sementes, os dados biométricos mostram-se mais aproximados dos dados de SANTOS (1992), com comprimento $7,72\pm 0,51$ mm, largura $5,02\pm 0,43$ mm e espessura $3,88\pm 0,36$ mm, ocorrendo em média $23,84\pm 1,19$ sementes por fruto, sendo o peso de 100 sementes com um teor de umidade de 11% equivalente a 9,93 g.

O tegumento das sementes de faveira é considerado duro, resultando em dormência física, que pode ser quebrada mediante tratamento químico por imersão em H_2SO_4 concentrado (96%) durante 10 ou 20 minutos, seguido de lavagem em água corrente, ou por escarificação mecânica com lixa para madeira nº. 80, resultando em germinação superior a 85% (OLIVEIRA et al., 1987).

Podem ser encontradas duas variedades de faveira, caracterizadas pelas cores escuras e claras de suas vagens (CARVALHO & RAMOS, 1982 e RAMOS et al., 1986, 1999). Este fato também foi constatado por SANTOS (1992), ao identificar árvores de faveira ocorrentes na Chapada do Araripe, no município do Crato, no Estado do Ceará, observando produção de vagens com as colorações amarela, marrom escura, preta e verde, embora não as considere espécies ou variedades distintas. Neste sentido, CARVALHO et al. (1992) obtiveram uma planta produtora de vagens escuras a partir de sementes de vagens claras e uma produtora de vagens claras a partir de sementes de vagens escuras, considerando que estas ocorrências sejam provavelmente de origem genética.

2.2 Ocorrência natural e dispersão geográfica de plantas do gênero *Parkia*

O gênero *Parkia* é considerado pantropical, composto por mais de 30 espécies (DUCKE, 1979 e HOPKINS, 1983), algumas das quais notáveis pelo tamanho das árvores e beleza. Segundo DUCKE (1979), o centro mundial de distribuição das espécies é a Amazônia, enquanto ANDERSON & PINTO (1985) e HOUAISS & VILLAR (2001) consideram as plantas deste gênero nativas de regiões tropicais da América do Sul, África e Sudeste da Ásia.

As espécies do gênero *Parkia* são importantes fontes sazonais de alimentação, tanto no Sudeste da Ásia quanto na África Ocidental (NFTA, 1989). HOPKINS (1983) descreve a taxonomia, biologia reprodutiva e potencial econômico do gênero *Parkia* na África e Madagascar, destacando três espécies na África, *P. biglobosa* R. Br. ex G. Don., *P. bicolor* A. Chev. e *P. filicoidea* Welw. ex Oliver, e uma espécie em Madagascar, *P. madagascariensis* R. Viguier.

Plantas do gênero *Parkia* têm sido encontradas dispersas no Brasil, com relato de *P. multijuga* Benth. na Amazônia (SMITH et al., 1998), enquanto, no *New York Botanical Garden* constam excidatas de espécies do gênero *Parkia* coletadas no Brasil, com *P. platycephala* Benth., coletada em Ilhabina, na Bahia; *P. alliodora* Ducke, *Parkia auriculata* Spruce ex Benth., *P. decussata* Ducke, *P. oppositifolia* Spruce ex Benth. e *P. parviceps* Ducke, coletadas no Estado do Amazonas; *P. multijuga* Benth., coletada nos Estados do Amazonas e Rio de Janeiro; *P. reticulata* Ducke e *P. cachimboensis* H. C. Hopkins, coletadas no Estado do Pará; e, *P. bahiae* H. C. Hopkins, coletada no Estado da Bahia (NYBG, 2003).

A faveira (*P. platycephala* Benth.) é uma árvore característica das áreas de "chapadas", conhecidas como agreste, dos Estados do Piauí e Maranhão (Meio-Norte), contribuindo para a alimentação de bovinos, caprinos, ovinos e outros animais domésticos. Ocorre também em outros Estados, como Bahia,

Ceará e Pernambuco, sendo que nos dois últimos é mais conhecida como visgueiro (CARVALHO et al., 1981, CARVALHO, 1986 e RAMOS et al., 1999).

Em estudos botânicos realizados no Estado do Ceará, DUCKE (1979) constatou a presença da faveira nos arredores do Crato e na Serra do Araripe, em mata seca e no agreste, e na Serra da Ibiapaba, em mata seca, no município de Tianguá. Também destaca sua ocorrência nos Estado do Pará, no Médio Tocantins, o que deve ser revisto, em virtude da criação do Estado do Tocantins com maior trecho do Médio Tocantins inserido neste Estado; no Centro e Sul do Maranhão; no Sul do Piauí; em Pernambuco, na Chapada do Araripe, contígua ao Estado do Ceará; e, na Bahia, em Ilhabina.

LUETZELBURG (1922/1923), descreve a formação florística da região do agreste, na parte leste da Chapada do Araripe, no Estado do Ceará, atestando o contínuo extermínio das matas a leste da Chapada, onde remanescem exemplares de *P. platycephala* Benth., em cerca de 10% da flora, em uma área uniforme de gramíneas, proporção também apresentada por BRAGA (1976). SANTOS (1992) relata a distribuição da faveira em regiões serranas do Nordeste brasileiro, principalmente no Sul do Estado do Ceará, no agreste da Chapada do Araripe, com uma frequência de até 10%, sendo destacada por COSTA (1995) a presença desta essência florestal tanto em estratos superiores da Floresta Nacional do Araripe quanto em áreas em regeneração.

Segundo CORRÊA (1984), a *P. platycephala* Benth. vegeta de preferência nos campos arenosos e secos, desde os Estados do Pará até a Bahia; no Estado do Ceará é comum encontrar-se indivíduos quase acaules, esgalhados desde o solo, com galhos atingindo uma circunferência de 2,5 m, de modo que a copa quase toca o solo, concordante com a descrição para esta espécie no Estado do Ceará, apresentada por LUETZELBURG (1922/1923) e BRAGA (1976).

As manchas de cerrado (cerradão) disseminadas pelos Estados do Piauí e Maranhão mostram-se idênticas ao cerrado do Brasil Central quanto à fisionomia e estrutura, embora entremeadas por babaçuais e capoeiras. A constituição das comunidades e as características das plantas são as mesmas em ambas. Quanto

à composição, aproximadamente metade da flora é comum ao Brasil Central e uns 15% podem ser considerados elementos peculiares, sendo os restantes 30% formados de entidades acessórias, umas de mata, outras de caatinga, do que resulta evidente individualidade fitogeográfica do cerrado destes Estados. A proporção dos elementos acessórios não diverge da verificada no Brasil Central, ocorrendo ainda conspícuos elementos silvestres, revelando idêntica relação de origem com a floresta, com as espécies mostrando-se claramente aparentadas com espécies atlânticas e hileianas ou são dos mesmos gêneros (RIZZINI, 1997), incluindo-se dentre estas a espécie *Parkia platycephala* Benth.

Em levantamento fitossociológico, RIBEIRO & WALTER (1996), citam *P. platycephala* Benth. dentre as espécies características do mosaico florístico do bioma cerrado em fisionomias cerrado típico e cerrado ralo, avaliadas no município de Balsas, no Estado do Maranhão.

A faveira tem sido introduzida e avaliada em locais fora de seus limites de ocorrência natural, como as chapadas semi-áridas do município de São João do Piauí, no Estado do Piauí, em solo com alto teor de alumínio, com pH 5,48, onde verificou-se índice de sobrevivência superior a 90% um ano após o transplântio das mudas. Aos seis anos após transplântio, o índice de sobrevivência, a altura das plantas, o diâmetro médio das copas e a circunferência à altura do peito, para plantas de vagens claras foram 82%, 5,63m, 5,72m e 35,95cm, e para plantas de vagens escuras, 88%, 5,83m, 5,99m e 37,43cm, respectivamente. Três anos após o transplântio iniciou-se a frutificação e, aos cinco anos verificou-se produção incipiente de vagens, necessitando maior período de avaliação para obtenção de resultados conclusivos. Destaca-se a tolerância a solos de baixa fertilidade natural e o pouco ataque por saúvas (*Atta sp.* Fabr.), embora seja muito visitada pelos arapuás ou irapuás (*Trigona spinipes* Fabr.), que atacam as inflorescências, e por gafanhotos e bichos-pau (CARVALHO et al., 1992).

2.3 Produção de vagens por plantas de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

A faveira apresenta grande potencial produtivo, com concentração da produção em curto período, 90% no mês de setembro, o que não proporciona um suprimento uniforme de alimento nas pastagens, exceto quando do armazenamento das vagens. É uma espécie que se adapta bem às condições de cerrado, podendo ser uma opção vantajosa como leguminosa arbórea, principalmente em solos de baixa fertilidade natural (CARVALHO et al., 1981).

No Estado do Piauí, CARVALHO & RAMOS (1983) obtiveram produção média de 95,5 kg de vagens/árvore (n=4), nos anos 1980 a 1982, em Teresina; em Valença do Piauí, a avaliação no ano de 1981 resultou em média de 30,2 kg/árvore (n=67); e, em Amarante, em 1982, a produção média foi de 26,1 kg/árvore (n=82). CARVALHO (1986), cita que uma árvore considerada excepcional, nos anos 1980, 1981, 1982, 1983, 1984 e 1985, produziu em Teresina, 201, 158, 357, 117, 316 e 379 kg, respectivamente, representando uma média de 255 kg de vagens/ano, o que pode ter contribuído para a elevada média de 95,5 kg de vagens/árvore, relatada por CARVALHO & RAMOS (1983). Neste sentido, a produção de vagens de faveira varia bastante entre árvores e entre anos (NASCIMENTO et al., 1996), considerando-se ainda a idade da planta e a pluviosidade anual (RAMOS et al., 1999).

A partir dos dados de CARVALHO & RAMOS (1983) para produção média de vagens de faveira nos municípios piauienses de Valença do Piauí e Amarante, e da densidade de plantas em áreas de chapadas, referida por NASCIMENTO et al. (1996), de até 40 plantas/ha, sob condições naturais, pode-se estimar a produção anual de vagens nestes municípios em até 1.208 e 1.044 kg/ha, respectivamente.

2.4 Valor nutritivo de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Vários autores avaliaram a composição das vagens e sementes de faveira, sendo os teores de proteína nas vagens bastante próximos nos trabalhos revisados e elevados os teores protéicos nas sementes. RAMOS et al. (1983), citam para vagens e para sementes de faveira 8,91 e 22,15% de PB na MS, respectivamente; RAMOS et al. (1985), obtiveram para vagens e sementes de faveira 11,0 e 31,0% de PB na MS, respectivamente; NASCIMENTO et al. (1992), obtiveram PB 8,84%, FB 12,56%, Ca 0,22% e P 0,078% na MS de vagens maduras e secas; NASCIMENTO et al. (1996), obtiveram PB 9,5%, FB 13,0%, EE 2,7%, MM 2,4%, Ca 0,2% e P 0,08% na MS de vagens maduras e secas; e, MACHADO et al. (1999), obtiveram 91,67% MS, com 89,81% MO, 9,43% PB, 21,38% FDN, 17,53% FDA e 2,32% de lignina na MS de vagens de faveira. Estes resultados estão de acordo com a afirmativa de CARVALHO & RAMOS (1982), que as vagens de faveira inteiras possuem menos que 20% de proteína bruta e menos que 18% de fibra bruta, devendo ser consideradas alimento energético.

Em concordância com RAMOS et al. (1985), SANTOS (1992), obteve elevado teor de PB na MS de sementes de faveira, com 29,87% nas sementes *in natura*, e 44,67% em amostras de sementes desengorduradas, além do elevado teor de EE, 33,13% na MS, em proporção maior que em sementes de oleaginosas, obtendo-se ainda, 4,62% de MM.

A principal utilização das vagens de faveira parece ser como essência forrageira para alimentação de animais criados extensivamente ou confinados (COSTA, 1995). Estes frutos amadurecem e caem no período mais seco do ano nos Estados do Piauí e Maranhão, ou seja, de agosto a outubro, quando as forragens tornam-se escassas e de baixo valor nutritivo, sendo as vagens muito consumidas pelos animais (CARVALHO et al., 1981), o que ocorre diretamente no campo pelos animais criados em regime extensivo. No entanto, quando ocorrem secas prolongadas na região Nordeste, as vagens são coletadas e comercializadas no Piauí e para outros Estados (RAMOS et al., 1985),

consistindo, além de uma fonte alimentar para os rebanhos, em uma fonte de renda importante para a população pobre das regiões produtoras dessa leguminosa (RAMOS et al., 1999).

Como o teor protéico das vagens de faveira é bem superior ao das forragens secas disponíveis, poderão contribuir para melhorar o desempenho dos animais, não somente pelo seu valor nutritivo intrínseco, como também contribuindo para um aumento do consumo e digestibilidade de volumosos de baixa qualidade (CARVALHO et al., 1992). No entanto, resultados para consumo de dietas contendo vagem de faveira são contraditórios e necessitam de maiores avaliações, principalmente quanto à possível presença de fatores antinutritivos depressores de consumo.

Caprinos em recria apresentaram baixo consumo voluntário de vagem de faveira moída em suplementação à capoeira enriquecida com capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth.), 73,87 gMS/animal/dia, enquanto que para os suplementos 50% vagem de faveira moída+50% concentrado comercial e concentrado comercial sem vagem de faveira, os consumos foram de 179,83 e 505,24 gMS/animal/dia, respectivamente (MACHADO et al., 1999). Estes autores conjecturam que a moagem das vagens de faveira pode ter contribuído para a depressão do consumo, uma vez serem consumidas diretamente no campo pelos animais criados extensivamente (RAMOS et al., 1985). Destaca-se que o trabalho de MACHADO et al. (1999) foi realizado com caprinos, dos quais até então não se dispunha de dados de consumo de vagem de faveira.

A digestibilidade *in vitro* da MS de vagens de faveira amareladas e escuras, foi determinada por CARVALHO & RAMOS (1982, 1983), obtendo-se 72,64% e 75,99%, respectivamente. CARVALHO et al. (1992), obtiveram digestibilidade *in vitro* da MS de vagens de faveira claras inteiras, cascas e sementes 74,26%, 75,72% e 66,35%, respectivamente, e para vagens escuras inteiras, cascas e sementes 70,72%, 73,57% e 66,17%, respectivamente. NASCIMENTO et al. (1992), obtiveram digestibilidade *in vitro* da MS de vagens de faveira 74,3%. Pelo método *in situ*, MACHADO et al. (1999), obtiveram

degradação da MS de vagem de faveira 69,65%, quando da incubação no rúmen de um bovino fistulado por 48 h.

A forma de processamento da vagem e associação a diferentes volumosos conservados foi avaliada por RAMOS et al. (1983). Bovinos com idade média 18 meses e peso vivo inicial 181,6 a 193,0 kg, apresentaram maior consumo de vagens de faveira inteiras que moídas, 3,29 vs. 3,11 kg/animal/dia, quando associadas ao feno de capim braquiária (*Brachiaria decumbens* Stapf), e 2,43 vs. 1,94 kg/animal/dia, quando associadas à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench). A inclusão de vagem moída resultou em ganho de peso 46,33% superior à inclusão de vagem inteira (RAMOS et al., 1983). De acordo com estes autores, o maior ganho de peso observado no grupo de animais em que foram adicionadas vagens moídas decorreu provavelmente do elevado teor de PB das sementes (22,15% na MS), que de um modo geral não são digeridas pelos animais quando estes consomem vagens inteiras, cujo teor de PB é 8,91% na MS.

Herbívoros adaptados a dietas ricas em tanino têm desenvolvido mecanismos de proteção, incluindo, em particular, a síntese de proteínas salivares ricas em prolina, que são capazes de neutralizar o tanino ingerido (ZIMMER & CORDESSE, 1996b) e o aumento de volume das glândulas salivares, embora não ocorra em mesma intensidade nas diferentes espécies animais (VAN SOEST, 1994). A diferença de consumo de vagens no experimento realizado por RAMOS et al. (1983), em função do tipo de volumoso, pode encontrar justificativa na maior secreção salivar por unidade de peso do alimento quando do fornecimento de volumoso sob forma de feno (3,63 g de saliva/g de alimento) que sob forma de silagem (1,13 g de saliva/g de alimento), conforme dados de BAILEY (1958).

A inclusão de vagens de faveira inteiras e moídas em dietas à base de silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) para bezerros mestiços zebu x holandesa com idade inicial de 10 a 14 meses e média 175 ± 31 kgPV, resultou em ganhos médios de 119 e 210 gPV/animal/dia, respectivamente. Embora o

ganho de PV tenha sido 76,3% superior quando da suplementação com vagens moídas em relação às vagens inteiras, esta diferença não foi estatisticamente significativa, devido provavelmente ao pequeno número de animais utilizado no experimento (RAMOS et al., 1985). O consumo de vagens inteiras foi de apenas 0,5% do PV, e de vagens moídas 0,65% do PV, o que, segundo os autores, indica maior preferência quando da moagem das vagens. Este consumo se apresenta bem inferior ao consumo obtido em experimento anterior destes autores, RAMOS et al. (1983), de 1,26 e 1,07% do PV para vagens inteiras e moídas, respectivamente, associadas à silagem de sorgo.

Vagens moídas exclusivas ou adicionadas de 40 g de uréia/animal/dia, em suplementação ao capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) picado, para bezerros com idade inicial 7 a 10 meses, foram utilizadas por RAMOS et al. (1986, 1992), obtendo-se ganhos médios diários de 760g e 736g, respectivamente, não diferentes significativamente, enquanto os animais alimentados apenas com capim elefante ganharam apenas 515 g/dia e consumiram em média 0,9% do PV em vagem de faveira. A ausência de resposta à uréia é explicada em razão do teor de proteína fornecido pelas vagens de faveira e capim elefante já serem suficientes para bezerros em crescimento.

A suplementação com vagem de faveira de novilhas mestiças zebu x holandesa e gir puras, com idade inicial 7 a 9 meses e 167,5 kgPV, em média, mantidas em pastagem de capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), resultou em aumento no ganho de peso em 36 g/animal/dia quando em taxa de lotação 0,8 animal/ha. Na taxa de lotação mais baixa, 0,4 animal/ha, reduziu o ganho de peso em 59 g/animal/dia, enquanto reduziu a perda de peso em 53 g/animal/dia na taxa de lotação 1,2 animal/ha. O consumo de vagem de faveira foi de 1,5; 1,4 e 1,1 a 1,3% do PV para as taxas de lotação 0,4; 0,8 e 1,2 animal/ha, respectivamente (NASCIMENTO et al., 1992). Os mesmos autores justificam a redução do ganho de peso dos animais suplementados sob lotação 0,4 animal/ha como decorrente da redução no tempo de pastejo na busca pelo suplemento.

No experimento realizado por NASCIMENTO et al. (1992), os ganhos de peso das novilhas na taxa de lotação mais baixa (0,4 animal/ha), com e sem suplementação, se mostraram baixos, de 384 e 443 g/dia, respectivamente. A vagem de faveira, como um concentrado energético poderia potencializar este ganho, além de constituir fonte suplementar de proteína, no entanto, mesmo resultando em maior consumo, não resultou nas vantagens esperadas. Um outro fato a destacar é que o *deficit* de forragem para taxas de lotação mais elevadas (0,8 e 1,2 animal/ha) resultou em redução no consumo de vagem de faveira, o que indica necessidade de melhor conhecimento do valor nutritivo da vagem de faveira e sua relação com alimentos volumosos.

O fornecimento de 60% de vagem de faveira moída + 40% de cama de frango, na base de 3 kg/animal/dia, como suplemento ao feno de capim andropogon (*Andropogon gayanus* Kunth), para vacas da raça Nelore no final da gestação, resultou em cio pós-parto e taxa de parição superior a dos de animais não suplementados em 3,3 e 8,0%, respectivamente (GIRÃO et al., 1998). Neste experimento, o consumo de vagem de faveira foi de aproximadamente 0,5% do PV das vacas. Apesar destes resultados, constatou-se que a suplementação não se mostrou eficiente, quanto às exigências nutricionais para manutenção na gestação. Quando da realização deste experimento, no Brasil era permitido o uso de cama de frangos na alimentação de ruminantes.

3 COMPOSTOS FENÓLICOS E SEU EFEITO SOBRE O VALOR NUTRITIVO DE FORRAGEIRAS TROPICAIS

As plantas contêm mais que 1.200 diferentes classes de compostos químicos que são produzidos pelo metabolismo secundário, dos quais muitos possuem funções nas reservas, defesas ou reprodução dos vegetais. No entanto, muitos compostos químicos demonstram ser o resultado natural da co-evolução de plantas e herbívoros mamíferos, embora alguns provavelmente estejam envolvidos nos mecanismos de proteção contra insetos pragas e patologias vegetais, e neste caso, seus efeitos sobre os grandes animais podem ser coincidência, com potencial para afetar a digestão do nitrogênio não apenas de um alimento específico, como também dos demais alimentos associados em dietas (ROSALES & GILL, 1997).

Taninos são metabólitos secundários importantes no reino vegetal, que constituem defesa vegetal contra herbívoros, em particular nas espécies adaptadas a áreas de difícil crescimento (ZIMMER & CORDESSE, 1996b). Neste sentido, MAGALHÃES et al. (1997) destacam a presença de compostos fenólicos, entre estes taninos, no grão de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), como metabólitos secundários cuja presença e natureza variam muito, atuando como defesa química contra pássaros, patógenos, processos fisiológicos e outros competidores, em especial o tanino condensado, com ação antinutritiva principalmente para monogástricos. Além disso, os compostos fenólicos podem variar de acordo com a constituição genética da planta de sorgo (RODRIGUES et al., 1998), sendo o teor de tanino controlado por genes com predominância de efeitos aditivos.

Os taninos vegetais são definidos como compostos fenólicos solúveis em água com peso molecular entre 500 e 3.000 que, além das reações fenólicas normais, possuem propriedades especiais como a precipitação de alcalóides e proteínas. Estes compostos são divididos em duas classes, denominadas taninos

hidrolisáveis e taninos condensados (VIRK & MENKE, 1986), e ocorrem em quase todos os vegetais vasculares, diferindo em seus efeitos tóxicos e nutricionais, com os taninos condensados (proantocianidinas) apresentando maior efeito na redução da digestibilidade e os taninos hidrolisáveis podendo causar manifestações tóxicas devido à hidrólise no rúmen (KUMAR, 1991).

Há cerca de 8.000 compostos polifenólicos, que podem ocorrer em várias espécies vegetais. Árvores e arbustos pouco estudados podem conter fatores antinutricionais que formam um grupo de compostos relacionados, cuja presença pode ser apenas revelada a partir de ensaios de alimentação, destacando-se ainda que há ampla variação na concentração de fatores antinutricionais em uma mesma espécie vegetal, o que pode decorrer das variações nas condições ambientais, da falta de padronização de métodos entre laboratórios, assim como também da destruição durante a condução das pesquisas por manuseio inadequado (KUMAR, 1991).

Quanto à distribuição das proantocianidinas, TANNER et al. (1990) verificaram variação na distribuição em vagens de plantas do gênero *Acacia*, com elevado teor de compostos fenólicos solúveis na MO (43,6%) e maior concentração nas cascas de *A. nilotica* (L.) Del. em relação às sementes, seguida pela espécie *A. sieberiana* DC. (40,6%), com distribuição equitativa entre cascas e sementes e teores mais baixos em *A. albida* Del. (36,5%) e *A. tortilis* (Forsskal) Hayne (37,3%). Estes resultados indicam variações nos teores e locais de ocorrência entre espécies de um mesmo gênero, o que também foi verificado por DALZELL & SHELTON (1997), ao obter maior teor de taninos condensados em *Leucaena pallida* Britton & Rose (9,10%) que em *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit., (4,80%) verificando-se teores intermediários no híbrido F1 *L. pallida* Britton & Rose x *L. leucocephala* (Lam.) De Wit (5,83%).

Comparando três espécies leguminosas quanto ao teor de tanino condensado nas folhas, MUPANGWA et al. (2000) obtiveram 2,95% na "cassia" (*Cassia rotundifolia* Pers.), 1,69% no "lab lab" (*Lablab purpureus* (L.) Sweet) e

1,24% no "siratro" (*Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban), sendo que 54,5; 74,0 e 86,2% do tanino condensado total estava ligado à proteína, enquanto 1,75; 3,71 e 1,41% estava ligado à FDN, para a "cassia", "lablab" e "siratro", respectivamente, ressaltando-se que o elevado teor de tanino condensado de *C. rotundifolia* Pers. pode causar adstringência, comprometendo o consumo de alimento.

Segundo BAUMANN et al. (1997), embora as árvores e arbustos forrageiros apresentem em alguns casos elevado teor protéico (12,5 a 20,7% na MS), também contêm altos níveis de compostos secundários, tais como o tanino, que pode atingir até 50% da MS, sem que se tenha um devido conhecimento do efeito do tanino *in vivo*. Vale salientar que, segundo KUMAR (1991), a sensibilidade aos fatores antinutritivos varia entre as espécies animais, idades e estádios fisiológicos, além das forrageiras poderem conter ao mesmo tempo diferentes fatores antinutritivos cujos efeitos biológicos se torna difícil separar.

A correlação entre compostos fenólicos totais (FT), taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) nas acácias *A. brevispica* Harms, *A. nubica* Benth., *A. tortilis* (Forsskal) Hayne, *A. seyal* Del., *A. nilotica* (L.) Del. e *A. mellifera* (Vahl) Benth. foi positiva, verificando-se ainda alta correlação positiva entre FT e TC com a hemicelulose e a FDA e negativa da PB com os polifenóis e frações da parede celular (ABDULRAZAK et al., 2000). SREERANGARAJU et al. (2000) verificaram que o tanino das cascas de grão-de-bico (*Cicer arietinum* L.) aparentemente apresenta maior afinidade pelos carboidratos que pela proteína, e constataram maior digestibilidade da MO, FDN e FDA com inclusão de 10% e 20% de cascas de grão-de-bico em dietas para ovinos, sem alterações no consumo de alimento e balanço de nitrogênio. No entanto, para outras forrageiras tem-se verificado na literatura maior afinidade de tanino por proteína, com maior efeito sobre a nutrição.

O principal problema causado pelo tanino é a formação do complexo tanino-proteína, o que pode afetar a digestibilidade e modificar a palatabilidade dos alimentos, resultando em sabor adstringente (MAGALHÃES et al., 1997). Os complexos tanino-proteína envolvem pontes de hidrogênio entre fenóis e os grupos hidroxila das proteínas; pontes ou interações iônicas entre o ânion fenolato e o sítio catiônico da molécula protéica; interações hidrofóbicas entre a estrutura do anel aromático dos compostos fenólicos e as regiões hidrofóbicas das proteínas; e, ligações covalentes formadas pela oxidação e subsequente condensação com os grupos nucleofílicos (-NH₂, -SH, -OH) das proteínas (KUMAR & SINGH, 1984). Assim, a complexação depende do pH, ligação iônica e natureza da proteína, e aumenta com o peso molecular dos taninos (KUMAR & HORIZOME, 1986).

Segundo AERTS et al. (1999), plantas forrageiras contendo quantidades moderadas de proantocianidinas (2 a 4% na MS) podem exercer efeito benéfico sobre o metabolismo protéico em ovinos, reduzindo a degradação da proteína da dieta a amônia pelos microrganismos do rúmen, com aumento da passagem ao intestino, propiciando maior absorção de aminoácidos no intestino delgado. No entanto, elevadas concentrações de proantocianidinas na dieta (6 a 12% da MS) deprimem o consumo de alimento, a eficiência digestiva e a produtividade animal.

As proteínas diferem muito quanto à afinidade pelos taninos. As principais características das proteínas que influenciam positivamente nessa associação são: alto peso molecular, estrutura mais aberta e flexível, ponto isoelétrico e conteúdo de prolina, devido às características hidrofóbicas deste aminoácido, contribuindo para a conformação mais aberta da molécula de proteína. Aves alimentadas com dietas contendo tanino apresentam hipertrofia da glândula parótida para produção de proteínas salivares ricas em prolina. Com relação à estrutura e propriedade dos polifenóis importantes na formação do complexo tanino-proteína, destacam-se três características: maior tamanho do

polifenol, conformação flexível, cuja retração facilita a ligação polifenol/proteína e a baixa solubilidade do polifenol (MAGALHÃES et al., 1997).

WOODWARD & REED (1997) destacam possíveis efeitos dos taninos sobre a utilização de *N*, como a formação de complexos tanino-proteína, protegendo a proteína da degradação ruminal, mas não da digestão gástrica, devido à estabilidade dependente de pH; os taninos podem ser inativados por se ligar à proteína microbiana ou por mucinas salivares e proteínas ricas em prolina; ou ainda, o complexo tanino-proteína pode não se dissociar no abomaso, incrementando o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) fecal.

Segundo ØRSKOV (1988), são considerados dois tipos de complexos tanino-proteína: uma reação hidrolítica, reversível sob condições ácidas do abomaso, e uma reação de condensação, de caráter irreversível. Assim, o emprego do tanino como forma deliberada de proteção de proteínas tem sido objeto de muito pouco interesse comercial, não estando claro se os taninos presentes nos vegetais sob forma natural apresentam algum efeito sobre a digestibilidade das proteínas no intestino delgado.

A inativação de tanino pelos produtos endógenos pode afetar a partição de *N*, com incremento do *N* fecal, devido a complexos tanino-proteína, e menor *N* urinário e plasmático, devido a aumento na reciclagem ou produção de proteínas ou mucinas, resultando em maior *N* metabólico fecal, enquanto, a não dissociação abomasal do complexo tanino-proteína pode afetar o metabolismo do *N* semelhante às dietas deficitárias em proteína, resultando em depressão da fermentação ruminal, baixo teor de uréia plasmática, baixa retenção de *N* e elevada excreção fecal de *N* (WOODWARD & REED, 1997).

Herbívoros adaptados a dietas ricas em tanino têm desenvolvido mecanismos de proteção, incluindo, em particular, a síntese de proteínas salivares ricas em prolina, que são capazes de neutralizar o tanino ingerido (ZIMMER & CORDESSE, 1996b). No entanto, VAN SOEST (1994), com base em resultados de AUSTIN et al. (1989), afirma que estes fatores mostram-se

ausentes ou reduzidos nas salivas de ovinos e bovinos. Segundo ZIMMER & CORDESSE (1996b), como conseqüências da ingestão de tanino por ruminantes destacam-se o decréscimo na degradação da proteína no rúmen, alterações na atividade microbiana no rúmen e ceco, redução do nível de consumo e efeitos tóxicos. Neste sentido, o INRA (1981) e o NRC (2001) citam que a redução do consumo merece atenção, devido à quantidade de alimento ingerido *ad libitum* limitar freqüentemente, no caso das forragens, a quantidade de energia e de elementos nutritivos ao ruminante.

A associação tanino-proteína protege a proteína da fermentação ruminal e pode proporcionar boa fonte de proteína *by-pass* (KEIR et al., 1997), formando-se complexos entre taninos condensados e proteína por pontes de hidrogênio sob pH neutro (McLEOD, 1974). O complexo tanino-proteína aparenta dissociar-se pós-ruminalmente em pH baixo, onde, presumivelmente, a proteína torna-se disponível para digestão. No entanto, taninos condensados livres podem formar complexos com enzimas digestivas, como a pepsina, e também com as proteínas da parede intestinal. Taninos condensados de *Prosopis cineraria* precipitam pepsina em pH 2,0 e o efeito líquido da presença destes pode se tornar desprezível quando ocorrerem em 2 a 3% da dieta (KUMAR, 1991).

Os taninos condensados presentes nos arbustos nativos podem inibir a atividade dos microrganismos ruminais. Assim, em experimento com ovinos e caprinos, NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991) verificaram que a utilização de dietas com 50% de *Cercocarpus montanus* Raf., planta mexicana com 11,2% de taninos condensados (equivalente catequina), resultou em melhoria no balanço de nitrogênio, redução nas concentrações plasmáticas de uréia e maior taxa de passagem, em relação a dietas com 25% de *C. montanus* Raf. Ao contrário do que se esperava, os taninos condensados desta espécie vegetal não comprometeram a cinética de digestão em ovinos, o que indica que há necessidade de estudos envolvendo espécies distintas.

O efeito do tanino sobre a digestibilidade tem sido elemento de vários estudos, nos quais foi detectada a correlação negativa entre a presença de tanino e este parâmetro de valor nutritivo. KIMAMBO & MUYA (1991), atribuem a menor degradabilidade da MS e MO de folhas de bananeira (*Musa sp.*) em relação aos pseudocaulos ao elevado teor de tanino reportado para as folhas, o que também foi atribuído por WILMAN & MOGHADDAM (1998) e WILMAN & AHMAD (1999) como fator determinante à equivalente digestibilidade *in vitro* da MS de folhas e caules de desmodio (*Desmodium intortum* (Mill.) Urban).

A alta concentração de compostos fenólicos solúveis (CFS) de *Acacia sieberiana* DC., que possui 48,5% de MO e 40,6% de CFS na MO, resultou em reduzida taxa de ganho de peso, baixa digestibilidade da MS, nitrogênio e FDN e elevada formação de nitrogênio associado à FDN (NIDN) em ovinos, o que resultou em digestibilidade negativa do NIDN, indicando formação de complexos tanino-proteína durante a passagem da dieta pelo trato digestivo. Além disso, a excreção de N fecal superou a excreção de N urinário nas dietas com acácia, devido as proantocianidinas formarem complexos com proteínas, tornando-as menos digestíveis (TANNER et al., 1990).

O ácido tânico associado ao farelo de soja em mais de 5% da MS é capaz de reduzir a degradação ruminal do nitrogênio em ovinos, enquanto doses superiores a 10% resultam em redução na degradação da MS, o que se atribui ao decréscimo na fração imediatamente degradável *a* com a inclusão de ácido tânico e da menor taxa de degradação *c*, verificada nos farelos tratados com mais que 10% de ácido tânico. Além disso, a digestão ruminal da proteína não degradada no rúmen decresceu com o tratamento com doses de 15 e 25% de ácido tânico (HERVÁS et al., 2000).

Considerando o efeito redutor de bactérias Gram-positivas no fluido ruminal pelo tanino, as espécies vegetais *Dialium guineense* Willd. e *Millettia thonningii* (Schum. & Thonn.) Baker, com teores de compostos fenólicos totais, taninos como equivalente ácido gálico e taninos condensados de 2,2; 0,6 e

26,1% na MS e 8,5; 5,9 e 2,9 % na MS, respectivamente, apresentaram capacidade de prevenção de enterotoxemia em ovinos causada por *Clostridium perfringens* (BAUMANN et al., 1997).

O efeito defaunador do tanino de folhas de "nacedero" (*Trichantera gigantea* (Humboldt & Bonpland.) Nees), "cachimbo" (*Erythrina poeppigiana* ((Walp.) O.F. Cook) e "orejero" (*Enterolobium cyclocarpum* (Jacq.) Griseb.) sobre os protozoários do rúmen foi avaliado por ROSALES et al. (1989), não se verificando diferenças entre os novilhos tratados e os testemunha, o que pode ter decorrido das baixas populações de protozoários ($1-2 \times 10^5$ prot./ml) devido à dieta utilizada, composta por pastagem de capim quicuío (*Pennisetum clandestinum* Hochst. ex Chiov.) suplementada com 200 g de farelo de arroz + 200 g de folhas secas/dia, ou ainda da baixa quantidade de folhas ou curto período para avaliação do controle de protozoários, de apenas 12 dias.

A preocupação com o efeito antinutritivo do tanino resultou em pesquisas para sua atenuação. Assim, RUSSEL & LOLLEY (1989) realizaram dois experimentos para avaliação do efeito do tratamento com uréia na inativação do tanino em grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), e concluíram que o uso de 2 a 4% de uréia/kg de MS em grão de sorgo com umidade reconstituída para 20 a 34% e $3,4 \pm 0,3\%$ de tanino na MS, expresso como eqüivalente catequina, resultou em taxa de inativação de 68 ± 2 %/dia em relação ao sorgo com umidade reconstituída sem uréia, com taxa de inativação de apenas 4,5 a 13,7%/dia, corroborando resultados anteriores de que o álcali produzido pela hidrólise da uréia aparentemente aumenta a taxa de inativação do tanino. Além disso, o pH e o odor de amônia no material, similares aos observados para cultivares de sorgo pobres em tanino, denotam a não inibição da urease pelo tanino neste experimento. Em outro experimento, fixou-se o teor de uréia em 3% da MS do grão de sorgo reconstituído com 30% de umidade e avaliou-se o efeito das temperaturas 25 e 60 °C durante o tratamento, verificando-se maior

taxa de inativação do tanino a 60 °C ($89\pm 18\%$ /dia) em relação a 25 °C ($44\pm 5\%$ /dia).

Na busca de sistemas de criação a pasto com combinação das espécies bovina e caprina, onde os bovinos contribuiriam com a redução da competição de plantas herbáceas com os estratos arbustivo e arbóreo, que se destinariam à alimentação de caprinos, além de objetivar maior taxa de lotação por consumo de folhosas por bovinos, LANDAU et al. (2000) identificaram que 250 g/dia de polietileno glicol (PEG-4.000) pode neutralizar os efeitos negativos do tanino condensado de quebracho (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl) (625 g de quebracho/dia, equivalente a 6,5% de taninos condensados na MS), resultando em aumento de 10% no consumo de MS por bovinos, o que é justificado pela formação de complexos tanino-PEG irreversíveis na amplitude de pH em que poderia se formar complexos tanino-proteína.

Ao utilizar 160 mg PEG-4.000/g de amostra de folhas das leguminosas *Acacia boliviana* Rusby, *Calliandra calothyrsus* Meissn., *Leucaena trichandra* (Zucc.) Urban, *Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit., *Leucaena pallida* Britton & Rose e *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walp., JONES et al. (2000) verificaram maior efeito do PEG e tanino sobre a digestibilidade *in vitro* do nitrogênio, com aumentos variáveis entre 7 e 67%, que sobre a digestibilidade da MS, com aumentos de 4,5% para *C. calothyrsus* Meissn. e 6,7% para *A. boliviana* Rusby, e redução de 5,4% para *L. pallida* Britton & Rose, o que demonstra elevada interação do tratamento com PEG e as espécies estudadas, verificada também para digestibilidade do nitrogênio, indicando ainda maior efeito do tanino sobre a digestibilidade da proteína que da MS.

Apesar das vantagens apresentadas para o uso de PEG, KUMAR (1991) considera o uso de PEG uma prática antieconômica para uso intensivo, devendo-se buscar outras formas de atenuação do efeito do tanino, e NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991) não evidenciaram melhoria no balanço de nitrogênio e digestão dos nutrientes em ovinos e caprinos alimentados com dietas de baixa

qualidade, com uso de PEG-3.350 para atenuação do efeito do tanino de *Cercocarpus montanus* (Raf.). Além disso, quando plantas apresentam alta digestibilidade do nitrogênio, como a *Gliricidia sepium* ((Jacquin) Kunth ex Walp.), que segundo JONES et al. (2000) apresenta 80,2 % de digestibilidade *in vitro* do nitrogênio, os resultados decorrentes do tratamento com PEG são mínimos.

Em uma série de trabalhos que envolveram a avaliação do efeito da ensilagem sobre o teor de tanino de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), GONÇALVES et al. (1998), constataram redução significativa dos teores de tanino. RODRIGUEZ et al. (1999) não verificaram correlação entre taninos e pH, com bom padrão de fermentação e pH abaixo de 3,9 a partir do sétimo dia, considerado inibitório às bactérias não lácticas, além das bactérias lácticas não terem demonstrado inibição pelos taninos sob condições de anaerobiose e na presença de carboidratos facilmente fermentescíveis.

SALAWU et al. (1999), avaliaram o efeito da inclusão de tanino de mimosa (*Mimosa pudica* L.), myrabolam (*Terminalia chebula* Retz.) e quebracho (*Aspidosperma quebracho-blanco* Schltdl) (50 g/kg MS) sobre a qualidade e desaparecimento *in situ* da MS e PB da silagem de ryegrass (*Lolium perene* L.) ensilado com 20% de MS, constatando que os taninos reduziram a solubilidade do nitrogênio no rúmen bem como a proteólise durante a ensilagem. Verificou-se também redução na degradação da proteína verdadeira da silagem no rúmen, com uso eficiente desta no intestino, sem efeito adverso sobre a digestão do nitrogênio e da MS. No entanto, os autores sugerem avaliação do efeito de tanino de diferentes espécies, em diferentes concentrações e condições de uso, como aditivos de silagens para proteção da proteína.

O teor de tanino da casca de café (*Coffea arabica* L.) (5,4%) não reduziu com a ensilagem, tendo resultado em silagem com pH 4,1 e odor azedo, enquanto a adição de 30 a 70% de folhas de bananeira à silagem de polpa de café também resultou em coloração escura, indicando ausência de reações

enzimáticas, com rejeição pelos ovinos. Quando da adição de 30 a 70% de capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) e de ponta de cana, verificou-se pH 4,8 a 5,0, o que se atribui ao baixo teor de carboidratos solúveis destas forragens, o que não ocorreu com adição de iguais níveis de pasto nativo, resultando em silagens de boa qualidade e palatabilidade (DEMEKE, 1993).

Ainda, quanto à fermentação anaeróbica, GONÇALVES et al. (1998), constataram redução significativa dos teores de tanino com a ensilagem, sem que ocorresse aumento na digestibilidade *in vitro* da MS, ao contrário do que se esperava. Assim, estes autores sugerem a realização de ensaio com animais para elucidação dessa questão.

Em geral, há redução da digestibilidade da proteína com aumento no conteúdo de tanino, com algumas exceções, como a alta digestibilidade da proteína de 71% em *Aegle marmelos* (L.) Corr. e *Ficus benghalensis* L., embora *A. marmelos* (L.) Corr. apresente teor elevado de tanino (2,2%) e *F. benghalensis* L. teor relativamente baixo (1,0%), segundo VIRK & MENKE (1986), o que os leva a preconizar pesquisas para avaliação do efeito de taninos condensados sobre a digestibilidade da proteína.

Há outra linha de pesquisas objetivando atenuação dos efeitos de tanino a partir do uso de microrganismos tolerantes, assim, MOLINA et al. (1999), ao utilizarem uma cultura de bactérias Gram-positivas *Eubacterium cellulosolvens* hábeis a tolerar tanino condensado de *Desmodium ovalifolium* Wall. ex Merrill em dieta com 7,1% de tanino condensado (proantocianidina) de película de amendoim, verificaram maior consumo por ovinos no grupo tratado com bactérias (64,9 gMS/kg^{0,75}/dia) em relação ao grupo não tratado (55,4 gMS/kg^{0,75}/dia), sem efeitos sobre a digestibilidade *in vivo* da MS, PB e FDN.

Apesar dos estudos realizados com várias espécies em várias partes do mundo, destacando-se trabalhos com *Acacia boliviana* Rusby, *Calliandra calothyrsus* Meissn., *Leucaena trichandra* (Zucc.) Urban, *L. leucocephala* (Lam.) De Wit. e *L. pallida* Britton & Rose, na Austrália (JONES et al., 2000 e DALZELL &

SHELTON, 1997), *Sorghum bicolor* (L.) Moench, no Brasil (RODRIGUES et al., 1998), *Cassia rotundifolia* Pers., *Lablab purpureus* (L.) Sweet e *Macroptilium atropurpureum* (DC.) Urban, no Zimbabwe (MUPANGWA et al., 2000), e acacias *A. brevispica* Harms, *A. nubica* Benth., *A. tortilis* (Forsskal) Hayne, *A. seyal* Del., *A. nilotica* (L.) Del. e *A. mellifera* (Vahl) Benth., no Quênia (ABDULRAZAK et al., 2000), há necessidade de informações quanto ao teor de tanino de espécies autóctones e exóticas na região Nordeste do Brasil, como é exemplo a faveira (*P. platycephala* Benth.), considerando-se o efeito antinutritivo e formas de atenuação.

SEGUNDA PARTE

Ao sexto dia, Deus disse ainda: Eis que vos tenho dado todas as ervas que dão semente e se acham na superfície de toda a terra, e todas as árvores em que há fruto que dê semente; isso vos será para mantimento. E assim se fez.

Gênesis 1:29-31.

4 COMPOSIÇÃO QUÍMICO-BROMATOLÓGICA, CONSUMO VOLUNTÁRIO, DIGESTIBILIDADE *IN VIVO* E VALOR ENERGÉTICO DE VAGENS DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.) PARA RUMINANTES

RESUMO

ALVES, A. A. **Composição químico-bromatológica, consumo voluntário, digestibilidade *in vivo* e valor energético de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes.** Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Tese, Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

Este trabalho foi realizado objetivando atender a necessidade de dados de valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), com destaque para composição químico-bromatológica, incluindo compostos polifenólicos, consumo voluntário, digestibilidade dos nutrientes e valor energético. O experimento foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da UFC. Foram utilizados 19 (dezenove) ovinos machos adultos da raça Santa Inês, castrados e mantidos em gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com VF e feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) (FT) nas proporções 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, com base na MS. No tratamento 100:0 foram utilizados três ovinos (repetições) e nos demais quatro. Ao final do ensaio de metabolismo, foram coletadas amostras de líquido de rúmen para determinação das concentrações de ácidos graxos voláteis (AGV) (acetato, propionato e butirato), mediante o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas=níveis de VF: 0; 25; 50; 75 e 100%, em substituição ao FT; e as subparcelas=quatro tempos de coleta de líquido de rúmen (LR), após alimentação, com três repetições. As VF foram coletadas, após maturação natural, no Estado do Piauí, em longitude 41°42'33"W e latitude 3°55'41"S. Procedeu-se determinações de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina em detergente ácido (LAD), carboidratos não fibrosos (CNF), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN), nitrogênio em detergente ácido (NIDA), fenóis totais (FT), taninos totais (TT), taninos condensados (TC) e energia bruta (EB). A concentração dos ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) foi determinada por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). A VF apresentou 77,25% de MS, com MO, PB, EE, CHOT, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, CNF, NIDN, NIDA, FT, TT e TC, com base na MS, 97,37; 11,18; 1,25; 79,44; 19,70; 13,10; 7,60; 6,60; 5,50; 68,12; 0,45; 0,17; 12,33; 10,79 e 1,81%, respectivamente. A inclusão de VF afetou de forma quadrática ($P < 0,05$) o consumo de MS, MO, PB, PD, EE, CHOT, CNF, LAD, NDT, ED e EM, com máximos 81,14; 76,60; 8,51; 3,97; 1,20; 62,43; 36,31; 4,49 e 50,16 g/UTM e para ED e EM, 229,26 e 196,89 Kcal/UTM, quando da inclusão de 37,4; 39,5; 41,2; 11,8; 29,0; 39,4; 72,8; 39,6; 41,7; 42,8 e 42,8% de VF, respectivamente. O consumo de FDN, FDA, CEL e HCEL decresceu ($P < 0,05$) em 0,47; 0,23; 0,22 e 0,23 g/UTM, respectivamente, por cada 1% de acréscimo de vagem de faveira na dieta. A

digestibilidade da MS, MO, PB, EE, CHOT, CNF, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, NIDN, NIDA e EB da vagem de faveira foi 72,49; 75,01; 33,35; 81,66; 80,42; 93,90; 12,92; -1,16; 47,18; 41,19; -62,48; -56,37; -213,85 e 70,96. Quanto ao valor energético, a VF apresentou NDT 72,51% e EB, ED e EM de 4,518; 3,206 e 2,440 Mcal/kgMS. A vagem de faveira, por seu elevado conteúdo de CNF digestíveis, associado à baixa concentração de PD, consiste em alimento concentrado energético com grande potencial para suplementação de dietas para rebanhos ruminantes. Na suplementação de dietas para ruminantes com vagem de faveira deve-se considerar o efeito dos compostos tânicos sobre a digestibilidade da fração fibrosa e disponibilidade de PD. Atenção especial deve ser dada aos limites preconizados para a presença de tanino em dietas de ruminantes, levando em consideração o mínimo de condições para perfeito funcionamento do rúmen, uma vez a presença de tanino em dietas para manutenção, como é o caso da suplementação de ruminantes sob condições de pastejo durante a época seca nos trópicos, poder restringir a disponibilidade de nitrogênio amoniacal e aminoácidos aos microrganismos fibrolíticos, não trazendo as vantagens aludidas à proteção de proteína em animais de elevada produção. A vagem de faveira, como fonte de carboidratos de rápida fermentação, permite a produção de propionato no ambiente ruminal e aumenta a eficiência do aproveitamento energético, por reduzir as perdas energéticas fermentativas na forma de metano.

Palavras-chave: ácidos graxos voláteis, compostos polifenólicos, tanino, vagens de leguminosas.

ABSTRACT

ALVES, A. A. **Chemical composition, voluntary intake, *in vivo* digestibility and energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants.** Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Thesis, Animal Production Doctor) – Universidade Federal do Ceará.

The evaluation of nutritive value of native forages is fundamental for maintenance of tropical production systems, with prominence for the fodder potential of the *P. platycephala* pods, however, it is necessary nutritive value data compatibles with its utilization, with eminence for chemical composition, including polyphenolics compounds, voluntary intake, digestibility of nutrients and energetic value, in that consist the objectives of this work. The metabolism experiment was carried out at Digestibility Unit of the Animal Production Department of the Universidade Federal do Ceará, Brazil, with faveira (*Parkia platycephala*) pods and Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay in proportions of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0, corresponding to treatments, in experimental design of randomized block. Nineteen Santa Inês crossbreed sheep, males, adults, castrated were maintained in metabolism cages. In the treatment 100:0 three sheep (replications) were used and in the other treatments four replications. In the end of metabolism experiment, was collected ruminal fluid to determination of volatile acid free (acetate, propionate and butyrate), through randomized block experimental design, in split plot scheme (plot = levels of *P. platycephala* pods: 0; 25; 50; 75 and 100%, substituting Tifton 85 grass hay); and subplot = four collection times of ruminal liquid or blood: 0; 2.5; 5 and 7.5 h), with three replications. Faveira pods, after natural maturation, was collected in the Piauí State, Brazil, in 41°42'33"W longitude and 3°55'41"S latitude. For chemical analysis, pods are dried in oven with air forced circulation at 55°C and grounded through a 1.0 mm screen using a Wiley mill. Was determined contents of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), ether extract (EE), total carbohydrate (CHO), neutral detergent fiber (NDF), acid detergent fiber (ADF), cellulose (CEL), hemicellulose (HCEL), acid detergent lignin (ADL), non-fibrous carbohydrates (NFC), neutral detergent insoluble nitrogen (NDIN), acid detergent insoluble nitrogen (ADIN), total phenolics (TF), total tannins (TT), condensed tannins (CT) and gross energy. The concentration of volatile free acids (acetate, propionate and butyrate) was determined by high performance liquid chromatography (HPLC). Chemical composition of *P. platycephala* pods was 77.25% DM, with OM, CP, EE, CHO, NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL, NFC, NDIN, ADIN, TF, TT and CT of 97.37, 11.18, 1.25, 79.44, 19.70, 13.10, 7.60, 6.60, 5.50, 68.12, .45, .17, 12.33, 10.79, 1.81% of DM, respectively, and 4.518 McalGE/kgDM. Was verified quadratic effect ($P < .05$) of *P. platycephala* pods in the DM, OM, CP, DP, EE, CHO, CNF, ADL, TDN, DE and ME intake, with maxims 81.14, 76.60, 8.51, 3.97, 1.2, 62.43, 36.31, 4.49 and 50.16 g/LW^{.75} and for DE and ME, 229.26 and 196.89 Kcal/LW^{.75}, for inclusion of 37.4, 39.5, 41.2, 11.8, 29.0, 39.4, 72.8, 39.6, 41.7, 42.8 and 42.8% of *P. platycephala* pods, respectively. NDF, ADF, CEL and HCEL voluntary intake decreased ($P < .05$) in .47, .23, .22 e .23 g/LW^{.75}, respectively, for unit percent increased of *P. platycephala* pods. The digestibility of DM, OM, CP, EE, CHO, NFC, NDF, ADF, CEL, HCEL, ADL, NDIN, ADIN and GE of *P. platycephala* pods was 72.49, 75.01, 33.35, 81.66, 80.42, 93.90, 12.92, -1.16, 47.18, 41.19, -62.48, -56.37, -213.85 and 70.96%. The energetic value was TDN 72,51%;

3,206 McalED/KgMS and 2,440 McalEM/kgMS. *P. platycephala* pods, with elevated non-fibrous carbohydrates content, associated to small concentration of digestible protein, consist in energetic concentrate feed with great potential for supplementation of diets to ruminants. The effect of polyphenolics compounds at fibrous fraction digestibility and availability of digestible protein have be considered in the supplementation of diets with *P. platycephala* for ruminants. Special attention have be given for the limits recommended to presence of tannin in diets for ruminants, considering minimum condition to perfect ruminal function, due to potential risks of phenolics compounds restricting nitrogen and amino acids to fiber digestion by ruminants under maintenance condition in pasture conditions during dry season in the tropics, do not presenting advantages obtained with protection of protein to ruminants in high production systems. *P. platycephala* pods, as rapidly fermentable carbohydrates, release propionate for ruminal ambient and increase efficiency of energetic utilization, for reduce energetic fermentative losses as methane.

Key words: leguminous pods, polyphenolics compounds, tannin, volatile free acid.

Introdução

O Brasil possui grande biodiversidade vegetal com potencial de uso variado, incluindo plantas com elevado valor nutritivo para ruminantes, o que pode reduzir custos de formulação de dietas e otimizar o uso de alimentos não fibrosos em dietas de animais monogástricos e humanos. Dentro desse contexto, se tem avaliado forrageiras nativas e exóticas, muitas vezes com sucesso. Dentre as plantas nativas com potencial forrageiro incluem-se as leguminosas *Mimosoideae* do gênero *Parkia*, com exemplares dispersos por quase todo o país, destacando-se a faveira, cujas vagens são muito utilizadas na suplementação alimentar em áreas de pasto do cerrado brasileiro, configurando-se como alternativa para sistemas sustentáveis de produção orgânica de ruminantes.

Uma das etapas na avaliação do valor nutritivo de uma forrageira é determinar se ela é capaz de apresentar o consumo de nutrientes necessário para atender as exigências de manutenção e produção dos animais. Além disso, uma avaliação da digestibilidade desses nutrientes pode fazer com que se saiba se estes estão sendo bem absorvidos pelo animal, além do valor energético da forrageira (LADEIRA et al., 2002a).

O valor nutritivo das plantas forrageiras é determinado inicialmente por sua composição química; em conseqüência, uma relação de causa-efeito existe entre ambientes, respostas vegetais, composição e valor nutritivo. As duas principais estratégias empregadas pelas plantas para sobrevivência são relativas ao valor nutritivo, como estocagem de nutrientes e defesa contra agentes externos, sendo os taninos os principais metabólitos de defesa (VAN SOEST, 1994). WOODWARD & REED (1997) destacam possíveis efeitos dos taninos sobre a utilização de N, como a formação de complexos tanino-proteína, protegendo a proteína da degradação ruminal, mas não da digestão gástrica, devido à estabilidade dependente de pH; os taninos podem ser inativados por se ligarem à proteína microbiana ou por mucinas salivares e proteínas ricas em

prolina; ou ainda, o complexo tanino-proteína pode não se dissociar no abomaso, incrementando o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) fecal.

Os taninos que escapam à degradação no rúmen reagem com as mucoproteínas, reduzindo a absorção de nutrientes através do epitélio intestinal (McLEOD, 1974 e EUCLIDES et al., 1977) e, ainda, podem inibir algumas espécies de microrganismos do rúmen. Possivelmente, estas sejam as causas do maior aparecimento de matéria seca, matéria orgânica e energia bruta nas fezes de ovinos alimentados com dietas com elevados teores de tanino, resultando em menor digestibilidade destes constituintes (EUCLIDES et al., 1977).

A principal fonte de energia para os ruminantes consiste dos ácidos graxos voláteis (AGV) produzidos no rúmen pela fermentação de carboidratos e, em alguns casos, da proteína, sendo os principais o acetato, o propionato e o butirato (LADEIRA et al., 2002b).

Segundo ØRSKOV & RYLE (1990), o tipo de fermentação ruminal determina a extensão em que o hidrogênio, disponível na fermentação anaeróbica, é incorporado em compostos utilizados pelo ruminante, em particular propionato, ou é perdido na redução do dióxido de carbono a metano, com subsequente eructação. A grande liberação de metano tem se tornado uma das principais preocupações quanto à redução das perdas energéticas, como também quanto à emissão de metano à atmosfera e danos à camada de ozônio.

Na atualidade, são marcantes as exigências de mercado à qualidade dos produtos de origem animal, a qual está diretamente associada aos alimentos e dietas fornecidas, como por exemplo, os efeitos apresentados por ØRSKOV & RYLE (1990) relativos à elevada absorção de propionato e efeito depressor sobre a produção e teor de gordura do leite em vacas e aumento na deposição de ácidos graxos de cadeia ramificada na carcaça de ovinos.

Diante do exposto, este experimento teve como objetivo avaliar a composição químico-bromatológica da vagem de faveira e o efeito de sua inclusão em dietas para ruminantes sobre o consumo voluntário, a digestibilidade dos nutrientes e o valor energético.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC), em Fortaleza, CE. Determinou-se a composição químico-bromatológica e realizou-se ensaio de metabolismo para determinação do consumo voluntário, digestibilidade *in vivo* e valor energético da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) associada ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) nas proporções 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, correspondentes aos tratamentos experimentais.

As vagens de faveira foram coletadas no Estado do Piauí, em latitude 3°55'41" S e longitude 41°42'33" W, após maturação natural, enquanto o capim-tifton 85 foi colhido para fenação aos 45 dias da rebrota, tendo sido incluídos nos tratamentos após trituração a partículas de 2 cm.

Foram utilizados 20 (vinte) ovinos mestiços da raça Santa Inês, adultos, machos, castrados, caudectomizados, em bom estado sanitário e nutricional e mantidos em gaiolas de metabolismo, recebendo além das dietas experimentais, água e sal mineral *ad libitum*. Os animais foram pesados em jejum para distribuição nos blocos, e ao primeiro e último dia da fase experimental para conhecimento dos pesos vivos inicial, final e médio, servindo o peso como base para expressar o consumo voluntário de nutrientes. Com a perda de um animal (parcela) no tratamento 100:0 (ANEXO A), foram utilizados três ovinos (repetições) e nos demais quatro, segundo o modelo matemático de blocos ao acaso:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo à dieta i em cada repetição (bloco) j ;

μ = média geral do parâmetro;

D_i = efeito da dieta i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

Adotou-se o método de coleta total de fezes, sendo os ovinos arreados com sacolas de napa para coleta de fezes, as quais eram esvaziadas imediatamente após o fornecimento das refeições da manhã e da tarde (DEVENDRA, 1975 e LASCANO et al., 1992).

A fase de coleta teve duração de sete dias, sendo precedida por um período de adaptação de 14 dias, subdividido em duas etapas. Os primeiros sete dias para adaptação dos animais às condições experimentais, que envolvem as gaiolas, equipamentos e manejo, e os sete dias seguintes para ajustes de consumo das dietas experimentais. Durante a segunda etapa da fase de adaptação e a fase de coleta, os ovinos receberam as dietas experimentais fornecidas em duas refeições, às 8 e 16 h, correspondendo ao consumo do dia anterior acrescido de 15%.

Durante a fase de coleta, a intervalos de 24 horas, foram registrados os pesos do alimento fornecido, sobras e fezes e volume de urina. As coletas de fezes tiveram início 48 horas após o início do período de coleta de alimento fornecido e sobras e continuaram por 48 horas após o mesmo, obtendo-se amostras diárias do alimento fornecido e sobras (15% do total), e das fezes (20% do total) e urina (10% do total), que foram conservadas em *freezer* (-5 a

-10°C), e posteriormente descongeladas e homogeneizadas por animal, constituindo amostras compostas, o que também foi procedido às amostras não congeladas. Em seguida, foram pré-secadas em estufa com circulação forçada de ar a 50 a 52°C e trituradas em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, com peneira de malha 1,0 mm de diâmetro, obtendo-se subamostras de 300 g.

O consumo voluntário dos constituintes dos alimentos (MS, MO, PB, PD, EE, CHOT, CNF, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, NDT, ED e EM) foi estabelecido em g/dia e com base no peso vivo (%PV) e tamanho metabólico ($\text{kgPV}^{0,75}$).

Foi determinada a digestibilidade da matéria seca (DMS) e dos constituintes (D_i) MO, PB, EE, CHOT, CNF, FDN, FDA, CEL, HCEL, LAD, NIDN, NIDA e EB, conforme cálculos sugeridos por LASCANO et al. (1992).

$$\text{DMS (\%)} = \frac{\text{MS ingerida} - \text{MS excretada nas fezes}}{\text{MS ingerida}} \times 100$$

$$D_i = \frac{100 (y - x) + xD}{y}$$

Onde:

D_i = coeficiente de digestibilidade do constituinte em análise;

y = percentagem do constituinte no alimento com base na matéria seca;

x = percentagem do constituinte nas fezes com base na matéria seca;

D = percentagem de digestibilidade da matéria seca.

Imediatamente ao chegar ao laboratório, as amostras de vagens foram submetidas aos procedimentos para pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar, segundo SILVA & QUEIROZ (2002), à temperatura de 55°C, até atingirem teor de matéria seca superior a 90%, quando foram trituradas em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, com peneira de malha 1,0 mm de diâmetro

(ANDRADE, 1994). Todo o material moído, incluindo as partes remanescentes no interior do moinho, foi homogeneizado, tendo sido obtida uma subamostra de cerca de 100g para determinação dos teores de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados. A subamostra foi moída em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, utilizando-se peneira de malha 0,25 mm (FAO, 2000 e NOZELLA, 2001). As amostras foram acondicionadas em vidros âmbar, fechados com tampas de polietileno e estocadas em local fresco e seco, para as análises químico-bromatológicas subseqüentes.

Mediante secagem definitiva em estufa a 105°C, foi determinado, pelo método indireto, o teor de matéria seca (método n.º. 930.15; AOAC, 1990), servindo este parâmetro como base para expressar os demais componentes químicos.

Para obtenção do conteúdo de matéria mineral (cinza), foi adotado o método de incineração simples, mediante combustão da matéria orgânica das amostras em forno de mufla com temperatura controlada a 600°C (método n.º. 942.05; AOAC, 1990). Assim, o conteúdo de matéria orgânica foi obtido por subtração da matéria mineral do conteúdo de matéria seca das amostras.

A determinação do teor de nitrogênio (*N*) e estimativa do conteúdo de proteína bruta ($PB = N \times 6,25$), seguiu o processo semimicro kjeldahl (método n.º. 984.13; AOAC, 1990).

O teor do extrato etéreo foi determinado pelo método n.º. 920.39 (AOAC, 1990), em aparelho tipo *soxhlet*, utilizando-se n-Hexano como solvente para extração, durante oito horas.

Para conhecimento da fração fibrosa, os conteúdos de FDA e de lignina em detergente ácido (LAD ou lignina "Klason"), por digestão em Ácido Sulfúrico, foram determinados pelo método n.º. 973.18 (AOAC, 1990), e os de FDN, celulose e hemicelulose pelo método de VAN SOEST et al. (1991), descrito e simplificado por SOUZA et al. (1999), sem uso de sulfito de sódio e corrigidos para cinza residual.

Utilizando-se os resíduos insolúveis em detergente neutro e em detergente ácido, para conhecimento do nitrogênio insolúvel nestes detergentes (NIDA e NIDN), foi determinado o teor de nitrogênio pelo processo semimicro kjeldahl (método n.º. 984,13; AOAC, 1990).

O teor de carboidratos totais (CHOT) foi obtido a partir da equação proposta por SNIFFEN et al. (1992):

$$\text{CHOT}(\%) = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinza)$$

O conteúdo de carboidratos não fibrosos (CNF) foi calculado segundo HALL (2000), correspondente à diferença entre CHOT e FDN corrigida para Nitrogênio e cinza:

$$\text{CNF}(\%) = 100 - [\%PB + (\%FDN - \%PB \text{ na FDN}) + \%EE + \%Cinza]$$

Os conteúdos de fenóis totais (FT) e taninos totais (TT) foram analisados através do método Folin-Ciocalteu e os de taninos condensados (TC), como equivalentes leucocianidinas, pelo método de PORTER et al. (1986), recomendado pela FAO (2000).

Seguindo recomendação da FAO (2000), foram pesados 200 mg de amostra moída (0,25 mm), em becker de 30 mL e adicionados 10 mL de solução de acetona aquosa (70:30; v/v). As amostras foram submetidas a ultra-som (Kerry Ultrasonics Limited, mod. 250), em água contendo gelo por um período de 20 minutos. Após o tratamento com ultra-som, as amostras foram centrifugadas por 10 minutos a 4°C a 3000 g (Centrífuga IEC Centra - 7R). O sobrenadante foi coletado e conservado em gelo.

A curva padrão para FT e TT foi elaborada a partir das leituras procedidas nos tubos especificados no ANEXO B, utilizando-se uma solução padrão de ácido tânico (0,1 mg/mL), preparada com 25 mg de ácido

tânico/25 mL de água destilada e diluindo-se esta concentração para 1 mL para 9 mL de água destilada.

Várias diluições das amostras foram testadas para a determinação de FT e TT, dependendo do teor destes compostos, considerando-se como a melhor diluição aquela cujos resultados ficaram na faixa mediana da curva padrão.

A determinação do teor de FT, como equivalente ácido tânico, com base na MS, deu-se mediante adição de 50 μ L do sobrenadante referente a cada amostra (em duplicata), 450 μ L de água destilada, 250 μ L do reagente Folin-Ciocalteu (1N) diluído (1:1) e 1,25 mL de Carbonato de Sódio (20%). Os tubos foram agitados, e após 40 minutos foi feita a leitura em espectrofotômetro (DU - 64 Beckman), em absorvância 725 nm.

A determinação dos TT fundamenta-se no fato de que o polivinil polipirrolidona (PVPP) possui grande afinidade por estes compostos e, ao se ligar aos mesmos, precipita-os. Assim, foram pesados 100 mg de PVPP (Sigma P-6755) em tubos de ensaio (um por amostra) e, nestes tubos, foram adicionados 1 mL de água destilada e 1 mL do extrato diluído. Após agitação, os tubos foram colocados em geladeira por 15 minutos e agitados novamente. Em seguida, os tubos foram centrifugados a 3.000 g por 10 minutos a 4°C (Centrífuga IEC Centra - 7R) e o sobrenadante foi coletado. Partindo-se do princípio de que sobrenadante deve conter apenas fenóis simples, uma vez que os taninos foram precipitados, 100 μ L do sobrenadante foram pipetados em tubos de ensaio (em duplicata), e a estes foram adicionados 400 μ L de água destilada, 250 μ L do reagente Folin-Ciocalteu (1N) diluído (1:1) e 1,25 mL de Carbonato de Sódio (20%). Os tubos foram agitados, e após 40 minutos foi feita a leitura em espectrofotômetro (DU - 64 Beckman), em absorvância 725 nm. Determinou-se o teor de fenóis simples e por diferença entre FT e fenóis simples, obteve-se a concentração de TT, calculada como equivalente ácido tânico e expresso com base na MS.

Para determinação da concentração de TC, após diluições do extrato das plantas, foram adicionados em tubos de ensaio 0,5 mL do extrato diluído, e mL

do reagente Butanol-HCl e 0,1 mL de reagente férrico, sendo posteriormente agitados. Foram colocadas esferas de vidro na boca dos tubos contendo as amostras e o branco composto pela amostra sem diluição. Em seguida, os tubos foram colocados para aquecer em um banho-maria a 100°C, por uma hora. Um branco de cada amostra (com e sem diluição) não foi aquecido. Após este período, os tubos foram esfriados e foram feitas as leituras em espectrofotômetro (DU – 64 Beckman) em absorvância 550 nm. Os teores de TC foram expressos como equivalente leucocianidina, pela fórmula:

$$\text{TC (\% na MS)} = (\text{Leitura} \times 78,26 \times \text{fator de diluição}) / \% \text{MS}$$

A determinação da energia bruta (EB) das amostras foi procedida utilizando-se calorímetro adiabático tipo Parr, segundo metodologia descrita por SILVA & QUEIROZ (2002).

As estimativas dos Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) foram obtidas por três métodos, cujas fórmulas estão apresentadas a seguir:

Método 1 – A partir da fórmula de WEISS et al. (1992):

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD\%} + \text{FDND\%} + \text{CNFD\%} + (\text{EED\%} \times 2,25)$$

Método 2 – A partir da equação derivada do NRC (1975):

$$\text{NDT(\%)} = 1,02 \times \text{MOD\%}$$

Método 3 – A partir da fórmula adotada pelo NRC (2001):

$$\text{NDT(\%)} = \text{ED (Mcal/kgMS}^{-1}) / 0,04409$$

A energia metabolizável (EM) das dietas foi determinada a partir dos dados de EB das dietas (EB_i), fezes (EB_f) e urina (EB_u), obtidos em calorímetro adiabático do tipo Parr, considerando-se as estimativas dos produtos gasosos de

digestão (PGD) e da energia dos produtos gasosos da digestão (EPGD), apresentadas por BLAXTER (1962):

$$EM = EB_i - (EB_f + EB_u + EPGD)$$

$$EPGD = (PGD \times EB_i)/100$$

$$PGD = 4,28 + 0,059 \times DEB$$

As coletas de líquido ruminal (LR), para determinação da concentração de ácidos graxos voláteis (AGV), foram realizadas em três dos quatro animais de cada tratamento do experimento de metabolismo. Após o consumo da segunda refeição do vigésimo primeiro dia do experimento, os animais continuaram com acesso à água e mistura mineral *ad libitum* e, antes da primeira refeição do dia seguinte (8 horas), foram iniciadas as coletas das amostras, representativo do primeiro tempo de coleta (tempo 0 h), sendo imediatamente fornecida a primeira refeição correspondente à dieta do período experimental. Em seguida, foram coletadas amostras às 2,5; 5,0 e 7,5h após a primeira coleta, mantendo-se a mesma seqüência de coleta e fornecimento dos alimentos para todos os animais, segundo o tempo, como adotado por VARGAS et al. (2001).

A avaliação da concentração e proporção molar de AGV seguiu o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas (parcelas = cinco níveis de vagens de faveira; subparcelas = quatro tempos de coleta de LR), com três blocos (ovinos), segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + B_j + DB_{ij} + T_k + DT_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado das variáveis estudadas, relativo ao tempo de incubação k na dieta i em cada repetição (bloco) j;

μ = média geral do parâmetro;

D_i = efeito da dieta i, sendo i = 1, 2, 3, 4 e 5;

B_j = efeito do bloco j, sendo j = 1, 2 e 3;

DB_{ij} = efeito da interação dieta i x bloco j (erro a);

T_k = efeito do tempo de coleta de LR k, sendo k = 0; 2,5; 5 e 7,5 horas;

DT_{ik} = efeito da interação dieta i x tempo de coleta k;

ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação (erro b).

A coleta de LR foi realizada com uso de sonda esofagiana adaptada a uma bomba de vácuo, e os procedimentos realizados segundo ORTOLANI (1981), coletando-se 100 mL do LR para as análises. Do LR, tomou-se uma alíquota de 50 mL de líquido ruminal, filtrada em gaze, e acondicionada em vidros âmbar, contendo 10 mL de solução ortofosfórica a 25%, que após vedados, foram etiquetados e armazenados em freezer a -5 a -10°C , para posteriores análises, segundo ALVARENGA (1993).

Quando da determinação da concentração de ácidos graxos voláteis (acetato, propionato e butirato) no líquido ruminal, as amostras foram degeladas e transferiu-se aproximadamente 5,0 mL para tubos de centrífuga (Sigma Laboratory Centrifuges 4k15) com capacidade para 10,0 mL, em duplicata, sendo em seguida centrifugados a 5.000 rpm a 10°C durante 15 minutos. Do sobrenadante, filtrou-se cerca de 2,0 mL de cada amostra em membrana de acetato de celulose com porosidade $0,45\mu\text{m}$ e procedeu-se determinação por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo MATHEW et al. (1997), no Laboratório de Polímeros do Departamento de Química Orgânica e Inorgânica do Centro de Ciências da UFC.

A análise em HPLC foi realizada usando coluna Phenomenex, Rezex 8 m μ 8% H⁺, com 300 mm de comprimento e 7,8 mm de largura e o solvente consistiu de solução aquosa de H₂SO₄ a 8 mM. Adotou-se uma taxa de eluição 0,6 mL/min. Os picos foram detectados por um detector de índice de refração Shimadzu RID-6A e os dados de picos analisados utilizando-se o *software* Origin 6.0 Professional. O instrumento foi calibrado por injeção de soluções padrões contendo 10-80 mM de ácido acético/L, 1-25 mM de ácido propiônico/L e 0,5-15 mM de ácido butírico/L, sendo a concentração dos ácidos graxos voláteis na amostra teste calculada a partir das suas áreas em relação à curva de calibração para cada padrão injetado. As amostras e os padrões injetados foram previamente filtrados em membrana de acetato de celulose com porosidade de $0,45\mu\text{m}$.

Para análise estatística foi utilizado o procedimento para Modelos Lineares Generalizados (PROC GLM) do logiciário estatístico SAS (2000) e realizadas estatísticas descritivas básicas para média, desvio padrão e coeficiente de variação, e adotada a diferença mínima significativa (dms) para teste das médias, ao nível de probabilidade 5%, segundo metodologia apresentada por SAMPAIO (2002).

Foram obtidas equações de regressão pelo método dos polinômios ortogonais, utilizando-se o PROC REG do logiciário estatístico SAS (2000), para expressão do efeito dos níveis de inclusão de vagem de faveira e dos teores de tanino sobre a composição químico-bromatológica, consumo voluntário, digestibilidade *in vivo* dos nutrientes e valor energético e foram correlacionados os consumos de tanino com a digestibilidade da PB e FDN, utilizando-se o PROC CORR do logiciário estatístico SAS (2000).

Resultados e Discussão

Os dados de composição químico-bromatológica das dietas feno de capim-tifton 85 e vagem de faveira exclusivos e das dietas com associação destes alimentos estão apresentados na Tabela 4.1.

A MS do feno de capim-tifton 85 foi 89,13%, valor próximo aos obtidos por ÍTAVO et al. (2002) e ROGÉRIO (2001), de 86,95 e 88,51%, respectivamente.

Verificou-se maior conteúdo de FDA (41,68%) e menor de PB (9,14%) na MS do feno de capim-tifton 85 em relação aos obtidos por ÍTAVO et al. (2002), de 37,23 e 10,57%, respectivamente, tendo ainda o conteúdo de FDA mostrado-se inferior e de PB superior ao obtido por ROGÉRIO (2001), de 55,67 e 7,81%, respectivamente, no entanto, a comparação da composição química deve levar em consideração os fatores determinantes.

Tabela 4.1 – Composição químico-bromatológica das dietas experimentais segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Nutrientes	Níveis de vagem de faveira (%)				
	0 ¹	25	50	75	100 ²
Matéria seca (%)	89,13	85,83	82,76	79,91	77,25
% na MS					
Matéria orgânica	92,03	93,36	94,71	96,03	97,37
Matéria mineral	7,97	6,64	5,29	3,97	2,63
Proteína bruta	9,14	9,65	10,16	10,67	11,18
Extrato etéreo	1,49	1,43	1,36	1,31	1,25
Carboidratos totais	75,80	76,71	77,62	78,54	79,44
CNF	7,13	22,38	37,64	52,88	68,12
FDN	79,34	64,43	49,52	34,60	19,70
FDA	41,68	34,53	27,39	20,25	13,10
Celulose	36,06	28,94	21,82	14,72	7,60
Hemicelulose	37,66	29,90	22,13	14,35	6,60
LAD	5,61	5,58	5,56	5,53	5,50
NIDN	0,82	0,72	0,64	0,55	0,45
NIDA	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
Fenóis totais ³	0,39	3,38	6,36	9,35	12,33
Taninos totais ³	0,21	2,86	5,50	8,15	10,79
Taninos condensados ⁴	0,02	0,47	0,92	1,36	1,81
EB (Mcal/kgMS)	4,350	4,392	4,434	4,476	4,518

¹Corresponde à composição químico-bromatológica do feno de capim-tifton 85;

²Corresponde à composição químico-bromatológica da vagem de faveira;

³Equivalente ácido tânico;

⁴Equivalente leucocianidina.

Destaca-se a proximidade do teor de celulose (36,08%) com o de hemicelulose (37,66%) na MS do feno de capim-tifton 85, o que não foi verificado por ROGÉRIO (2001), que obteve maior teor de celulose (50,08%) que de hemicelulose (30,84%), o que é justificado pelo autor como uma característica de gramíneas de clima temperado. No entanto, VAN SOEST (1994) ressalta o elevado conteúdo de hemicelulose das gramíneas tropicais, sem que esta tenha relação direta com o valor nutritivo, o que no passado era referenciado como uma vantagem do extrato não-nitrogenado (ENN).

O conteúdo de lignina (LAD) do feno de capim-tifton 85 (5,61% na MS) aproxima-se do obtido por ROGÉRIO (2001) para esta gramínea (5,09% na MS) e dos apresentados por VAN SOEST (1994) para as gramíneas *Panicum maximum* Jacq., 5,6%; *Brachiaria mutica* (Forsk.) Stapf., 5,4%; *Cynodon plectostachyus* (K. Schum.) Pilger, 6,7% e *Imperata cylindrica* (L.) Raeusch., 5,8%; colhidas aos 40 dias de crescimento.

O teor de PB da vagem de faveira (11,18% na MS) supera os teores mínimos de 6 a 8%, considerados críticos para a atividade microbiana ruminal, favorecendo os ajustes dietéticos. Este teor está de acordo com o obtido por RAMOS et al. (1985), 11,0%, e supera os obtidos por RAMOS et al. (1983), 8,91%, NASCIMENTO et al. (1996), 9,5%, e MACHADO et al. (1999), 9,43% para vagem de faveira. O teor protéico da vagem de faveira aproxima-se dos valores obtidos por BATISTA et al. (2002) para a vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.) como coletada, com 12,7% de PB na MS.

O valor energético da vagem de faveira não tem grande representatividade quantitativa do teor de EE, com 1,25% na MS, aproximado ao obtido para forrageiras convencionais, e condizente com o baixo teor obtido por NASCIMENTO et al. (1996) para vagem de faveira, de 2,7% na MS. Da mesma forma, valores baixos foram obtidos para o conteúdo de MM (2,63% na MS), aproximando-se do obtido por NASCIMENTO et al. (1996) para vagem de faveira, 2,4% na MS.

O conteúdo de MO, que apresenta grande relação com o valor energético das forrageiras, de 97,37% na MS da vagem de faveira, composta em 16,39% por FDN corrigida para PB, resultou em 68,12% de CNF na MS, segundo cálculos preconizados por HALL (2000), indicando grande proporção de constituintes produtores de energia de fácil digestão. Alia-se a estas características energéticas, o teor de FDN não corrigido para N (19,70% na MS) e os baixos conteúdos de FDA (13,10% na MS) e de LAD (5,50% na MS), valores inferiores aos obtidos por MACHADO et al. (1999), 21,38% de FDN, 17,53% FDA e 2,32% de LAD na MS da vagem de faveira. O teor de lignina da vagem de faveira apresenta-se no limite inferior dos referenciados por SILVA & QUEIROZ (2002) para a maioria dos vegetais superiores, de 4 a 12%, considerando-se ainda de que apenas o teor de lignina de uma forrageira não é suficiente para definir o seu coeficiente de digestibilidade.

Apesar do conteúdo de lignina não ser uma preocupação quando se trabalha com vagens de leguminosas, segundo VAN SOEST (1994), em plantas que contêm tanino este constituinte geralmente apresenta-se elevado, devido às interações compostos fenólicos solúveis-proteína não serem facilmente separadas dos efeitos dos taninos, que ao precipitar proteína tende a superestimar o conteúdo de lignina.

Os constituintes fibrosos (FDN e FDA) se apresentam em limites aceitos para alimentos concentrados, sendo 33,50% da FDN composta pela hemicelulose, enquanto os CNF, em 68,12% da MS, contribuem para o elevado valor de MOD, por serem os solúveis em detergente neutro representados principalmente pelos CNF, EE e PB, considerados por MERTENS (1996) totalmente digestíveis (95 a 98%) e com uma perda endógena constante de 11 a 15% da MS. Estes resultados corroboram com a afirmativa de CARVALHO & RAMOS (1982), que as vagens de faveira inteiras devem ser consideradas alimento energético.

Quando relacionada à vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.), os teores de FDN e FDA da vagem de faveira mostram-se inferiores aos

obtidos por BATISTA et al. (2002), de 29,0% e 17,2%, respectivamente, enquanto o teor de CNF supera o de CNE, de 50,0%; no entanto, deve-se considerar as diferenças químicas e metodológicas que envolvem a determinação destes carboidratos de mais fácil digestão (MERTENS, 1996).

A importância de carboidratos de gomas de vagens do gênero *Parkia* foi destacada por ANDERSON & PINTO (1985), ao constatarem 62% destes carboidratos como arabinose e 30% como galactose em *P. pendula* Benth. Estes autores, ao citarem JANSEN, D.H. (comunicação pessoal), destacam que os carboidratos solúveis das vagens de *Parkia* spp. possivelmente têm função biológica nos diferentes processos de dispersão natural de sementes.

A vagem de faveira apresentou, com base na MS, uma composição de fenóis totais (FT), como equivalente ácido tânico, de 12,33%; 10,79% de taninos totais (TT) e 1,81% de taninos condensados (TC), como equivalente leucocianidina. GONZAGA NETO et al. (2001) consideram o teor de TT 4% como insuficiente para provocar alterações no ambiente ruminal.

Segundo AERTS et al. (1999), plantas forrageiras contendo quantidades moderadas de proantocianidinas (2 a 4% na MS) podem exercer efeito benéfico sobre o metabolismo protéico em ovinos, reduzindo a degradação da proteína da dieta a amônia pelos microrganismos do rúmen, com aumento da passagem ao intestino, propiciando maior absorção de aminoácidos no intestino delgado. No entanto, segundo os mesmos autores, elevadas concentrações de proantocianidinas na dieta (6 a 12% da MS) deprimem o consumo de alimento, a eficiência digestiva e a produtividade animal, enquanto MAGALHÃES et al. (1997) afirmam ser a complexação tanino-proteína dependente de características tanto das proteínas quanto dos compostos fenólicos, destacando-se três características relativas à estrutura e propriedade dos polifenóis como o maior tamanho do polifenol, a conformação flexível, cuja retração facilita a ligação polifenol-proteína e a baixa solubilidade do polifenol.

Os dados referentes ao consumo voluntário das dietas experimentais estão apresentados na Tabela 4.2 e ANEXOS C e D. O consumo voluntário das dietas foi influenciado significativamente ($P < 0,05$) pela inclusão de vagem de faveira, com efeito quadrático para CMS, CMO, CPB, CPD, CEE, CCHOT, CCNF, CLAD e CNDT, com máximos estimados de 81,14; 76,60; 8,51; 3,97; 1,20; 62,43; 36,31; 4,49 e 50,16 g/UTM e para CED e CEM, 229,26 e 196,89 Kcal/UTM, quando da inclusão de 37,4; 39,5; 41,2; 11,8; 29,0; 39,4; 72,8; 39,6; 41,7; 42,8 e 42,8% de vagem de faveira, respectivamente.

A magnitude de resposta no consumo de forragem devido à redução no teor de TC pode ser limitada pelo teor de fibra, tão baixa quanto maior esta relação (BARAHONA et al., 1997), o que pode ter contribuído para acréscimos no CMS (g/UTM) com inclusão de até 37,4% de vagem de faveira. Deve-se considerar ainda a maior retenção de nitrogênio quando da inclusão de 36,4% de vagem de faveira, o que contribui para melhor relação energia:proteína, uma vez a disponibilidade energética como AGV ruminal se apresentar favorável em até 50% de vagem de faveira.

Os dados de CFDN, CFDA, CCEL e CHCEL resultaram em efeito linear ($P < 0,05$) da inclusão de vagem de faveira, com decréscimos de consumo de 0,47; 0,23; 0,22 e 0,23 g/UTM, respectivamente, por unidade percentual de acréscimo de vagem de faveira na dieta. O decréscimo no consumo dos constituintes da fração fibrosa é explicável pela menor concentração destes constituintes na vagem de faveira.

Considerando que a metabolizabilidade da energia (q) das dietas foi 0,54; 0,55; 0,55; 0,52 e 0,49 para as proporções feno de capim-tifton 85:vagem de faveira 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, respectivamente, o CMS das dietas contendo feno superou as 43,5 a 46,6 g/UTM, estabelecido pelo ARC (1980) para ovinos em crescimento com 20 a 30 kgPV, recebendo dieta à base de forragem picada com uma metabolizabilidade da energia $q=0,5$, enquanto a dieta exclusiva de vagem de faveira apresentou consumo equivalente a estas recomendações.

Tabela 4.2 – Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (g/UTM) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina (LAD), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED, kcal/UTM) e energia metabolizável (EM, Kcal/UTM) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Consumo (g/UTM)	Níveis de vagem de faveira (%)					Equação de regressão	R ² (%)
	0	25	50	75	100		
MS	70,05	78,59	81,73	69,82	43,92	$\hat{Y}=67,7231+0,7178VF-0,0096VF^2$	0,7210
MO	64,34	73,47	77,54	67,09	42,79	$\hat{Y}=62,1094+0,7343VF-0,0093VF^2$	0,7046
PB	6,88	7,94	8,81	7,54	4,96	$\hat{Y}=6,6373+0,0907VF-0,0011VF^2$	0,7083
PD	4,05	4,02	3,86	2,56	1,65	$\hat{Y}=3,9106+0,0094VF-0,0004VF^2$	0,8620
EE	1,15	1,16	1,17	0,92	0,57	$\hat{Y}=1,1114+0,0058VF-0,0001VF^2$	0,7854
CHOT	56,31	58,64	67,56	64,38	37,27	$\hat{Y}=50,6621+0,5982VF-0,0076VF^2$	0,6993
CNF	5,32	19,51	33,95	37,74	30,03	$\hat{Y}=4,0033+0,8879VF-0,0061VF^2$	0,9129
FDN	54,72	48,41	36,87	23,24	8,51	$\hat{Y}=57,2641-0,4661VF$	0,9057
FDA	28,81	26,30	20,75	13,73	5,64	$\hat{Y}=30,5547-0,2323VF$	0,8836
CEL	24,97	21,86	16,27	9,89	3,15	$\hat{Y}=26,0831-0,2207VF$	0,9150
HCEL	25,92	22,13	16,13	9,52	2,87	$\hat{Y}=26,7180-0,2339VF$	0,9238
LAD	3,83	4,43	4,47	3,83	2,49	$\hat{Y}=3,7069+0,0396VF-0,0005VF^2$	0,7343
NDT	41,99	48,86	51,50	45,29	31,84	$\hat{Y}=40,2351+0,4757VF-0,0057VF^2$	0,6494
ED ¹	183,02	217,00	235,21	203,75	140,50	$\hat{Y}=177,7277+2,4066VF-0,0281VF^2$	0,6676
EM ¹	151,71	181,79	199,67	172,73	107,40	$\hat{Y}=147,6802+2,2967VF-0,0268VF^2$	0,7077

¹Kcal/UTM.

Os carneiros dos tratamentos contendo feno de capim-tifton 85 exclusivo ou em associação apresentaram CMS médios de $3,25 \pm 0,42\%$ do PV e $75,05 \pm 9,83$ g/UTM, superior ao tratamento com consumo exclusivo de vagem de faveira, $1,99 \pm 0,53\%$ do PV e $43,92 \pm 10,81$ g/UTM, que representou 61,23% e 58,52%, respectivamente, em relação ao consumo da dieta exclusiva de feno de capim-tifton. MACHADO et al. (1999) constataram que o CMS de concentrado comercial por caprinos reduziu de 534,48 g/animal/dia para 187,32 g/animal/dia, quando adicionou-se 50% de vagem de faveira moída (redução de 65%), enquanto o consumo de vagem de faveira exclusiva representou apenas 14,9% do consumo do suplemento.

O baixo CMS pelos animais que receberam vagem de faveira como alimento exclusivo pode ser atribuído aos compostos fenólicos deste alimento, bem como aos baixos teores de FDN (19,70%) e FDA (13,10%), bem abaixo das recomendações do NRC (2001), 25% de FDN e 19% de FDA da forragem, para perfeito funcionamento ruminal. No entanto, para a dieta com menor proporção de feno (25%), já se verificou atendimento às recomendações do NRC (2001) para vacas de leite, onde as concentrações de FDN e FDA foram de 34,60 e 20,25%, respectivamente, sendo 19,84% da FDN da dieta proveniente da forragem (feno de capim-tifton 85), indicando que o efeito dos compostos fenólicos sobre o consumo de dietas contendo vagem de faveira+feno de capim-tifton 85 foi mais limitante que o efeito da fibra, efeito que também não se deve excluir para a dieta com 100% de vagem de faveira.

As exigências diárias de PB para manutenção, segundo recomendações do NRC (1985), considerando-se os consumos estabelecidos pelo ARC (1980), para os animais do bloco mais leve, com $24,30 \pm 1,53$ kgPV, e mais pesado, com $32,59 \pm 3,36$ kgPV, são 43,9 e 56,2 g/dia, respectivamente. Como o CPB para os tratamentos situou-se entre 53,80 e 111,14 g/dia, depreende-se que estas exigências de PB foram atendidas em todos os tratamentos.

Os dados de digestibilidade de nutrientes e valor energético das dietas estão apresentados na Tabela 4.3. Observou-se que com a elevação da

proporção de vagem de faveira nas dietas ocorreram incrementos lineares ($P < 0,01$) na DMS, DMO, DEE, DCHOT e DEB, resultado do efeito direto do elevado teor de CNF (68,12%) e da digestibilidade dos CNF (93,90%) da vagem de faveira, tendo-se verificado correlação positiva ($P < 0,01$) entre CCNF (g/UTM) e as digestibilidades da MS ($r = 0,6793$), MO ($r = 0,6658$), EE ($r = 0,7671$), CHOT ($r = 0,7117$) e EB ($r = 0,5947$). Neste caso, os teores de TT e TC não foram suficientes para influenciar negativamente ($P < 0,01$) a DMS, DMO e DEB, provavelmente devido os consumos de TT e TC terem se confundido com um maior CCNF decorrente do aumento proporcional de vagem de faveira nas dietas.

Os resultados para DMS, DMO e DEB diferem dos obtidos por EUCLIDES et al. (1977), para grãos de sorgo de seis genótipos diferentes em teor de TT, porém com teor de amido relativamente constante (55,3 a 63,6%), com efeito negativo dos TT sobre a DMS, DMO e DEB, e por BARAHONA et al. (1997), com redução na DMO com o teor de TC na forragem das leguminosas *Desmodium ovalifolium* Wall. ex Merrill e *Flemingia macrophylla* (Willd.) Merrill, destacando-se que a DMO foi superior para *D. ovalifolium* Wall. ex Merrill, que apresentou maior CFDN, com maior retenção no rúmen.

Fundamentado na necessidade de associações entre nutrientes quando da formulação de dietas e relação entre nutrientes e taninos, GONZAGA NETO et al. (2001) justificaram que dietas contendo feno de *Caesalpinia bracteosa* Tul., formuladas com até 6,3% de TT, não apresentaram diferenças para DMS, DMO, DPB e DEB, possivelmente devido a desequilíbrios nitrogenados decorrentes da associação tanino-proteína, e BARAHONA et al. (1997) destacam que a suplementação energética de dietas à base de forragem pode contribuir para aumentos na digestibilidade.

O efeito linear decrescente ($P < 0,01$) do CFDN (g/UTM) sobre a DMS, DMO e DEB mostrou-se estimável a partir das equações $\hat{Y}_{DMS} = 71,66 - 0,24CFDN$, $R^2 = 0,7680$; $\hat{Y}_{DMO} = 74,11 - 0,25CFDN$, $R^2 = 0,8173$ e $\hat{Y}_{DEB} = 70,88 - 0,20CFDN$, $R^2 = 0,7021$ (Figura 4.1).

Tabela 4.3 – Médias e regressão ajustada dos coeficientes de digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), celulose (DCEL), hemicelulose (DHCEL), lignina ácido detergente (DLAD), nitrogênio insolúvel em detergente neutro (DNIDN), nitrogênio insolúvel em detergente ácido (DNIDA), energia bruta (DEB) e concentrações de nutrientes digestíveis totais (NDT, % na MS), energia digestível (ED, Mcal/KgMS) e energia metabolizável (EM, Mcal/KgMS) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Digestibilidade (%)	Níveis de vagem de faveira (%)					Equação de regressão	R ²
	0	25	50	75	100		
DMS	57,83	62,59	65,12	66,06	72,49	$\hat{Y}=57,2303+0,1259VF$	0,8431
DMO	60,31	64,17	66,96	68,06	75,01	$\hat{Y}=59,3354+0,1272VF$	0,8660
DPB	58,85	50,71	43,84	33,98	33,35	$\hat{Y}=56,7629-0,2801VF$	0,9233
DEE	31,67	50,54	63,87	77,63	81,66	$\hat{Y}=27,4060+0,4997VF$	0,8077
DCHOT	61,09	66,08	70,03	72,29	80,42	$\hat{Y}=63,6101+0,2533VF$	0,9451
DCNF	20,56	81,27	90,57	92,44	93,90	$\hat{Y}=25,5613+2,0947VF-0,0148VF^2$	0,9223
DFDN	65,44	58,23	45,63	29,20	12,92	$\hat{Y}=69,1494-0,5298VF$	0,9543
DFDA	66,21	55,43	40,04	20,24	-1,16	$\hat{Y}=70,3239-0,6709VF$	0,9614
DCEL	71,56	68,24	59,96	48,22	47,18	$\hat{Y}=73,5172-0,2781VF$	0,8441
DHCEL	64,60	61,57	52,86	42,17	41,19	$\hat{Y}=65,0463-0,2714VF$	0,6994
DLAD	31,08	-7,94	-32,38	-51,54	-62,48	$\hat{Y}=13,5758-0,9635VF$	0,8648
DNIDN	67,10	41,18	7,61	-29,29	-56,37	$\hat{Y}=67,7547-1,2767VF$	0,9581
DNIDA	39,40	-51,42	-127,20	-167,14	-213,85	$\hat{Y}=11,8967-2,5467VF$	0,9133
DEB	59,52	62,34	64,71	65,32	70,96	$\hat{Y}=59,2867+0,1000VF$	0,7465
NDT(% na MS) ¹	59,83	62,23	63,10	64,88	72,51	$\hat{Y}=59,6106-0,0100VF+0,0012VF^2$	0,8242
ED(Mcal/kgMS)	2,589	2,738	2,869	2,923	3,206	$\hat{Y}=2,5762+0,0055VF$	0,8157
EM(Mcal/kgMS)	2,146	2,293	2,434	2,478	2,440	$\hat{Y}=2,1578+0,0083VF-0,00005VF^2$	0,7538

¹NDT calculado pela fórmula de WEISS et al. (1992).

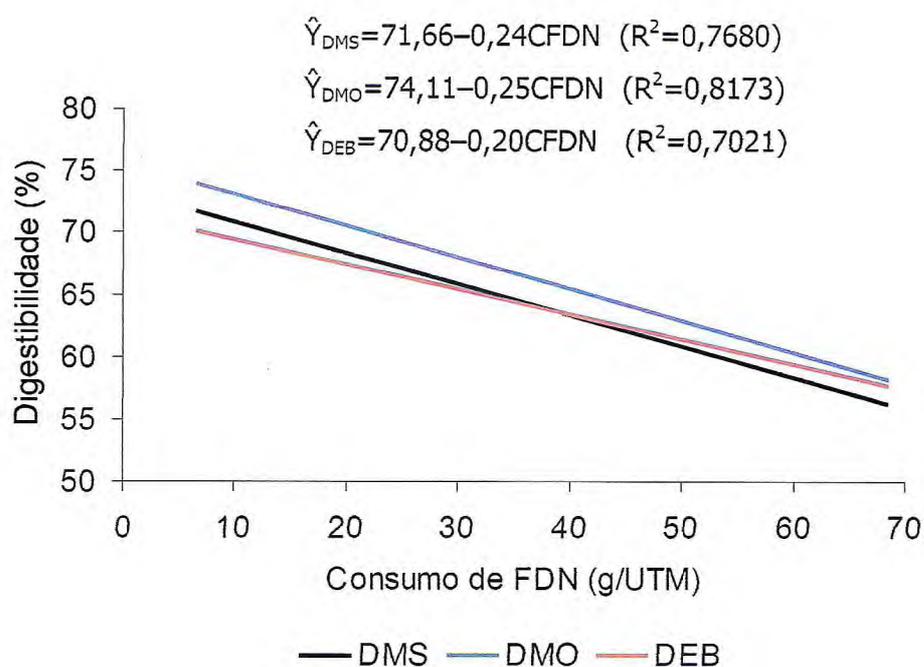


Figura 4.1 – Relação entre consumo de fibra em detergente neutro (FDN) e digestibilidade da matéria seca (DMS), matéria orgânica (DMO) e energia (DEB) das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.).

O valor obtido para digestibilidade *in vivo* da MS da vagem de faveira (72,49%) coincide com resultado médio obtido por CARVALHO et al. (1992) para digestibilidade *in vitro* da MS de vagens de faveira claras e escuras (72,49%).

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,01$) da inclusão de vagem de faveira sobre a DPB, bem como das percentagens de TT e TC na dieta, com regressões $\hat{Y}_{DPB} = 57,3189 - 2,6476TT$, $R^2 = 0,9233$ e $\hat{Y}_{DPB} = 57,0759 - 15,6488TC$, $R^2 = 0,9233$, respectivamente, indicando que para cada incremento de 1% na concentração de TC a partir da inclusão de vagem de faveira houve decréscimo de 15,6% na DPB (Figura 4.2). A DPB sofreu efeito negativo ($P < 0,01$) do consumo (g/UTM) de TT e TC, com coeficientes de correlação $r = -0,9143$ e $r = -0,9079$, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com os obtidos por EUCLIDES et al. (1977), os quais observaram que os TT em grãos de sorgo resultaram em redução da DPB da ordem de 20,5% para cada 1% de elevação nos teores dos mesmos, com menor desaminação da proteína no rúmen, sendo os TT desta gramínea preponderantemente representados por TC; com os obtidos por WEST et al. (1993), que o teor de tanino da película de amendoim compromete negativamente a DPB; e com DECANDIA et al. (2000ab), que o consumo de TC afeta negativamente a DPB.

Embora seja reconhecida a importância do tanino como agente protetor da proteína na nutrição de ruminantes, o limitado nível de ingestão de proteína para manutenção, associado à baixa digestibilidade deste constituinte, pode ser comprometido pela presença de tanino em níveis aquém dos preconizados por AERTS et al. (1999) como vantajosos para ruminantes, de 2 a 4%. Segundo MÜHLBACH et al. (1982), a proteção de tanino à desaminação microbiana da proteína e sua posterior limitada reversão e digestão com pepsina-pancreatina poderá significar menor disponibilidade da proteína protegida para a absorção intestinal, anulando de modo quantitativo as vantagens da proteção, com efeitos diferenciados segundo a fonte de tanino. Neste caso, merece atenção a ocorrência destes compostos, mesmo em quantidade reduzida na dieta, em sistemas de produção com limitação de nitrogênio, a exemplo da sazonalidade de produção de fitomassa pastável verificada na faixa tropical.

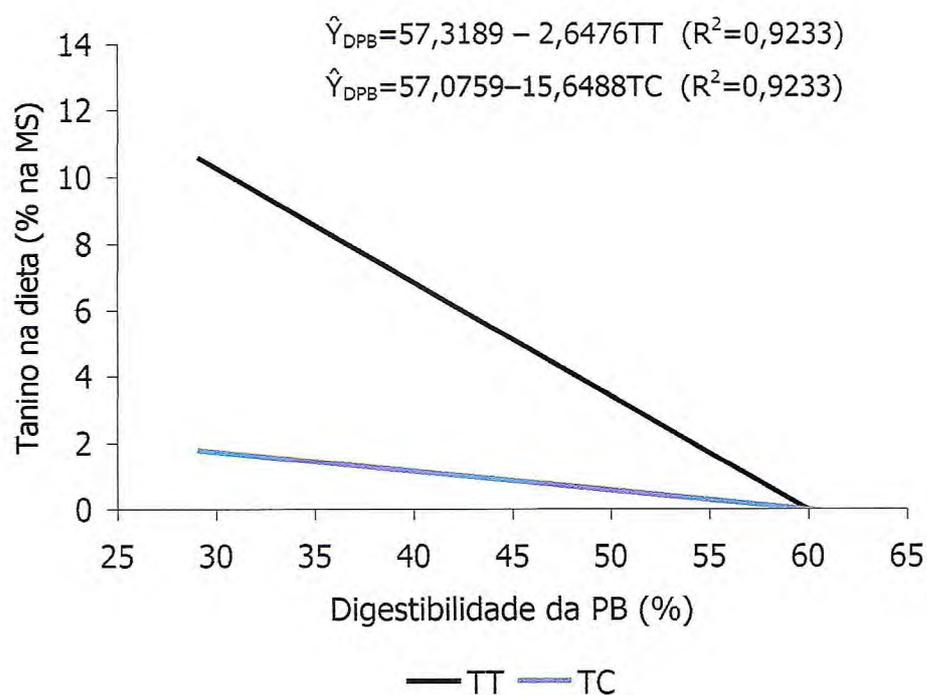


Figura 4.2 – Relação entre concentração (% na MS) de tanino total (TT) e condensado (TC) das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) e a digestibilidade da proteína bruta (DPB).

A vagem de faveira apresentou PB 11,18% e DPB 33,35%, do que resulta concentração de PD 3,73%, de acordo com resultados obtidos por EUCLIDES et al. (1977), onde o teor de tanino influenciou diretamente a concentração de PD.

Relativo à fração fibrosa, ocorreram decréscimos lineares ($P < 0,01$) na DFDN, DFDA, DCEL, DHCEL e DLAD com a inclusão de vagem de faveira. As equações de regressão $\hat{Y}_{DFDN} = 69,74 - 29,60TC$, $R^2 = 0,9543$; $\hat{Y}_{DFDA} = 71,07 - 37,48TC$, $R^2 = 0,9614$, $\hat{Y}_{DCEL} = 73,83 - 15,54TC$, $R^2 = 0,8441$; $\hat{Y}_{DHCEL} = 65,35 - 15,16TC$, $R^2 = 0,6994$; e $\hat{Y}_{DLAD} = 14,65 - 53,83TC$, $R^2 = 0,8648$, indicam que para cada acréscimo de 1% na concentração de TC são estimados decréscimos de 29,6; 37,5; 15,5; 15,2 e 53,8 unidades percentuais na DFDN, DFDA, DCEL, DHCEL e DLAD. O efeito negativo dos TC na DFDN e DFDA está de acordo com resultados obtidos para fenos de leguminosas por BARAHONA et al. (1997), para *D. ovalifolium* Wall. ex Merrill e *F. macrophylla* (Willd.) Merrill, e por GONZAGA NETO et al. (2001), para *C. bracteosa* Tul.

Os resultados para DCEL e DHCEL estão de acordo com BARRY & MANLEY (1984), que obtiveram menor digestibilidade para estas frações da fibra em *Lotus pedunculatus* Cav. com baixo tanino em relação a alto tanino, e com GONZAGA NETO et al. (1981), que obtiveram efeito linear decrescente para DCEL, e quadrático para DHCEL, com decréscimo até o teor de TT 5,9%, correspondente à inclusão de 93,8% de feno de *C. bracteosa* Tul. na dieta. Segundo BARAHONA et al. (1997), elevados teores de TC nas forrageiras resultam em redução na digestibilidade da fração fibrosa, o que pode decorrer do efeito inibitório do TC sobre a degradação da proteína no rúmen e, conseqüentemente, sobre a disponibilidade de N no ambiente ruminal.

Comumente a DHCEL é elevada nas forragens, porém, com a inclusão de vagem de faveira houve decréscimo na DHCEL. Segundo LADEIRA et al. (2002a), a HCEL é um heteropolissacarídeo composto principalmente por xilose, arabinose e ácido galacturônico e, dependendo das proporções desses monômeros na molécula, pode haver maior ou menor digestibilidade, enquanto

VAN SOEST (1994) afirma que a cadeia de xilanas só poderá ser atacada pelas enzimas microbianas após remoção da proteção exercida pela CEL ou remoção da cadeia de arabinose após exposição à acidez gástrica.

A partir da regressão ajustada para DLAD, depreende-se que para inclusão de vagem de faveira superior a 14,1% verificou-se maior excreção de LAD em relação à ingestão, denotando complexação no trato gastrintestinal, o que vem associado ao efeito do TC na DLAD. Segundo VAN SOEST (1994), as interações compostos fenólicos solúveis-proteína não são facilmente separados dos efeitos do tanino, levando à precipitação da proteína e tendendo a ser quantificada como lignina bruta, sendo este fenômeno específico para plantas taníferas e uma das razões para falsas conclusões de que lignina limita a digestão da proteína, sendo neste caso, a digestão limitada pela complexação em detrimento à incrustação.

A LAD representou 27,9 e 42,0% da FDN e FDA, respectivamente, podendo apresentar efeito depressor sobre a digestibilidade da fração fibrosa, embora este efeito seja menos intenso sobre a DCEL e DHCEL. Estes resultados estão de acordo com LADEIRA et al. (2002a) para *Arachis pintoi* Krapov. ex W.C. Gregory, com lignina correspondendo a 21,3 e 31,3% da FDN e FDA, respectivamente.

Verificou-se valor muito baixo para DFDN (12,92%) e valores negativos para DFDA (-1,16%), DLAD (-62,48%), DNIDN (-56,37%) e DNIDA (-213,85%) da vagem de faveira exclusiva, o que está de acordo com resultados obtidos por WATERS et al. (1992) para dietas com elevada teor de tanino em ovinos, com DNIDA -89%, e por MAKKAR et al. (1995) para folhas de *Acacia saligna* (Labill.) H. L. Wendl. contendo 11,3% de tanino, com DFDN -2,2%, DFDA -41,20%, DLAD -106,40, DNIDN -60,40% e DNIDA -375,00, utilizando o método padrão Van Soest para determinação da fração fibrosa. Os resultados negativos para DNIDN e DNIDA são justificados por MAKKAR et al. (1995) como decorrentes de complexação tanino-proteína nestas frações da fibra, com grande participação de proteína de origem endógena.

O fracionamento da proteína da vagem de faveira indicou que 25,2 e 9,5% da PB encontra-se associada à FDN e FDA, respectivamente. Estes valores, em especial da PB associada à FDA, não diferem muito dos obtidos por BATISTA et al. (2002) para vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.), com 15,1 e 9,6% da PB associado à FDN e FDA, respectivamente. No entanto, atenção especial deve ser dada à elevada excreção fecal de NIDN e NIDA por ovinos alimentados com vagem de faveira, com concentração na MS fecal de 4,27 e 3,73%, enquanto na MS da dieta era de apenas 0,45 e 0,17% de NIDN e NIDA, respectivamente.

A DNIDN e a DNIDA apresentaram decréscimos lineares ($P < 0,01$) com a inclusão de vagem de faveira. As equações de regressão $\hat{Y}_{DNIDN} = 69,1812 - 71,3263TC$, $R^2 = 0,9581$, e $\hat{Y}_{DNIDA} = 14,7422 - 142,2726TC$, $R^2 = 0,9133$, indicam que para cada acréscimo de 1% na concentração de TC são estimados decréscimos de 71,3 e 142,3 unidades percentuais na DNIDN e DNIDA, respectivamente (Figura 4.3). A partir destas equações, depreende-se que concentrações de TC superiores a 0,97 e 0,10% resultaram em maior excreção fecal de NIDN e NIDA em relação à ingestão, respectivamente.

Quanto aos resultados para digestibilidade da fração fibrosa, MAKKAR et al. (1995) questionam as técnicas de extração com detergentes para predição da digestibilidade *in vivo* de constituintes da parede celular de fontes alimentares ricas em tanino, propondo-se a avaliação da digestibilidade da parede celular de plantas ricas em tanino baseada na análise de monossacarídeos da parede celular.

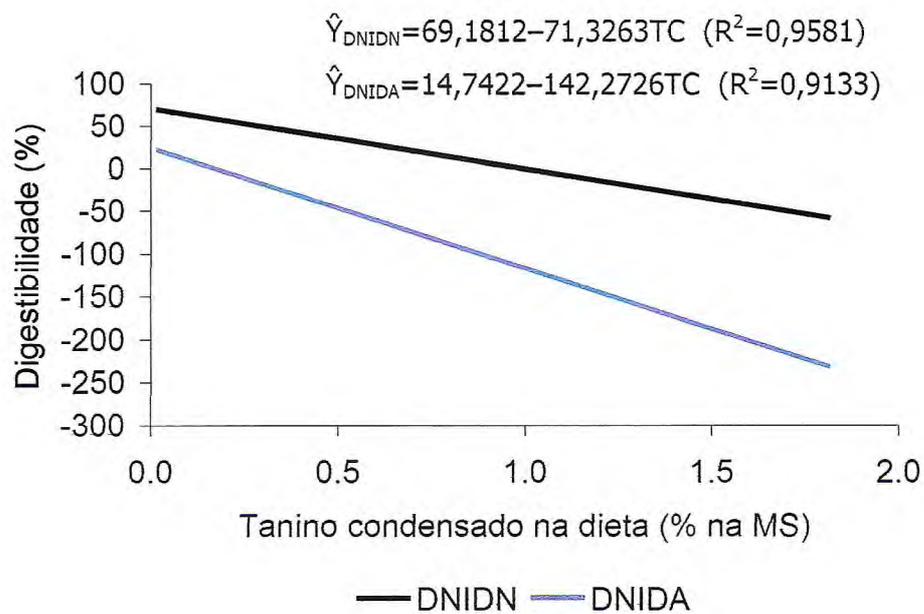


Figura 4.3 – Relação entre concentração de tanino condensado (% na MS) das dietas experimentais contendo diferentes níveis de vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) e a digestibilidade do nitrogênio insolúvel em detergente neutro (DNIDN) e nitrogênio insolúvel em detergente ácido (DNIDA).

Houve efeito quadrático ($P < 0,05$) da inclusão de vagem de faveira na DCNF, com estimativa crescente até o nível 70,77%, quando a DCNF foi estimada em 99,68%, com concentração de TC 0,64%. O elevado conteúdo de CNF (68,12%), associado à elevada DCNF da vagem de faveira (93,90%) resultou em um conteúdo de CNF digestíveis de 63,96%.

A concentração de TC das dietas apresentou efeito quadrático ($P < 0,01$) sobre a DCNF, com regressão $\hat{Y}_{DCNF} = 23,20 + 118,87TC - 46,08TC^2$, $R^2 = 0,9222$, o que resultou em redução estimada da DCNF a partir do teor de TC 1,29%. Para grão de sorgo, EUCLIDES et al. (1977) não verificaram diferenças na digestibilidade do amido do grão de sorgo até o teor de TT 1,97%, no entanto analogia entre estes resultados e os para vagem de faveira merecem ressalvas, por ser o amido apenas um dos constituintes considerados CNF (MERTENS, 1996) e pelas diferenças consideráveis de ação sobre o valor nutritivo de mesmos tipos de taninos entre diferentes espécies vegetais (SALAWU et al., 1999).

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) da inclusão de vagem de faveira sobre a concentração de NDT das dietas, com incremento no NDT das dietas a partir da proporção 4,17% de vagem de faveira, indicando a importância dos carboidratos solúveis em detergente neutro, considerados, nesta avaliação como CNF, sobre o aproveitamento da fibra de alimentos pelos ruminantes.

As próprias características químico-bromatológicas da vagem de faveira indicam seu bom valor nutritivo, confirmado na avaliação *in vivo* com ovinos, quando houve incremento linear tanto da DMO quanto da DEB, equivalente a 0,13% e 0,10%, respectivamente, para cada unidade percentual de inclusão à dieta. Com um teor de MO 97,37% e DMO 72,06%, resulta em 70,16% de MOD, na vagem de faveira, permitindo uma estimativa de NDT de 71,56% pela equação derivada pelo NRC (1975).

O NDT da vagem de faveira, obtido a partir dos constituintes orgânicos digestíveis, pela fórmula de WEISS et al. (1992) foi $72,51 \pm 1,95\%$, valor equivalente a $70,42 \pm 1,53\%$, calculado a partir da MOD, pela equação derivada

do NRC (1975), e a $72,70 \pm 1,97\%$, estimado com base na ED da dieta. Os valores obtidos para NDT indicam bom valor energético da vagem de faveira, referendado pela contribuição energética dos constituintes orgânicos e pela elevada correlação positiva ($P < 0,01$) do NDT com a MOD [NDT = $(1,02 \pm 0,02) \times \text{MOD}$, %; $r = 0,9575$], e com a ED [NDT = $\text{ED} / (4,441 \pm 0,143)$; $r = 0,9147$], ratificando a importância e viabilidade de uso dessas estimativas em dietas contendo vagem de faveira. O NDT calculado pela fórmula de WEISS et al. (1992) pode ainda sofrer correção para perdas metabólicas fecais de NDT, mediante subtração da constante 7, como adotado pelo NRC (2001).

As exigências energéticas líquidas para manutenção de ovinos, estabelecidas pelo NRC (1985) como $\text{EL}_m (\text{kcal/dia}) = 56\text{PV}^{0,75}$, resultaram em uma demanda energética para os animais dos blocos mais leve e mais pesado de 613 e 764 kcal/dia, respectivamente. Considerando-se o CMS e a disponibilidade de EL_m das dietas, obtida a partir da fórmula de GARRETT (1980), recomendada pelo NRC (1985), onde $\text{EL}_m (\text{Kcal/dia}) = 1,37\text{EM} - 0,138\text{EM}^2 + 0,0105\text{EM}^3 - 1,12$, constatou-se balanço energético positivo, com disponibilidade de 741, 2.074, 1.597, 1.373 e 1.120 Kcal EL_m/dia , para as proporções feno de capim-tifton 85:vagem de faveira 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, respectivamente.

A análise da variância revelou efeito da inclusão de vagem de faveira e do tempo de coleta de líquido ruminal (LR) ($P < 0,01$) para concentração de acetato e proporção molar de acetato e butirato, não se verificando significância ($P > 0,05$) para a interação dieta x tempo de coleta de LR para proporção molar destes AGV (Tabelas 4.4 e 4.5).

Tabela 4.4 – Médias para concentração (mMol/L) dos ácidos graxos voláteis (AGV) acetato, propionato e butirato no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Tempo (h)	Níveis de vagem de faveira (%)					Média
	0	25	50	75	100	
<i>Concentração de acetato (mMol/L)</i>						
0	50,46	41,32	28,90	20,86	20,30	32,37 ^{B1}
2,5	53,29	50,37	38,74	38,99	27,50	41,78 ^A
5,0	61,08	47,08	37,24	43,55	28,12	43,42 ^A
7,5	65,98	40,92	38,89	46,76	30,41	44,59 ^A
Média	57,70 ^{a1}	44,92 ^b	35,94 ^{bc}	37,54 ^{bc}	26,58 ^c	
<i>Concentração de propionato (mMol/L)</i>						
0	8,66 ^{aA1}	8,68 ^{aA}	9,45 ^{aB}	5,03 ^{aA}	4,79 ^{aB}	7,32
2,5	9,48 ^{bCA}	13,44 ^{abA}	17,23 ^{aA}	9,02 ^{bCA}	12,72 ^{aA}	12,38
5,0	10,87 ^{abA}	10,06 ^{abA}	15,81 ^{aAB}	9,29 ^{abA}	8,39 ^{abB}	10,88
7,5	11,03 ^{abA}	12,18 ^{aA}	16,27 ^{aAB}	9,41 ^{abA}	4,76 ^{bB}	10,73
Média	10,01	11,09	14,69	8,19	7,66	
<i>Concentração de butirato (mMol/L)</i>						
0	2,41 ^{aA1}	3,29 ^{aA}	2,73 ^{aA}	2,17 ^{aB}	2,28 ^{aA}	2,57
2,5	2,95 ^{bA}	6,12 ^{abA}	6,38 ^{abA}	9,84 ^{aA}	5,74 ^{abA}	6,21
5,0	2,96 ^{bA}	4,50 ^{bA}	7,03 ^{abA}	10,21 ^{aA}	6,18 ^{abA}	6,18
7,5	2,90 ^{bA}	5,72 ^{bA}	5,91 ^{bA}	10,77 ^{aA}	6,17 ^{bA}	6,29
Média	2,80	4,91	5,51	8,25	5,09	

¹Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

Tabela 4.5 – Médias para proporção molar (mol/100mol) dos ácidos graxos voláteis (AGV) acetato, propionato e butirato, em relação à concentração total de AGV (acetato+propionato+butirato) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Tempo (h)	Níveis de vagem de faveira (%)					Média
	0	25	50	75	100	
<i>Proporção molar de acetato (mol/100 mol)</i>						
0	81,68	77,49	70,28	74,46	74,71	75,73 ^{A1}
2,5	81,08	72,19	62,21	67,70	59,76	68,59 ^B
5,0	81,44	76,45	62,01	69,01	65,54	70,89 ^B
7,5	82,61	68,62	63,52	69,93	74,21	71,78 ^{AB}
Média	81,70 ^{a1}	73,69 ^b	64,51 ^c	70,28 ^{bc}	68,56 ^{bc}	
<i>Proporção molar de propionato (mol/100 mol)</i>						
0	14,25 ^{aA1}	16,32 ^{aA}	23,05 ^{aA}	17,84 ^{aA}	16,34 ^{ab}	17,56
2,5	14,42 ^{ba}	19,04 ^{abA}	27,56 ^{aA}	15,25 ^{ba}	27,69 ^{aA}	20,79
5,0	14,58 ^{ba}	16,19 ^{ba}	26,30 ^{aA}	14,76 ^{ba}	19,45 ^{abAB}	18,25
7,5	13,77 ^{bca}	21,14 ^{abA}	26,80 ^{aA}	14,00 ^{bca}	11,15 ^{cb}	17,37
Média	14,26	18,17	25,93	15,46	18,66	
<i>Proporção molar de butirato (mol/100 mol)</i>						
0	4,07	6,18	6,67	7,70	8,95	6,71 ^{B1}
2,5	4,49	8,77	10,23	17,05	12,55	10,62 ^A
5,0	3,99	7,36	11,69	16,23	15,01	10,85 ^A
7,5	3,62	10,24	9,67	16,07	14,64	10,85 ^A
Média	4,04 ^{b1}	8,14 ^{ab}	9,57 ^{ab}	14,26 ^a	12,79 ^a	

¹Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

A concentração de acetato foi maior para a dieta exclusiva feno de capim-tifton 85 em relação à dieta contendo 25% de vagem de faveira, e ambas superiores à exclusiva de vagem de faveira, enquanto as dietas contendo 50 e 75% de vagem de faveira não diferiram das demais que continham vagem de faveira ($P < 0,05$). Elevada proporção de acetato é comum em dietas contendo forragens de inferior qualidade ou ricas em fibra, onde a ação dos microrganismos celulolíticos resulta como produto final da digestão predominantemente acetato. Neste sentido, segundo ØRSKOV & RYLE (1990) a maior produção de acetato está associada às elevadas concentrações de hidrogênio e com a elevada produção de metano, processo que pode ser modificado pela inclusão de carboidratos solúveis à dieta e favorecimento à produção de propionato e butirato.

Verificou-se maior concentração de acetato no LR ($P < 0,01$) nos tempos pós-ingestão (2,5; 5,0 e 7,5 h), o que está de acordo com PETERS et al. (1990), com média $43,26 \pm 12,22$ mMol/L de LR, em relação à condição de jejum ($32,37 \pm 13,44$ mMol/L de LR), do que resultou incremento de 33,6% na concentração de acetato no LR.

A inclusão de vagem de faveira influenciou a proporção molar de acetato de forma quadrática ($\hat{Y} = 83,2106 - 0,4335VF + 0,0031VF^2$; $R^2 = 0,4692$; $P < 0,01$), do que resultou em estimativa de proporção mínima de acetato 68,1 mol/100 mol, quando da inclusão de 69,9% de vagem de faveira à dieta.

A análise da variância revelou interação significativa dieta x tempo de coleta de LR para concentração de propionato e butirato, para proporção molar de propionato e para concentração total de AGV e relação acetato:propionato (Tabela 4.6), de acordo com resultados de PETERS et al. (1990) e BOHNERT et al. (2002). A interação dieta x tempo de coleta de LR para concentração total de AGV está de acordo com o obtido por BOHNERT et al. (2002), no entanto, a exemplo da natureza das interações verificadas pelo autor, e como os coeficientes de determinação (R^2) das equações de regressão não se mostraram consistentes o suficiente neste trabalho para expressão dos efeitos estudados, optou-se pela discussão fundamentada prioritariamente no teste de médias, as quais estão sumarizadas nos gráficos elaborados em função do nível de inclusão de vagem de faveira e tempo de coleta de líquido de rúmen apresentados nas Figuras 4.4 e 4.5.

A concentração de propionato no LR dos animais em jejum mostrou-se decrescente com o aumento da inclusão de vagem de faveira, demonstrado pelo modelo de regressão linear obtido ($\hat{Y}_{0h}=9,1094-0,0455VF$; $R^2=0,5314$; $P<0,05$), o que pode ser atribuído à mais rápida digestão dos carboidratos solúveis da vagem de faveira associado à lenta degradação da MS do feno de capim-tifton 85 utilizado neste experimento. No entanto, quando do fornecimento das dietas, verificou-se tendência de acréscimo da concentração de propionato até o nível de vagem de faveira 50%, mais evidenciada no tempo de coleta 7,5 h, quando verificou-se efeito quadrático ($\hat{Y}_{7,5h}=10,4265+0,1964VF-0,0026VF^2$; $R^2=0,6869$; $P<0,05$), com máximo 14,1 mMol/L, estimado para a dieta contendo 37,8% de vagem de faveira.

Considerando-se os tempos de coleta de LR, a maior concentração de propionato ($P<0,01$) foi verificada nos tempos pós-ingestão, de acordo com PETERS et al. (1990), com média $11,33\pm 3,97$ mMol/L de LR, em relação à condição de jejum ($7,32\pm 2,49$ mMol/L de LR), o que representa um incremento médio de 54,8%.

Tabela 4.6 – Médias para concentração total de ácidos graxos voláteis (AGV) (acetato+propionato+butirato) e relação acetato:propionato no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Tempo (h)	Níveis de vagem de faveira (%)					Média
	0	25	50	75	100	
<i>Concentração total de AGV (acetato+propionato+butirato, mMol/L)</i>						
0	61,52 ^{aA1}	53,29 ^{aA}	41,08 ^{abA}	28,06 ^{bB}	27,36 ^{bA}	42,26
2,5	65,72 ^{abA}	69,94 ^{aA}	62,34 ^{abA}	57,84 ^{abA}	45,96 ^{bA}	60,36
5,0	74,91 ^{aA}	61,64 ^{abA}	60,08 ^{abA}	63,06 ^{abA}	42,69 ^{bA}	60,48
7,5	79,91 ^{aA}	58,82 ^{abCA}	61,07 ^{abCA}	66,93 ^{abA}	41,34 ^{CA}	61,61
Média	70,52	60,92	56,14	53,97	39,34	
<i>Relação acetato:propionato</i>						
0	5,79 ^{aA1}	4,76 ^{aA}	3,05 ^{aA}	4,21 ^{aA}	4,88 ^{aAB}	4,54
2,5	5,65 ^{aA}	4,12 ^{abA}	2,26 ^{bA}	4,66 ^{abA}	2,17 ^{bB}	3,77
5,0	5,61 ^{aA}	4,87 ^{abA}	2,38 ^{bA}	4,99 ^{abA}	3,71 ^{abAB}	4,31
7,5	6,01 ^{aA}	3,53 ^{abA}	2,37 ^{bA}	5,29 ^{abA}	6,87 ^{abA}	4,81
Média	5,76	4,32	2,52	4,79	4,41	

¹Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem (P<0,05) pelo teste de Tukey.

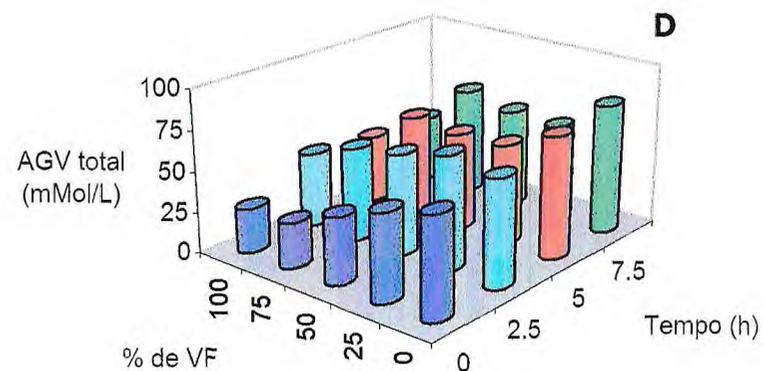
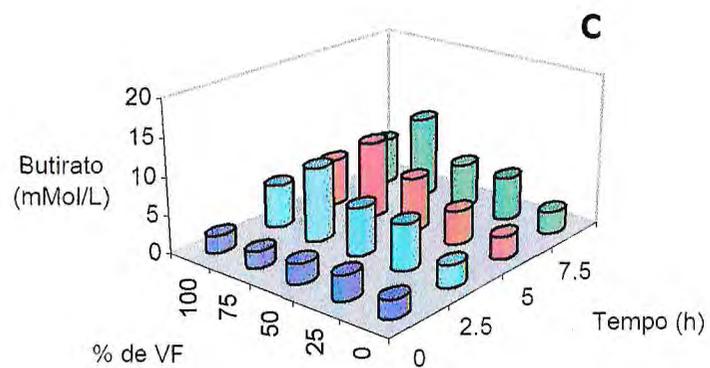
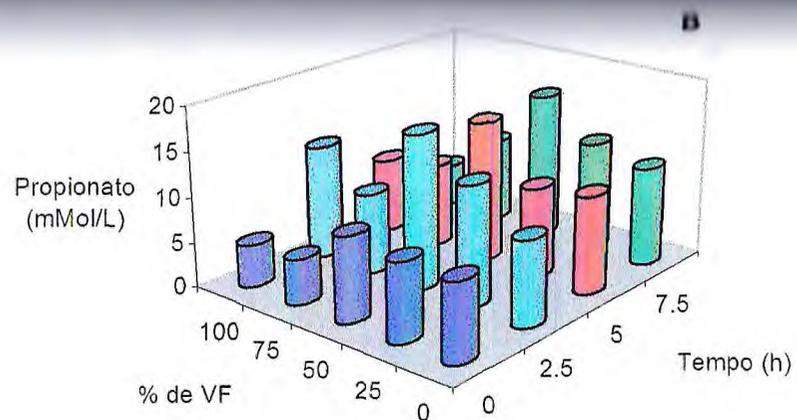
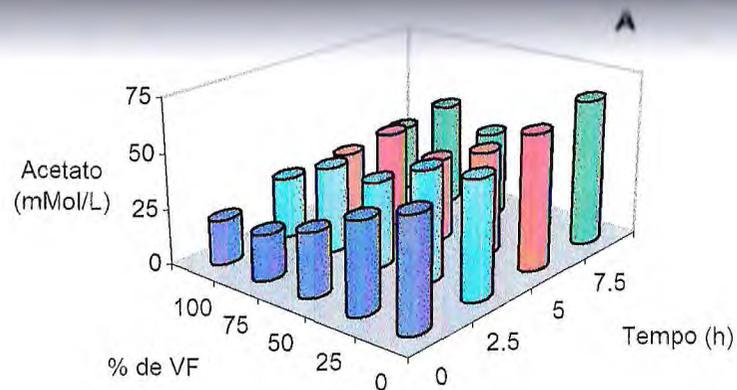


Figura 4.4 – Gráficos das concentrações molares de acetato (**A**), propionato (**B**), butirato (**C**) e AGV total (mMol/L), em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas).

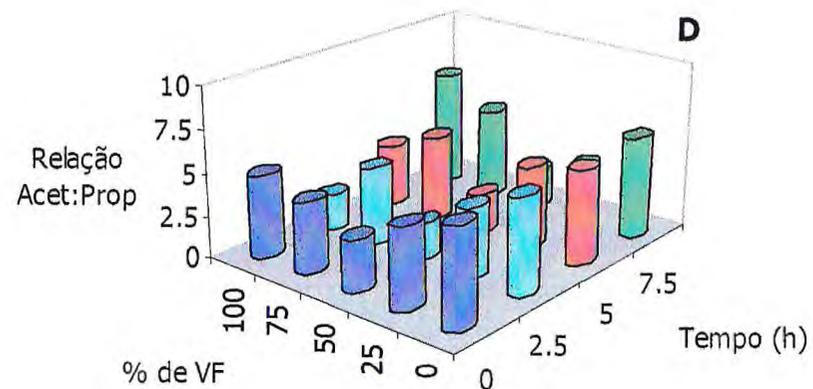
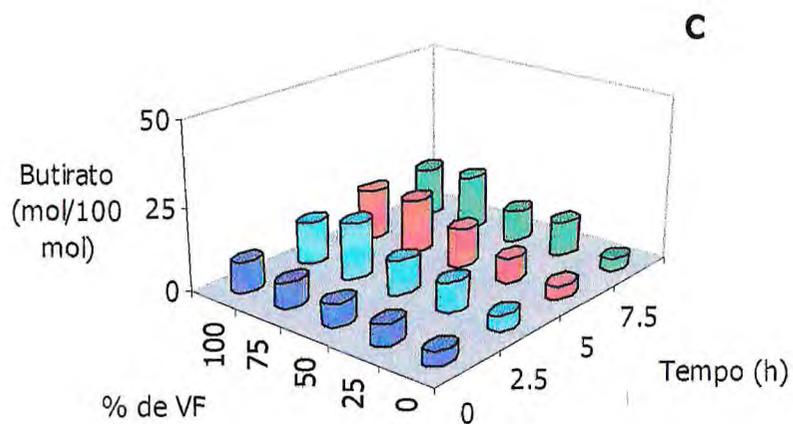
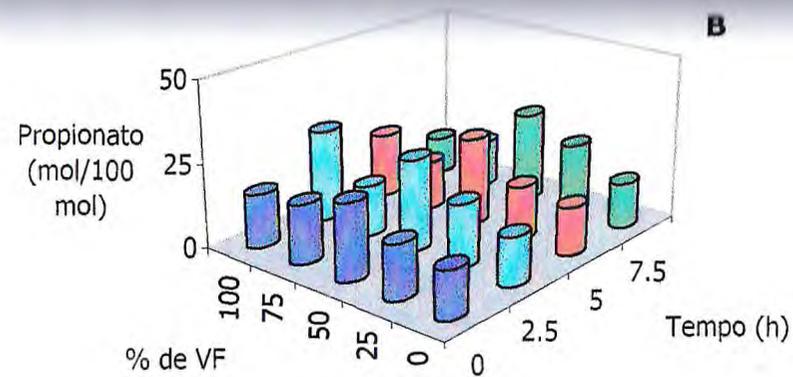
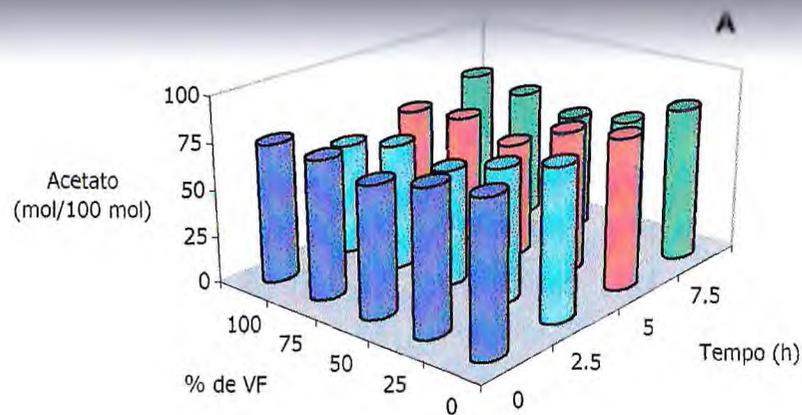


Figura 4.5 – Gráficos das proporções molares de acetato (A), propionato (B) e butirato (C) (mol/100mol) e da relação acetato:propionato (D), em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas).

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) do tempo de coleta de LR sobre a proporção molar de propionato para as dietas vagem de faveira exclusiva ($\hat{Y}_{100\%} = 18,8702 + 4,9425T - 0,7859T^2$, $R^2 = 0,7161$) e contendo 50% de vagem de faveira ($\hat{Y}_{50\%} = 22,3290 + 1,6021T - 0,1602T^2$, $R^2 = 0,7124$), enquanto para a dieta contendo 75% de vagem de faveira verificou-se efeito linear ($\hat{Y}_{75\%} = 13,7957 - 0,4808T$, $R^2 = 0,9015$, $P < 0,01$). Quanto ao tempo de coleta, apenas no tempo 7,5 horas verificou-se significância do modelo de regressão ($\hat{Y}_{7,5h} = 12,78 + 0,3951VF - 0,0044VF^2$, $R^2 = 0,6432$, $P < 0,05$).

Para as dietas vagem de faveira exclusiva e contendo 50% de vagem de faveira, as proporções máximas de propionato foram estimadas em 26,3 mol/100 mol, as 3,1 e 5 h, respectivamente. Nos tempos pós-ingestão, o aumento percentual de vagem de faveira em até cerca de 50% na dieta resultou em incremento na proporção molar de propionato, com efeito mais pronunciado no tempo 7,5 h, com valor máximo quando da inclusão de 44,9% de vagem de faveira à dieta, com uma estimativa de proporção de 21,6 mol de propionato/100 mol de AGV.

Quanto à concentração de butirato no LR, os efeitos das dietas foram mais consistentes nos tempos de coleta 2,5 e 5 h, permitindo o estabelecimento de regressão quadrática ($P < 0,05$), $\hat{Y}_{2,5h} = 3,1045 + 0,1665VF - 0,0013VF^2$; $R^2 = 0,5975$ e $\hat{Y}_{5,0h} = 1,4629 + 0,1685VF - 0,0012VF^2$; $R^2 = 0,6402$, a partir das quais estimou-se as concentrações máximas de butirato 8,4 e 7,4 mMol/L de LR nos tempos de coleta 2,5 e 5 h, para a dieta contendo 64,0 e 70,2% de vagem de faveira, respectivamente. Estes acréscimos na concentração de butirato nos tempos pós-ingestão seguem a tendência de frequência de consumo em ruminantes, associados ao estabelecido por ØRSKOV & RYLE (1990) para incremento da produção de butirato quando da inclusão de carboidratos solúveis à dieta, dos quais é fonte a vagem de faveira.

Considerando-se os tempos de coleta de LR, a maior concentração de butirato ($P < 0,01$) foi verificada nos tempos pós-ingestão, com média de

6,23±2,97 mMol/L de LR, em relação à condição de jejum (2,57±0,53 mMol/L de LR), o que representa um incremento médio de 142,4%.

A proporção molar de butirato foi influenciada diretamente pela inclusão de vagem de faveira, resultando em regressão linear ($\hat{Y}=4,1101+0,0945VF$; $R^2=0,4364$; $P<0,01$), o que indica acréscimo da ordem de 0,0945% na proporção molar de butirato no LR por unidade de acréscimo percentual de vagem de faveira.

Considerando-se os tempos de coleta de LR, a maior proporção molar de butirato ($P<0,01$) foi verificada nos tempos pós-ingestão, o que está de acordo com PETERS et al. (1990), com média 10,77±5,63 mol/100 mol, em relação à condição de jejum (6,71±2,08%), o que representa um incremento médio de 60,5%.

As variações nas concentrações molares dos AGV, com redução de acetato e aumento de propionato e butirato quando do aumento na proporção de vagem de faveira na dieta estão de acordo com resultados de PETERS et al. (1990) ao avaliarem o efeito da relação volumoso:concentrado sobre a concentração de AGV no LR.

As proporções molares médias de acetato da dieta exclusiva feno de capim-tifton 85 (81,70 mol/100 mol), de propionato da dieta contendo 50% de vagem de faveira (25,93 mol/100 mol), e de butirato das dietas contendo 75 e 100% de vagem de faveira, 14,26 e 12,79 mol/100 mol, respectivamente, superam valores obtidos por NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991) e BOHNERT et al. (2002), enquanto a proporção molar média de butirato da dieta exclusiva feno de capim-tifton 85 (4,04 mol/100 mol), apresentou-se inferior à obtida pelos autores.

A inclusão de vagem de faveira em até 50% da dieta contribuiu para redução da proporção molar de acetato e aumento da proporção molar de propionato, com alta correlação negativa ($r=-0,7576$; $P<0,0001$), está de acordo com resultado obtido por BOHNERT et al. (2002), justificado pelo efeito da

suplementação de dietas contendo forragem de baixa qualidade, no entanto, o aumento da proporção molar de butirato ocorreu em até 75% de vagem de faveira. A maior proporção molar de butirato das dietas contendo maior conteúdo de vagem de faveira é compatível com o apresentado por ØRSKOV & RYLE (1990), típico de alimentos com elevado teor de carboidratos solúveis.

A alta correlação negativa ($r=-0,7035$; $P<0,0001$) entre proporção molar de acetato e butirato encontra suporte em resultados de BOHNERT et al. (2002), uma vez que, como ambos utilizam acetil-CoA como precursor, a ocorrência de mudança na proporção molar de acetato leva ao oposto na proporção de butirato.

A redução na concentração molar total de AGV com a inclusão de vagem de faveira justifica-se pelo maior efeito desta na redução da concentração molar de acetato e, ao longo do tempo pós-ingestão, de propionato, embora a proporção molar de propionato tenha aumentado. A diferença na concentração molar total de AGV entre dietas no período de pré-ingestão (jejum) difere do obtido por PETERS et al. (1990). Também foi verificada diferença quando da estabilidade na concentração molar total de AGV ao longo do dia, mesmo nas dietas com elevada proporção de vagem de faveira, o que não foi verificado pelos autores para a dieta com elevada proporção de concentrado (28% feno:72% concentrado), com decréscimo da concentração molar total de AGV.

A análise de regressão resultou em decréscimo linear ($P<0,05$) da concentração molar total de AGV, com os modelos $\hat{Y}_{0h}=60,1277-0,3742VF$; $R^2=0,8169$; $\hat{Y}_{5,0h}=73,7557-0,2522VF$; $R^2=0,6025$; e, $\hat{Y}_{7,5h}=79,2974-0,2761VF$; $R^2=0,5359$, para os tempos de coleta de LR em jejum e às 5 e 7,5 h pós-ingestão, respectivamente, não se verificando ajuste de modelo de regressão para o tempo 2,5 pós-ingestão, o que pode decorrer do conjunto de eventos verificados logo após a primeira refeição, como secreção salivar, início do processo digestivo e consumo de água, o que encontra suporte em trabalho de PETERS et al. (1990), quando os autores verificaram maior taxa de diluição

ruminal imediatamente após a ingestão de alimentos que em tempos posteriores, com maiores taxas quando do fornecimento de dieta com maior proporção de volumoso, com relação direta da taxa de diluição ruminal com a osmolaridade.

Considerando-se os tempos de coleta de LR, a maior concentração molar total de AGV ($P < 0,01$) foi verificada nos tempos pós-ingestão, de acordo com PETERS et al. (1990) e LAVEZZO et al. (1995), com média $60,82 \pm 12,67$ mMol/L de LR, em relação à condição de jejum ($42,26 \pm 15,55$ mMol/L de LR), o que representa um incremento médio de 43,9%. Estes valores superam os obtidos por LAVEZZO et al. (1995) em ovinos (30,15 mMol/L), justificados pelo baixo consumo de silagem de milho (55,46 gMS/UTM). Neste experimento, o consumo médio de MS das dietas contendo feno de capim-tifton 85 exclusivo em associação foi $75,05 \pm 9,85$ g/UTM, enquanto o consumo de vagem de faveira exclusiva foi $43,92 \pm 10,81$ g/UTM e a concentração total de AGV desta dieta foi significativamente ($P < 0,05$) mais baixa ($39,34 \pm 10,02$ g/UTM), indicando um real efeito do consumo sobre a concentração total de AGV.

A relação acetato:propionato não variou entre dietas no período de pré-ingestão (jejum) ($P > 0,05$), no entanto, após fornecimento das dietas, verificou-se menor relação acetato:propionato ($2,34 \pm 0,20$) para a proporção 50% de vagem de faveira, em relação à dieta exclusiva feno de capim-tifton 85 ($5,76 \pm 0,45$), destacando-se ainda a baixa relação acetato:propionato para a dieta contendo vagem de faveira exclusiva às 2,5 horas pós-ingestão (2,17), o que decorre da elevada concentração de CNF deste alimento (68,12%) altamente solúveis (fração *a* da MS=69,6%) e digestibilidade dos CNF 93,90%. A relação acetato:propionato média do experimento foi $4,36 \pm 1,66$, valor próximo ao obtido por LADEIRA et al. (2002b) para feno de *Stylosanthes guianensis* (Aublet) Sw. (4,31).

Apesar da concentração molar total de AGV ter reduzido com a adição de vagem de faveira, esta redução não foi suficiente para promover redução na disponibilidade energética, quantificada como EM, de acordo com

NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991), o que se justifica pelas maiores proporções molares de propionato em relação ao total de AGV quando da associação vagem de faveira:feno de capim-tifton 85, considerando-se as desvantagens de maiores perdas energéticas quando da produção de acetato e do seu baixo valor calórico, segundo ØRSKOV & RYLE (1990).

Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991), ao avaliar efeito de PEG-3350 na atenuação do efeito de TC de folhas de *Cercocarpus montanus* Raf. em relação aos AGV ruminal. A atenuação do efeito de TC resultou em maiores concentrações totais de AGV e propionato e menor concentração de acetato. Quanto à redução na concentração de propionato verificada no trabalho de NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991), esta não foi evidenciada neste trabalho, devido possivelmente à natureza das dietas contendo *Cercocarpus montanus* Raf. superiores a 70% de FDN, o que se verificou apenas na dieta feno de capim-tifton 85 exclusivo (79,34), devido à grande contribuição em carboidratos solúveis da vagem de faveira.

A partir da equação $M=0,5a - 0,25p + 0,5b$, onde a , b e c são moles de acetato, propionato e butirato, respectivamente, e M corresponde às perdas de metano (moles), sugerida por ØRSKOV & RYLE (1990), resultaram perdas médias de 27,7; 22,1; 17,1; 20,8 e 13,9 mMol de metano/litro de LR, para as dietas contendo 0, 25, 50, 75 e 100% de vagem de faveira, respectivamente (Tabela 4.7 e Figura 4.6). Considerando-se as dietas que apresentaram níveis de consumo equivalentes (0, 25, 50 e 75% de vagem de faveira), para o período de coleta estabelecido em até 7,5 h pós-ingestão, pode-se estimar uma redução na emissão de metano de 38,3% com a inclusão de 50% de vagem de faveira em relação à dieta exclusiva de feno da gramínea capim-tifton 85.

Tabela 4.7 – Médias para estimativas de produção de metano (mMol/L)*, a partir da fermentação no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Tempo (h)	Níveis de vagem de faveira (%)					Média
	0	25	50	75	100	
<i>Produção de metano (mMol/L)</i>						
0	24,27 ^{aA1}	20,13 ^{abA}	13,45 ^{bcA}	10,26 ^{cB}	10,09 ^{cA}	15,64
2,5	25,75 ^{aA}	24,89 ^{aA}	18,25 ^{abA}	22,16 ^{abA}	13,44 ^{bA}	20,90
5,0	29,30 ^{aA}	23,28 ^{abcA}	18,18 ^{bcA}	24,56 ^{abA}	15,05 ^{cA}	22,08
7,5	31,68 ^{aA}	20,28 ^{bcA}	18,33 ^{bcA}	26,41 ^{abA}	17,10 ^{cA}	22,76
Média	27,75	22,14	17,05	20,85	13,92	

*Estimada a partir da equação $M=0,5a - 0,25p + 0,5b$, com a , b e c moles de acetato, propionato e butirato, respectivamente, e M produção de metano, proposta por ØRSKOV & RYLE (1990).

¹Médias seguidas de letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey.

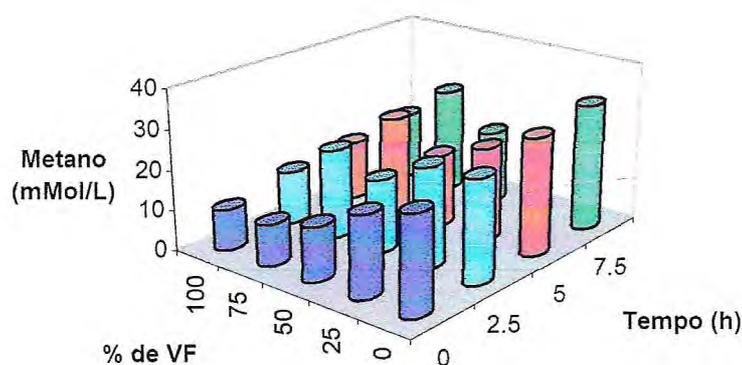


Figura 4.6 – Gráfico da estimativa de produção de metano (mMol/L), em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), segundo o tempo de coleta de líquido de rúmen após a primeira refeição (horas).

Apesar da estimativa de EM das dietas ter resultado em máximo quando da inclusão de 83% de vagem de faveira, a quantificação das perdas de metano, a partir do perfil de AGV no ambiente ruminal, indica necessidade de redução deste nível de inclusão, devendo-se considerar ainda a disponibilidade ruminal do nitrogênio das dietas, importante ao adequado balanço energia:proteína. Destaca-se ainda que nos tempos pós-ingestão, embora se tenha verificado tendência de redução da produção de metano, a maior produção de butirato quando da inclusão de 75% de vagem de faveira impediu este efeito, decorrente da maior produção de precursores metanogênicos quando da produção de acetato e butirato, de acordo com o estabelecido por ØRSKOV & RYLE (1990) para estequiometria da fermentação de hexoses aos três principais ácidos graxos voláteis de importância energética aos ruminantes.

Conclusões

A vagem de faveira, por seu elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos digestíveis, associado à baixa concentração de proteína digestível, consiste em alimento concentrado energético com grande potencial para suplementação de dietas para ruminantes.

Na suplementação de dietas com vagem de faveira deve-se considerar o efeito dos compostos tânicos sobre a digestibilidade da fração fibrosa e disponibilidade de proteína digestível.

Atenção especial deve ser dada aos limites preconizados para a presença de tanino em dietas de ruminantes, levando em consideração o mínimo de condições para perfeito funcionamento do rúmen, uma vez que a presença de tanino em dietas para manutenção, como é o caso da suplementação de ruminantes sob condições de pastejo durante a época seca nos trópicos, pode restringir a disponibilidade de nitrogênio amoniacal e aminoácidos aos microrganismos fibrolíticos, não trazendo as vantagens aludidas à proteção de proteína em animais de elevada produção.

A vagem de faveira, como fonte de carboidratos de rápida fermentação, permite a produção de ácido propiônico no ambiente ruminal e aumenta a eficiência do aproveitamento energético, por reduzir as perdas energéticas fermentativas na forma de metano.

Referências Bibliográficas

- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.75, n.1-2, p.1-12, 1999.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. England: Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ALVARENGA, M.C.V. *Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (Sorghum vulgare Pers) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 1993. 82p. (Dissertação, Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- ANDERSON, D.M.W.; PINTO, G.L. Gum polysaccharides from three *Parkia* species. *Phytochemistry*, v.24, n.1, p.77-79, 1985.
- ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.141-147.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington, Virginia: AOAC, 1990. 2v.
- BARAHONA, R.; LASCANO, C.E.; COCHRAN, R. et al. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. *Journal of Animal Science*, v.75, n.6, p.1633-1640, 1997.

- BARRY, T.N.; MANLEY, T.R. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. *British Journal of Nutrition*, v.51, p.493-504, 1984.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; McKINNON, J.J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, v.100, n.1-2, p.107-112, 2002.
- BLAXTER, K.L. *The Energy Metabolism of Ruminants*. London: Hutchinson & Company, 1962. 329p.
- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALCK, S.J. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage: II. Ruminal fermentation characteristics. *Journal of Animal Science*, v.80, n.11, p.2978-2988, 2002.
- CARVALHO, J.H.; AMORIM, G.C.; ALCOFORADO FILHO, F.G. Avaliação de algaroba (*Prosopis juliflora*), bordão de velho (*Pithecelobium cf. saman*), faveira (*Parkia platycephala*) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) em área semi-árida e de baixa fertilidade natural, em São João do Piauí, PI. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. *Anais...* Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 439p. p.161-177. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 11).
- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. *Composição química e digestibilidade in vitro de vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.)*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1982. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Pesquisa em andamento, 23).
- DECANDIA, M.; MOLLE, G.; SITZIA, M. et al. Responses to an antitannic supplementation by browsing goats. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 7., Tours, França, 2000. *Proceedings...* Tours, França: International Goat Association, 2000a. p.71-73.

- DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A. et al. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, v.38, n.2, p.157-164, 2000b.
- EUCLIDES, V.B.P.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S. et al. Influencia do nível de tanino sobre os coeficientes de Digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.6, n.2, p.262-272, 1977.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Quantification of Tannins in Tree Foliage: A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on 'Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniferous Tree Foliage'*. Viena: FAO/IAEA Working Document, 2000. 26p.
- GARRETT, W.N. Energy utilization of growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: MOUNT, L.E. (Ed.) *Energy Metabolism*. Cambridge: European Association for Animal Production Publication N°. 26, 1980. p.3-7.
- GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. et al. Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *in vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpinea bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.553-562, 2001.
- HALL, M.B. *Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual*. Flórida: University of Flórida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Bulletin N° 339. 2000. 76p.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1024-1031, 2002 (Suplemento).

- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação do feno de *Arachis pinto* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vivo*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2350-2356, 2002a.
- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002b.
- LAVEZZO, O.E.N.M.; RUSSO, H.G.; LAVEZZO, W. et al. Avaliação de silagens confeccionadas com híbridos de milho, plantados em densidades diferentes, através dos parâmetros de fermentação ruminal, em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Brasília, 1995. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. 752p., p.214-216.
- MACHADO, F.A.; ALVES, A.A.; MOURA, J.W.S. et al. Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.1, n.1, p. 39-43, 1999.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. *Tanino no Grão de Sorgo: Bases Fisiológicas e Métodos de Determinação*. EMBRAPA/CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 27).
- MAKKAR, H.P.S.; BOROWY, N.K.; BECKER, K. et al. Some problems in fiber determination of a tannin-rich forage (*Acacia saligna* leaves) and their implications in *in vivo* studies. *Animal Feed Science and Technology*, v.55, n.1-2, p.67-76, 1995.
- MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.67, n.9, p.805-807, 1997.
- MCLEOD, M.N. Plant tannins: their role in forage quality. *Nutrition Abstracts & Review*, v.44, n.11, p.803-815, 1974.

- MERTENS, D. Formulating dairy rations: using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *Proc. Informational Conference with Dairy and Forage Industries*. Wisconsin: US Dairy Forage Research Center, 1996. p.81-92.
- MÜHLBACH, P.R.F.; LÓPEZ, J.; LEBOUTE, E.M. Avaliação *in vitro* dos taninos de castanheira (*Castanea sativa* Mill.) e acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Willd.) como agentes de proteção da proteína do farelo de soja. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.11, n.4, p.746-763, 1982.
- NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A.; NASCIMENTO, H.T.S. et al. *FORAGEIRAS DA BACIA DO PARNAÍBA: USOS E COMPOSIÇÃO QUÍMICA*. Teresina: EMBRAPA-CPAMN/Recife: Associação Plantas do Nordeste, 1996. 86p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 19).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1975. 72p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 99p.
- NOZELLA, E.F. *Determinação de Taninos em Plantas com Potencial Forrageiro para Ruminantes*. Piracicaba: CENA/USP, 2001. 58p. (Dissertação, Mestre em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- NUÑEZ-HERNANDEZ, G.; WALLACE, J.D.; HOLECHEK, J.L. et al. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *Journal of Animal Science*, v.69, n.3, p.1167-1177, 1991.
- ØRSKOV, E.R.; RYLE, M. *Energy Nutrition in Ruminants*. New York: Elsevier Science, 1990. 149p.

- ORTOLANI, E. L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arquivos da Escola de Veterinária da UFMG*, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- PETERS, J.P.; PAULISSEN, J.B.; ROBINSON, J.A. The effects of diet on water flux and volatile fatty acid concentrations in the rumen of growing beef steers fed once daily. *Journal of Animal Science*, v.68, n.6, p.1711-1718, 1990.
- PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, v.25, n.1, p.223-230, 1986.
- RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H.; LEAL, J.A. Adição de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) a volumosos na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. *Resumos...* Recife: IPA, 1983. p.1.
- RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H.; LEAL, J.A. *Aproveitamento das vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.) como suplemento à silagem de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na alimentação de bovinos*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina. 1985. 9p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Boletim de Pesquisa, 7).
- ROGÉRIO, M.C.P. *Consumo, Digestibilidade Aparente e Balanço de Nitrogênio de Dietas Contendo Feno de Tifton 85 (Cynodon spp) e Níveis Crescentes de Caroço de Algodão (Gossypium hirsutum) em Ovinos*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 2001. 59p. (Dissertação, Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- SALAWU, M.B.; ACAMOVIC, T.; STEWART, C.S. et al. The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology*, v.82, n.3-4, p.243-259, 1999.

- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. *Método Alternativo para a Determinação de Fibra em Detergente Neutro e Detergente Ácido*. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 1999. 21p. (EMBRAPA Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 4).
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VARGAS, L.H., LANA, R.P., MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin®, Óleo de Soja e Níveis de Concentrado sobre o Consumo e os Parâmetros Fermentativos Ruminais em Bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.
- WATERS, C.J.; KITCHERSIDE, M.A.; WEBSTER, A.J.F. Problems associated with estimating the digestibility of undegraded dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*. v.39, n.3-4, p.279-291, 1992.

- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.1-2, p.95-110, 1992.
- WEST, J.W.; HILL, G.M.; UTLEY, P.R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.590-599, 1993.
- WOODWARD, A.; REED, J.D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *Journal of Animal Science*, v.75, n.4, p.1130-1139, 1997.

5 METABOLISMO DE COMPOSTOS NITROGENADOS EM OVINOS ALIMENTADOS COM DIETAS CONTENDO VAGENS DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.)

RESUMO

ALVES, A. A. **Metabolismo de Compostos Nitrogenados em Ovinos Alimentados com Dietas Contendo Vagens de Faveira (*Parkia platycephala* Benth.).** Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Tese, Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

Este trabalho foi realizado objetivando atender a necessidade de dados de valor nutritivo da vagem de faveira (*P. platycephala* Benth.) (VF), com destaque para o metabolismo de compostos nitrogenados em animais ruminantes, em relação aos compostos polifenólicos. O experimento foi conduzido no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia da UFC, em Fortaleza, CE. Foram utilizados 19 ovinos machos adultos mestiços da raça Santa Inês, castrados e mantidos em gaiolas de metabolismo. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos, representados pelos níveis de vagem de faveira: 0; 25; 50; 75 e 100%, em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.), com base na MS, e quatro repetições, exceto para a dieta 100% vagem de faveira, com três repetições. Foram quantificados os teores de nitrogênio ingerido (N_i), fecal (N_f) e urinário (N_u) e suas relações, a digestibilidade da proteína bruta (DPB) e o balanço de nitrogênio (BN). Ao final do ensaio de metabolismo, foram determinados os parâmetros ruminais pH e N-NH₃ e a concentração de uréia no soro sanguíneo, mediante o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas, sendo as parcelas=níveis de vagens de faveira: 0; 25; 50; 75 e 100%, em substituição ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.); e as subparcelas=quatro tempos de coleta de líquido de rúmen (LR) ou de sangue: 0; 2,5; 5 e 7,5 h, pós-ingestão, com três repetições. Houve efeito crescente ($P<0,01$) da inclusão de vagem de faveira na relação N_f/N_i , com excreção de 0,28% do N_i como N_f por unidade percentual de inclusão de vagem de faveira, enquanto a relação N_u/N_i apresentou efeito quadrático ($P<0,01$) com a inclusão de vagem de faveira, regredindo até o nível de vagem de faveira 51,3%, com 12,1 g N_u /100 g N_i . A maior retenção de N (% do N ingerido) foi verificada para o nível de vagem de faveira 36,4%, indicativo de melhor eficiência de utilização de compostos nitrogenados e menor impacto destes sobre o ambiente. O pH ruminal e as concentrações de N-NH₃ no LR e de uréia no soro sanguíneo sofreram efeito ($P<0,01$) das dietas experimentais, dos tempos de coleta e da interação nível de vagem de faveira x tempo de coleta. As dosagens de N-NH₃ no LR e de uréia no soro sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o *status* nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta como reflexo da presença de compostos polifenólicos, podendo ser adotada em sistemas de produção onde vegetais portadores destes fatores antinutricionais integrem a composição florística.

Palavras-chave: balanço de nitrogênio, compostos polifenólicos, vagens de leguminosas, valor nutritivo, taninos.

ABSTRACT

ALVES, A. A. **Nitrogenous Compounds Metabolism in Sheep Fed Diets with Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) Pods.** Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Thesis, Animal Production Doctor) – Universidade Federal do Ceará.

The evaluation of nutritive value of native forages is fundamental for maintenance of tropical production systems, with prominence for the fodder potential of the *P. platycephala* pods, however, is necessary nutritive value data compatibles with its utilization, with eminence for the nitrogen compounds metabolism in ruminants related to polyphenolics compounds of this specie. In this intention, this work had as objective to evaluate nitrogenous compounds metabolism in sheep fed diets with *P. platycephala* pods. The experiment was carried in the Digestibility Unit of the Animal Production Department of the Universidade Federal do Ceará, in Fortaleza, Ceará State, Brazil. Nineteen Santa Inês crossbreed sheep, males, adults, castrated were maintained in metabolism cages. The experimental design used was randomized block with five treatments (levels of *P. platycephala* pods: 0; 25; 50; 75 and 100%, substituting *Cynodon* spp. hay), and four replications, except to diet 100% *P. platycephala* pods, with three replications. *P. platycephala* pods, after natural maturation, was collected in the Piauí State, Brazil, in 41°42'33" W longitude and 3°55'41" S latitude. Ingested (M_i), fecal (M_f) and urinary (M_u) nitrogen was quantified, and its relations, crude protein digestibility (CPD) and nitrogen balance (NB) were quantified. In the end of metabolism experiment, ruminal parameters (pH and N-NH₃) and blood serum urea nitrogen concentration was quantified, through randomized block experimental design, in split plot scheme (plot = levels of *P. platycephala* pods: 0; 25; 50; 75 and 100%, substituting *Cynodon* spp. hay); and subplot = four collection times of ruminal liquid or blood: 0; 2.5; 5 and 7.5 h), with three replications. Linear crescent effect ($P < .01$) of the inclusion of *P. platycephala* pods in the M_f/M_i ratio was verified, with .28% of the M_i excreted as M_f for percent unit of *P. platycephala* pods inclusion, whereas M_u/M_i ratio presented quadratic effect ($P < .01$) with inclusion of *P. platycephala* pods, decreasing until 51.3% of *P. platycephala* pods, with 12.2 g $M_u/100gM_i$. Nitrogen retention (% M_i) was maxim with 36.4% *P. platycephala* pods, indicate better efficiency of nitrogenous compounds utilization and smaller impact in the environment. pH ruminal and the N-NH₃ in the ruminal liquid and blood serum urea nitrogen concentrations was affected ($P < .01$) for experimental diets, collect times and *P. platycephala* pods x collect times. N-NH₃ in the ruminal liquid and blood serum urea were efficient in reflect the sheep nutritional status in relation nitrogen availability as reflex of polyphenolics compounds, it may be adopted in production systems in which vegetables carrier of these plant secondary metabolites integrate the floristic composition.

Key words: leguminous pods, nitrogen balance, nutritive value, polyphenolics compounds, tannin.

Introdução

As duas principais estratégias empregadas pelas plantas para sobrevivência são relativas ao valor nutritivo, como estocagem de nutrientes e defesa contra agentes externos, sendo os taninos os principais metabólitos de defesa (VAN SOEST, 1994). WOODWARD & REED (1997) destacam possíveis efeitos dos taninos sobre a utilização de nitrogênio, como a formação de complexos tanino-proteína, protegendo a proteína da degradação ruminal, mas não da digestão gástrica, devido à estabilidade dependente de pH; os taninos podem ser inativados por se ligar à proteína microbiana ou por mucinas salivares e proteínas ricas em prolina; ou ainda, o complexo tanino-proteína pode não se dissociar no abomaso, incrementando o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) fecal.

Segundo ØRSKOV (1988), são considerados dois tipos de complexos tanino-proteína, uma reação hidrolítica, reversível sob condições ácidas do abomaso, e uma reação de condensação, de caráter irreversível. Assim, o emprego do tanino como forma deliberada de proteção de proteínas tem sido objeto de muito pouco interesse comercial, não estando claro se os taninos presentes nos vegetais sob forma natural apresentam algum efeito sobre a digestibilidade das proteínas no intestino delgado.

A inativação de tanino pelos produtos endógenos pode afetar a partição de N , com incremento do N fecal, devido a complexos tanino-proteína, e menor N urinário e plasmático, devido a aumento na reciclagem ou produção de proteínas ou mucinas, resultando em maior N metabólico fecal, enquanto, a não dissociação abomasal do complexo tanino-proteína pode afetar o metabolismo do N semelhante às dietas deficitárias em proteína, resultando em depressão da fermentação ruminal, baixo teor de uréia plasmática, baixa retenção de N e elevada excreção fecal de N (WOODWARD & REED, 1997).

Tradicionalmente, a qualidade da proteína das dietas de ruminantes tem sido avaliada como proteína digestível e menos freqüentemente por seu balanço de nitrogênio. A proteína digestível considera apenas o balanço entre o consumo de proteína da dieta e a excreção fecal, enquanto o balanço de nitrogênio reflete as perdas urinárias (VAN SOEST, 1994).

A determinação do balanço de nitrogênio, ou seja, o nitrogênio consumido menos o nitrogênio fecal e urinário, sob condições controladas, fornece uma quantificação do metabolismo protéico e demonstra especificamente se o organismo está ganhando ou perdendo proteína (LADEIRA et al., 2002).

Plantas forrageiras com quantidades moderadas de tanino condensado ou proantocianidinas (2 a 4% na MS) podem exercer efeito benéfico sobre o metabolismo protéico em ovinos, reduzindo a degradação da proteína da dieta a amônia pelos microrganismos do rúmen, com aumento da passagem ao intestino, propiciando maior absorção de aminoácidos no intestino delgado. No entanto, elevadas concentrações de proantocianidinas na dieta (6 a 12% da MS) deprimem o consumo de alimento, a eficiência digestiva e a produtividade animal (AERTS et al., 1999).

Segundo WATERS et al. (1992), teores elevados de tanino dos alimentos ligam-se à proteína no trato gastrintestinal, levando-a a ser quantificada nas fezes como nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA). Ao fornecer dietas com alto teor de tanino a ovinos, estes autores obtiveram elevado valor negativo médio para digestibilidade aparente do NIDA (-89%), enquanto, para dietas compostas por alimentos convencionais, o valor médio para digestibilidade do NIDA foi de apenas 2%.

Pesquisas devem ser conduzidas para o conhecimento de certos aspectos de permutas entre ambiente ruminal e sangue, associados às funções metabólicas na presença de tanino (ZIMMER & CORDESSE, 1996).

A proteína dietética hidrolisada no rúmen resulta em peptídeos e aminoácidos, que ao sofrerem desaminação liberam N-NH₃, assim como ocorre

com a uréia endógena e dietética (VAN SOEST, 1994). Estes aminoácidos podem ser utilizados para a síntese de proteína microbiana, contudo grande parte dos microrganismos utiliza a amônia ruminal para a síntese de seus aminoácidos, o que leva a concentração de amônia ruminal ($N-NH_3$) a ter um papel fundamental na maximização da eficiência microbiana (ZEOULA et al., 2002).

A amônia é o principal produto final da degradação da proteína no rúmen. Parte dessa amônia pode ser absorvida através do epitélio ruminal e removida pelo fígado, via circulação sangüínea, onde será convertida em uréia e secretada posteriormente, em maior parte, pelas vias renais. Esta talvez seja a razão da maior perda urinária de *N* por animais alimentados com rações contendo mais baixos teores de tanino (EUCLIDES et al., 1977). Assim, MÜHLBACH et al. (1982) e NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991) incluem a quantificação de nitrogênio amoniacal produzida por substratos incubados como critério para avaliação do grau de ação de agentes protetores da proteína sobre sua degradação bacteriana no rúmen.

Apesar dos valores isolados de uréia sangüínea serem considerados insuficientes para uma avaliação segura da dieta, a possibilidade de um resultado que indique alta concentração de uréia circulante pode retratar tanto excesso de proteína como déficit de energia na dieta, sendo ainda influenciada pela excreção de água por via urinária. As dosagens sangüíneas de uréia são influenciadas marcadamente pelo horário de coleta relativamente à alimentação, o que dificulta as interpretações dos resultados (SOCORRO et al., 2001).

Teores elevados de uréia nos líquidos corporais dos ruminantes contribuem para o aumento da contaminação ambiental (TAMMINGA, 1992), uma vez que mais que 90% da uréia endógena é excretada através da urina (BAKER et al., 1992). Assim, esforços têm sido empreendidos no sentido de se caracterizar o perfil de uréia nos ruminantes da forma mais prática possível, destacando-se a importância de dosagens plasmáticas (NUÑEZ-HERNANDEZ et al., 1991; VALADARES et al., 1997; PAMBU-GOLLAH et al., 2000 e NRC, 2001), concentrações urinárias (KAUFFMAN & ST-PIERRE, 2001), concentrações no leite

(DECANDIA et al., 2000ab; KAUFFMAN & ST-PIERRE, 2001 e NRC, 2001) e no muco vaginal (SOCORRO et al., 2001).

Segundo VALADARES et al. (1997), provavelmente as concentrações plasmáticas de uréia de 29 a 33 mg/dL representem o limite a partir do qual ocorrem perdas de proteína em novilhos alimentados com ração contendo 45% de concentrado e em média 62,5% de NDT, enquanto KENNEDY & MILLIGAN (1980) estabelecem o limite de 24 mg N-NH₃/dL de líquido ruminal, acima do qual se previne transferência de uréia do plasma ao rúmen.

Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito da inclusão de vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em dietas para ovinos sobre o metabolismo dos compostos nitrogenados.

Material e Métodos

Esta pesquisa foi conduzida no Setor de Digestibilidade do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (DZ/CCA/UFC), em Fortaleza, CE. Realizou-se ensaio de metabolismo para avaliação da utilização do nitrogênio da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) associada ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) nas proporções 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 e 100:0, com base na MS, correspondentes aos tratamentos experimentais (dietas).

Foram utilizados 20 (vinte) ovinos adultos, machos, castrados, caudectomizados, em bom estado sanitário e nutricional e mantidos em gaiolas de metabolismo, que recebiam além das dietas experimentais, água e mistura mineral *ad libitum*. No entanto, com a perda de um animal (parcela), ANEXO A, no tratamento 100:0 foram utilizados três ovinos (repetições) e nos demais quatro, segundo o modelo matemático de blocos ao acaso:

$$Y_{ijk} = \mu + D_i + B_j + \varepsilon_{ijk}$$

Onde:

Y_{ijk} = valor observado das variáveis estudadas, relativo à dieta i em cada repetição (bloco) j ;

μ = média geral do parâmetro;

D_i = efeito da dieta i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2, 3$ e 4 ;

ε_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

As vagens de faveira foram coletadas no Estado do Piauí, em latitude $3^{\circ}55'41''$ S e longitude $41^{\circ}42'33''$ W, após maturação natural, enquanto o capim-tifton 85, foi colhido para fenação aos 45 dias da rebrota, tendo sido incluídos nos tratamentos após trituração a partículas de 2 cm, estando os dados de composição químico-bromatológica apresentados na Tabela 5.1.

Os animais foram pesados em jejum para distribuição nos blocos, e ao primeiro e último dia da fase experimental para conhecimento dos pesos vivos inicial, final e médio, servindo o peso como base para expressão do consumo de proteína bruta. Adotou-se o método de coleta total, sendo os ovinos arreados com sacolas de napa para coleta de fezes, as quais foram esvaziadas imediatamente após o fornecimento das refeições da manhã e da tarde (DEVENDRA, 1975 e LASCANO et al., 1992).

A fase de coleta teve duração de sete dias, sendo precedida por um período de adaptação de 14 dias, subdividido em duas etapas. Os primeiros sete dias para adaptação dos animais às condições experimentais, que envolvem as gaiolas, equipamentos e manejo, e os sete dias seguintes para ajustes de consumo das dietas experimentais. Durante o experimento, os ovinos receberam as dietas experimentais como alimento exclusivo, fornecido em duas refeições, às 8 e 16 h, correspondendo ao consumo do dia anterior acrescido de 15%.

Tabela 5.1 – Composição químico-bromatológica das dietas experimentais segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Parâmetros	Níveis de vagem de faveira (%)				
	0	25	50	75	100
Matéria seca (%)	89,13	85,83	82,76	79,91	77,25
% na MS					
Matéria mineral	7,97	6,64	5,29	3,97	2,63
Proteína bruta	9,14	9,65	10,16	10,67	11,18
Extrato etéreo	1,49	1,43	1,36	1,31	1,25
FDN	79,34	64,43	49,52	34,60	19,70
FDA	41,68	34,53	27,39	20,25	13,10
LAD	5,61	5,58	5,56	5,53	5,50
NIDN	0,82	0,72	0,64	0,55	0,45
NIDA	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
CNF	7,13	22,38	37,64	52,88	68,12
Taninos totais ¹	0,21	2,86	5,50	8,15	10,79
Taninos condensados ²	0,02	0,47	0,92	1,36	1,81
NDT	59,83	62,23	63,10	64,88	72,51

¹Equivalente ácido tânico;

²Equivalente leucocianidina.

Durante a fase de coleta, a intervalos de 24 horas, foram registrados os pesos do alimento fornecido, sobras, fezes e volume de urina. As coletas de fezes e urina tiveram início 48 horas após o início do período de coleta de alimento fornecido e sobras e continuaram por 48 horas após o mesmo, obtendo-se amostras diárias do alimento fornecido e sobras (15% do total), e das fezes (20% do total) e urina (10% do total), que foram conservadas em *freezer* (-5 a -10°C), e posteriormente descongeladas e homogeneizadas por animal, constituindo amostras compostas, o que também foi procedido às amostras não congeladas. Em seguida, foram pré-secadas em estufa com circulação forçada de ar a 52°C e trituradas em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, com peneira de malha 1,0 mm de diâmetro, obtendo-se subamostras de 300 g.

A intervalos de 24 horas, a urina excretada por cada animal foi coletada em baldes plásticos contendo 20 mL de solução de HCl (1:1), para evitar volatilização de amônia.

Imediatamente ao chegar ao laboratório, as amostras de vagens foram submetidas aos procedimentos para pré-secagem em estufa com circulação forçada de ar, segundo SILVA & QUEIROZ (2002), à temperatura de 52°C, até atingirem teor de matéria seca superior a 90%, quando então foram trituradas em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, com peneira de malha 1,0 mm de diâmetro (ANDRADE, 1994). Todo o material moído, incluindo as partes remanescentes no interior do moinho, foi homogeneizado, tendo sido obtida uma subamostra com cerca de 100g para determinação dos teores de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados. A subamostra foi moída em moinho tipo *Wiley*, mod. TE-650, utilizando-se peneira de malha 0,25 mm (FAO, 2000 e NOZELLA, 2001). As amostras foram acondicionadas em vidros âmbar, fechados com tampas de polietileno e estocadas em local fresco e seco, para as análises químico-bromatológicas subseqüentes.

Procedeu-se análises da MS (método n°. 930.15), servindo este parâmetro como base para expressão dos demais componentes químicos, matéria mineral (cinza) (método n°. 942.05), PB (método n°. 984.13), EE

(método n°. 920.39), FDA e LAD (método n°. 973.18), usando os procedimentos padrões da AOAC (1990), e da FDN de acordo com VAN SOEST et al. (1991). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por diferença, segundo HALL (2000), sendo:

$$\text{CNF (\%)} = 100 - [\text{PB\%} + (\text{FDN\%} - \text{PB na FDN\%}) + \text{EE\%} + \text{cinza\%}]$$

As estimativas de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), foram obtidas a partir da fórmula de WEISS et al. (1992), sendo:

$$\text{NDT (\%)} = \text{PBD\%} + \text{FDND\%} + \text{CNFD\%} + (\text{EED\%} \times 2,25)$$

A partir dos resíduos insolúveis em detergente ácido, determinado pelo método n°. 973.18 (AOAC, 1990), e em detergente neutro, pelo método de VAN SOEST et al. (1991), descritos e simplificados por SOUZA et al. (1999), sem uso de sulfito de sódio e corrigidos para cinza residual, determinou-se os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN) pelo processo semimicro kjeldahl (método n°. 984.13; AOAC, 1990).

Para avaliação da utilização do nitrogênio, foram quantificados *N* ingerido, *N* fecal e *N* urinário e, a partir destes, estabelecidas as relações entre *N* urinário/*N* ingerido, *N* fecal/*N* ingerido e *N* urinário/*N* fecal. A determinação do teor de *N* nas amostras e estimativa do conteúdo de proteína bruta ($\text{PB} = \text{N} \times 6,25$), seguiu o processo semimicro kjeldahl (método n°. 984.13; AOAC, 1990).

A retenção de nitrogênio, expressa em g/dia, foi calculada a partir da equação apresentada por DECANDIA et al. (2000b), sendo:

$$N_{\text{retido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}})$$

O cálculo da percentagem do nitrogênio ingerido aparentemente retido (*BM*) foi estimado a partir da equação proposta por LASCANO et al. (1992):

$$BN (\%) = \frac{N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}})}{N_{\text{ingerido}}} \times 100$$

A extração dos compostos fenólicos seguiu a metodologia recomendada pela FAO (2000), utilizando-se acetona aquosa (70:30; v/v) como solvente, e os conteúdos de fenóis totais e taninos totais foram analisados pelo método Folin Ciocalteu e o de taninos condensados pelo método de PORTER et al. (1986), recomendados pela FAO (2000) e descritos por NOZELLA (2001).

As coletas de líquido ruminal (LR), para medição do pH e determinação da concentração de N-NH₃, e as de sangue, para quantificação do teor de uréia no soro sangüíneo, foram realizadas em três dos quatro animais de cada tratamento do experimento de metabolismo. Após o consumo da segunda refeição do vigésimo primeiro dia do experimento, os animais continuaram com acesso à água e mistura mineral *ad libitum* e, antes da primeira refeição do dia seguinte (8 horas), foram iniciadas as coletas das amostras, representativo do primeiro tempo de coleta (tempo 0 h), sendo imediatamente fornecida a primeira refeição correspondente à dieta do período experimental. Em seguida, foram coletadas amostras às 2,5; 5 e 7,5 h após a primeira coleta, mantendo-se a mesma seqüência de coleta e fornecimento dos alimentos para todos os animais, segundo o tempo, como adotado por VARGAS et al. (2001).

A avaliação dos parâmetros ruminais e sangüíneos seguiu o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas (parcelas = cinco níveis de vagens de faveira; subparcelas = quatro tempos de coleta de LR ou de sangue), com três blocos (ovinos), segundo o modelo matemático:

$$Y_{ijkl} = \mu + D_i + B_j + DB_{ij} + T_k + DT_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado das variáveis estudadas, relativo ao tempo de incubação k na dieta i em cada repetição (bloco) j ;

μ = *média geral do parâmetro*;

D_i = efeito da dieta i , sendo $i = 1, 2, 3, 4$ e 5 ;

B_j = efeito do bloco j , sendo $j = 1, 2$ e 3 ;

DB_{ij} = efeito da interação dieta i x bloco j (erro a);

T_k = efeito do tempo de coleta de LR ou de sangue k , sendo $k = 0; 2,5; 5$ e $7,5$ horas;

DT_{ik} = efeito da interação dieta i x tempo de coleta k ;

ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação (erro b).

A coleta de LR foi procedida com uso de sonda esofagiana adaptada a uma bomba de vácuo, e os procedimentos realizados segundo ORTOLANI (1981), coletando-se 100 mL do LR para as análises.

As determinações do pH do LR foram procedidas utilizando-se potenciômetro digital (pHmetro SCHOTT Handylab1), imediatamente após a coleta (SILVA & QUEIROZ, 2002).

Após filtração do LR em quatro camadas de gaze, foram tomadas alíquotas de 40 mL, acondicionadas em potes plásticos vedados com tampa, fixadas com 1mL de HCl (1:1) e mantidas em freezer sob temperatura de -5 a -10°C .

O conteúdo de N-NH_3 no LR foi determinado pelo método de FENNER (1965), modificado por VIEIRA (1980). Quando das análises, as amostras foram degeladas e transferiu-se aproximadamente 5,0 mL para tubos de centrífuga (Sigma Laboratory Centrifuges 4k15) com capacidade para 10,0 mL, em duplicata, sendo em seguida centrifugados a 3.000 rpm a 10°C durante 15

minutos. Do sobrenadante, foram pipetados 2,0 mL de cada amostra e destilados em aparelho micro-kjeldahl, com 5,0 mL de KOH 2N. O destilado foi recebido em 10,0 mL de ácido bórico a 2% até volume total de 50,0 mL. O destilado foi titulado com HCl 0,005 N; $f=0,9677$, e a quantidade de N-NH₃ presente na amostra expressa em mg/dL.

As coletas de amostras de sangue, para determinação das concentrações de uréia, foram procedidas por punção de 2,0 mL de sangue a partir da veia jugular, em vacutainer. As amostras foram mantidas sob condição ambiente, até sorar, sendo o soro transferido para tubos de ensaio com tampa, centrifugados a 3000 rpm a 10°C por 15 minutos e mantidos em freezer sob temperatura de -5 a -10°C.

A determinação das concentrações de uréia no soro sangüíneo dos ovinos foi procedida por teste enzimático colorimétrico para diagnóstico *in vitro*, onde a uréia é hidrolisada a íons amônio (NH₃) e CO₂ pela urease. Em pH alcalino e na presença de salicilato e hipoclorito de sódio, os íons amônio reagem dando origem a um composto esverdeado cuja intensidade de cor é proporcional à concentração de uréia na amostra e estável por 60 minutos. As absorvâncias da amostra e do padrão foram lidas a 600 nm em aparelho fotocolorímetro (METRONIC Fotocolorímetro M3), acertando-se o zero com o branco, como recomendado pela QUIBASA (2001). A concentração de uréia (mg/dL) foi calculada pela fórmula:

$$\text{Uréia (mg/dL)} = \frac{\text{Absorbância da amostra}}{\text{Absorbância do padrão}} \times 70$$

Para análise estatística foi utilizando o procedimento *Generalized Linear Model* (PROC GLM) do logiciário estatístico SAS (2000) e realizadas estatísticas descritivas básicas para média, desvio padrão e coeficiente de variação, segundo o procedimento para médias (PROC MEANS), e adotada a diferença mínima

significativa (dms) para teste de médias, ao nível de probabilidade 5%, segundo metodologia apresentada por SAMPAIO (2002).

Foram obtidas equações de regressão pelo método dos polinômios ortogonais, utilizando-se o PROC REG do logiciário estatístico SAS (2000), para expressão do efeito dos níveis de inclusão de vagem de faveira e dos teores de tanino sobre a ingestão, excreção e retenção de *N* e parâmetros de metabolismo ruminal (pH e $N-NH_3$) e sanguíneo (uréia no soro sanguíneo) e foram correlacionados os parâmetros do metabolismo dos compostos nitrogenados, utilizando-se o coeficiente de correlação de Pearson, calculado pelo procedimento PROC CORR do logiciário estatístico SAS (2000).

Resultados e Discussão

A retenção de *N* foi positiva para as dietas contendo feno de capim-tifton 85, com média $3,62 \pm 1,52$ g*N* retido/dia, correspondente a $22,89 \pm 5,89\%$ do *N* ingerido. A dieta vagem de faveira exclusiva apresentou retenção de *N* negativa ($-0,66$ g/dia), correspondendo a $-9,57\%$ do *N* ingerido.

A dieta composta por vagem de faveira exclusiva, com 10,79% de taninos totais (TT) e 1,81% de taninos condensados (TC), resultou em BN negativo, com destaque para o baixo consumo voluntário de MS ($43,92 \pm 10,81$ g/UTM), e conseqüentemente de N ($0,79 \pm 0,20$ g/UTM), e elevada excreção de *N* urinário ($42,97 \pm 17,63\%$ do *N* ingerido). NUÑEZ-HERNANDEZ et al. (1991) constataram melhoria no balanço de *N* em dietas para caprinos e ovinos contendo até 5,6% de TC de *Cercocarpus montanus* Raf., no entanto, BARAHOMA et al. (1997), baseados no diferente grau de adstringência, restringem a generalização de resultados entre espécies leguminosas tropicais.

A inclusão de vagem de faveira resultou em efeito quadrático sobre a excreção de *N* fecal ($P < 0,01$), com acréscimo até o nível de vagem de faveira 51,7%, quando o *N* fecal representou 57,7% do *N* ingerido, enquanto a excreção

de N urinário reduziu de forma quadrática ($P < 0,01$) até o nível 70,4% de vagem de faveira, quando representou 15,8% do N ingerido. Destaca-se que do nível de inclusão de vagem de faveira 70,4 a 100%, a relação N urinário/ N ingerido aumentou em 230%, com grande efeito sobre a retenção de N (Tabela 5.2). Verificou-se correlação negativa ($P < 0,05$) e baixa entre N fecal e N urinário ($r = -0,5651$) e positiva e elevada ($P < 0,01$) de N fecal com N total ingerido ($r = 0,7944$) e N total excretado ($r = 0,7538$) (Tabela 5.3).

Houve efeito linear crescente ($P < 0,01$) da inclusão de vagem de faveira na relação N fecal/ N ingerido, com excreção de 0,28% do N ingerido como N fecal por unidade percentual de inclusão de vagem de faveira, enquanto a relação N urinário/ N ingerido apresentou relação quadrática ($P < 0,01$), regredindo até o nível de vagem de faveira 51,3%, com 12,1 g N urinário/100 g N ingerido. Diferenças nas vias de excreção de N , com conseqüente aumento da excreção de N fecal com o aumento da concentração de proantocianidinas, podem aumentar a produtividade animal quando estes compostos se apresentarem em níveis intermediários na dieta (WOODWARD & REED, 1997).

A inclusão de vagem de faveira influenciou de forma quadrática a ingestão ($P < 0,01$) e excreção ($P < 0,05$) de N , com máximo e mínimo para os níveis de inclusão 41,0% e 41,5%, respectivamente, embora as exigências de PB para os animais dos blocos mais leve ($24,30 \pm 1,53$ kgPV) e pesado ($32,59 \pm 3,36$ kgPV), de 43,9 e 56,2 g/dia, respectivamente, preconizadas pelo NRC (1985a), tenham sido atendidas para todos os níveis de inclusão de vagem de faveira.

A partir das equações de regressão ajustadas (Tabela 5.2), verificou-se que os máximos de ingestão, excreção e retenção de N (% do N ingerido) foram verificados para os níveis de vagem de faveira 41,0; 41,5 e 36,4%, respectivamente, demonstrando, nas condições deste experimento, serem estas concentrações referenciais para maior eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e menor impacto sobre o ambiente. A resposta quadrática à inclusão de vagem de faveira coaduna com resultado obtido por WOODWARD & REED (1997) para *Acacia brevispica* Harms.

Tabela 5.2 – Médias e regressões ajustadas dos parâmetros de balanço de nitrogênio $N_{\text{ingerido}} (N_i)$, $N_{\text{fecal}} (N_f)$ e $N_{\text{urinário}} (N_u)$; relações N_f/N_i , N_u/N_i e N_f/N_u ; e balanço de nitrogênio (BN) como % do N_i das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF)

Parâmetros	Níveis de vagem de faveira (%)					Equação de regressão	R ² (%)
	0	25	50	75	100		
$N_{\text{ingerido}} (N_i, \text{g/dia})$	13,63	15,63	17,78	14,45	8,62	$\hat{Y}=11,3141+0,2049\text{VF}-0,0025\text{VF}^2$	0,7067
$N_{\text{excretado}} (\text{g/dia})$							
Fecal (N_f)	5,61	7,68	9,96	9,56	5,75	$\hat{Y}=4,3936+0,1758\text{VF}-0,0017\text{VF}^2$	0,6845
Urinário (N_u)	5,32	3,90	2,88	2,10	3,53	$\hat{Y}=4,6544-0,0845\text{VF}+0,0006\text{VF}^2$	0,8505
Total	10,93	11,58	12,84	11,66	9,28	$\hat{Y}=9,0479+0,0913\text{VF}-0,0011\text{VF}^2$	0,6501
Relação N_f/N_i (%)	41,23	49,34	56,18	66,01	66,65	$\hat{Y}=43,3204+0,2788\text{VF}$	0,9226
Relação N_u/N_i (%)	39,68	24,70	16,71	14,61	42,97	$\hat{Y}=38,9257-1,0466\text{VF}+0,0102\text{VF}^2$	0,7258
Relação N_f/N_u (g/g)	1,06	2,11	3,54	4,60	1,71	$\hat{Y}=1,0230+0,1055\text{VF}-0,0009\text{VF}^2$	0,6685
Retenção de N (g/dia)	2,70	4,04	4,94	2,79	-0,66	$\hat{Y}=2,2662+0,1136\text{VF}-0,0015\text{VF}^2$	0,7161
% do N_{ingerido} (BN)	19,09	25,96	27,11	19,38	-9,57	$\hat{Y}=19,5254+0,6481\text{VF}-0,0089\text{VF}^2$	0,7636

O teor de TC das dietas correlacionou-se inversamente ($P < 0,01$) com a excreção urinária de N ($r = -0,6330$), sem efeito sobre a excreção fecal de N ($P > 0,05$), sendo $\hat{Y}_{N_{\text{urinario}}} = 4,7495 - 4,7955TC + 1,8851TC^2$, $R^2 = 0,8505$ ($P < 0,01$), do que resulta redução na excreção urinária de N até a proporção 1,3% de TC, o que está de acordo com EUCLIDES et al. (1977). No entanto, no tratamento vagem de faveira exclusiva, com 10,79% TT e 1,81% TC (Tabela 5.1), verificou-se balanço negativo de N , cujo reflexo no aumento de N urinário decorrente de maiores perdas endógenas só se verificou após maior nível de mobilização de tecido corporal. Naturalmente, os ruminantes não dispõem de reservas protéicas análogas às reservas lipídicas, mobilizando aminoácidos provavelmente do *pool* de pequenos compostos nitrogenados no sangue, que inclui aminoácidos e uréia, visando manutenção das funções homeostáticas vitais, como gliconeogênese, que depende de aminoácidos glicogênicos (VAN SOEST, 1994).

Houve efeito linear decrescente ($P < 0,01$) da inclusão de vagem de faveira sobre a DPB ($\hat{Y}_{DPB} = 56,7629 - 0,2801VF$, $R^2 = 0,9233$), bem como das percentagens de TT e TC na dieta, com regressões $\hat{Y}_{DPB} = 57,3189 - 2,6476TT$, $R^2 = 0,9233$ e $\hat{Y}_{DPB} = 57,0759 - 15,6488TC$, $R^2 = 0,9233$, respectivamente, indicando que para cada incremento de 1% na concentração de TC houve decréscimo de 15,6% na DPB. A DPB sofreu efeito negativo ($P < 0,01$) do consumo de TT e TC (g/UTM), com coeficientes de correlação $r = -0,9143$ e $r = -0,9079$, respectivamente. Estes resultados estão de acordo com EUCLIDES et al. (1977), que os TT do grão de sorgo resultam em redução de 20,5% na DPB para cada 1% de tanino no grão de sorgo, com menor desaminação da proteína no rúmen, sendo os TT desta gramínea preponderantemente representados por TC; com WEST et al. (1993), que o teor de tanino da película de amendoim compromete negativamente a DPB; e com DECANDIA et al. (2000ab), que o consumo de TC afeta negativamente a DPB.

Embora seja reconhecida a importância do tanino como agente protetor da proteína na nutrição de ruminantes, o limitado nível de ingestão de proteína

para manutenção, associado à baixa digestibilidade deste constituinte, pode ser comprometido pela presença de tanino em níveis aquém dos preconizados por AERTS et al. (1999) como vantajosos para ruminantes, de 2 a 4%. Segundo MÜHLBACH et al. (1982), a proteção de tanino à desaminação microbiana da proteína e sua posterior limitada reversão e digestão com pepsina-pancreatina poderá significar menor disponibilidade da proteína protegida para a absorção intestinal, anulando de modo quantitativo as vantagens da proteção, com efeitos diferenciados segundo a fonte de tanino. Neste caso, merece atenção a ocorrência destes compostos, mesmo em quantidade reduzida na dieta, em sistemas de produção com limitação de nitrogênio, a exemplo da sazonalidade de produção de fitomassa pastável verificada na faixa tropical.

A vagem de faveira apresentou um teor médio de PB 11,18% (Tabela 5.1) e DPB 33,35%, a partir dos dados da Tabela 5.2, do que resulta concentração de PD 3,73%, corroborando com resultados obtidos por EUCLIDES et al. (1977), onde o teor de tanino influenciou diretamente a concentração de PD. Neste sentido, merece destaque ainda o efeito depressor do tanino sobre a fermentação microbiana, tendo-se verificado correlação positiva ($P < 0,01$) entre o pH do LR e a DPB ($r = 0,6389$) (Tabela 5.3).

O fracionamento da proteína da vagem de faveira indicou que 25,2 e 9,5% da PB encontra-se associada à FDN e FDA, respectivamente (Tabela 5.1). Estes valores não diferem muito dos obtidos por BATISTA et al. (2002) para vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.), com 15,1 e 9,6% da PB associado à FDN e FDA, respectivamente, embora a disponibilidade de proteína (PD) ao ruminante pela vagem de algaroba seja 229% superior à obtida para vagem de faveira.

A DNIDN e a DNIDA apresentaram decréscimos lineares ($P < 0,01$) com a inclusão de vagem de faveira. As equações de regressão $\hat{Y}_{DNIDN} = 69,1812 - 71,3263TC$, $R^2 = 0,9581$, para DNIDN e $\hat{Y}_{DNIDA} = 14,7422 - 142,2726TC$, $R^2 = 0,9133$, para DNIDA, indicam que para cada acréscimo de 1% na concentração de TC são estimados decréscimos de 71,3 e

142,3 unidades percentuais na DNIDN e DNIDA, respectivamente. A partir destas equações, depreende-se que concentrações de TC de vagem de faveira superiores a 0,97 e 0,10% resultaram em maior excreção fecal de NIDN e NIDA em relação à ingestão, respectivamente.

Ao fornecer dietas com elevado teor de tanino a ovinos, WATERS et al. (1992) obtiveram elevado valor negativo médio para DNIDA (-89%), enquanto MAKKAR et al. (1995), ao fornecer folhas de *Acacia saligna* (Labill.) H. L. Wendl., contendo 11,3% de tanino, a ovinos, obtiveram DNIDN=-60,40% e DNIDA=-375,00%, utilizando o método padrão de Van Soest para determinação da fração fibrosa. Os resultados negativos para DNIDN e DNIDA são justificados por MAKKAR et al. (1995) e referidos pelo NRC (2001) como decorrentes de complexação tanino-proteína nestas frações fibrosas, com grande participação de proteína de origem endógena.

Os valores de pH ruminal e concentrações de N-NH₃ no LR e de uréia no soro sangüíneo sofreram efeitos significativos ($P < 0,01$) das dietas experimentais, dos tempos de coleta e da interação nível de vagem de faveira x tempo de coleta de LR e de sangue (Tabela 5.4). A análise de regressão em função dos tempos de coleta de LR e níveis de vagem de faveira demonstrou comportamentos distintos entre níveis de vagem de faveira e tempos de coleta de LR para pH ruminal (Figuras 5.1 e 5.2) e para concentrações de N-NH₃ no LR (Figuras 5.3 e 5.4) e de uréia no soro sangüíneo (Figuras 5.5 e 5.6).

Verificou-se redução linear ($P < 0,01$) do pH em 0,07 e 0,15 h⁻¹, respectivamente, para as dietas exclusivas feno de capim-tifton 85 e vagem de faveira. A dieta contendo 75% de vagem de faveira apresentou comportamento quadrático ($P < 0,05$), com mínimo às 5,5 h, quando o pH foi 6,4, enquanto verificou-se comportamento cúbico para as dietas contendo 25% ($P < 0,05$) e 50% ($P < 0,01$) de vagem de faveira, com valores mínimo e máximo para 25% de vagem de faveira às 2,3 e 6,5 h, quando o pH foi 6,5 e 6,9, respectivamente, verificando-se para 50% de vagem de faveira, valores mínimo e máximo de pH 6,0 e 6,6, às 2,3 e 6,4 h, respectivamente (Figura 5.1).

Tabela 5.4 – Médias para pH do líquido ruminal (LR) e concentrações de *N* amoniacal ($N-NH_3$, mg/dL) no LR e de uréia (mg/dL) no soro sangüíneo de ovinos alimentados com as dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Tempo (h)	Níveis de vagem de faveira (%)					Média
	0	25	50	75	100	
<i>pH do Líquido Ruminal</i>						
0	7,04	6,87	7,04	7,09	7,00	7,01
2,5	6,77	6,49	6,19	6,41	6,18	6,41
5,0	6,65	6,72	6,63	6,46	6,18	6,53
7,5	6,51	6,73	6,63	6,39	5,75	6,40
Média	6,74	6,71	6,62	6,59	6,28	
<i>N-NH₃ no Líquido Ruminal (mg/dL)</i>						
0	9,20	7,79	5,08	4,40	8,19	6,93
2,5	11,57	15,13	12,93	5,48	6,38	10,30
5,0	10,67	8,86	9,88	3,84	7,05	8,06
7,5	11,29	6,27	4,97	3,10	7,23	6,57
Média	10,68	9,51	8,21	4,21	7,21	
<i>Uréia no Soro Sangüíneo (mg/dL)</i>						
0	44,90	32,44	28,72	29,43	33,53	33,80
2,5	49,98	29,81	25,22	18,18	25,93	29,82
5,0	43,81	30,22	19,12	17,61	21,97	26,55
7,5	40,90	30,11	17,46	13,36	20,32	24,43
Média	44,90	30,64	23,63	19,65	25,44	

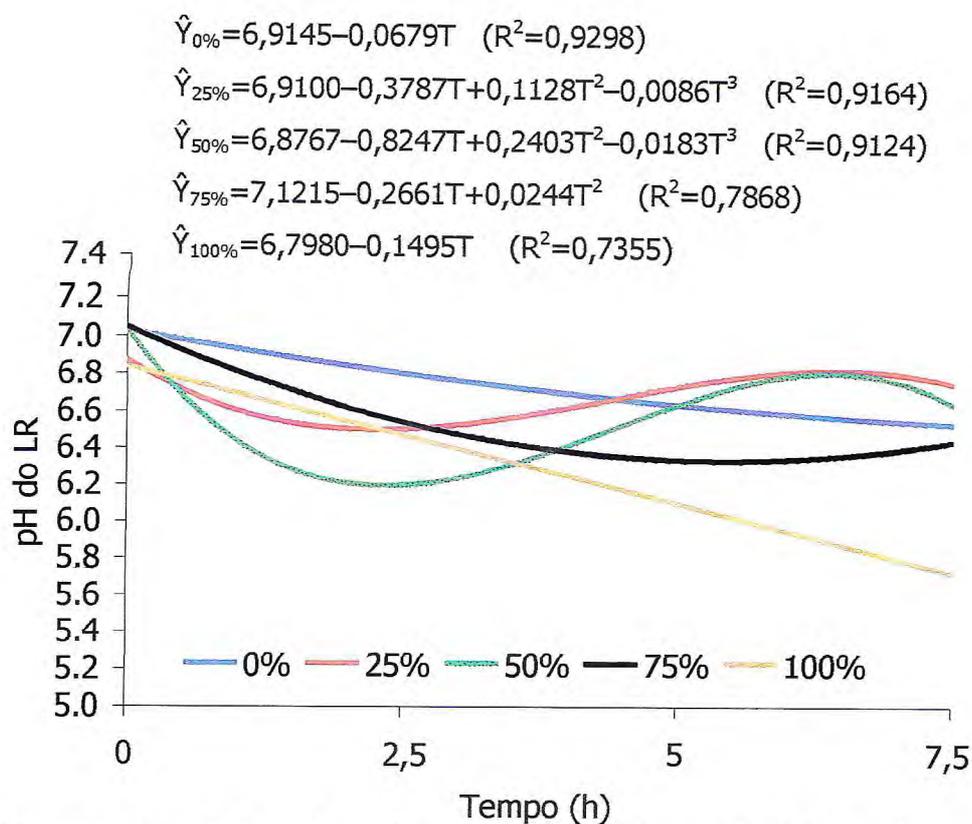


Figura 5.1 – Estimativas do pH do líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta de LR após a primeira refeição (T, horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.).

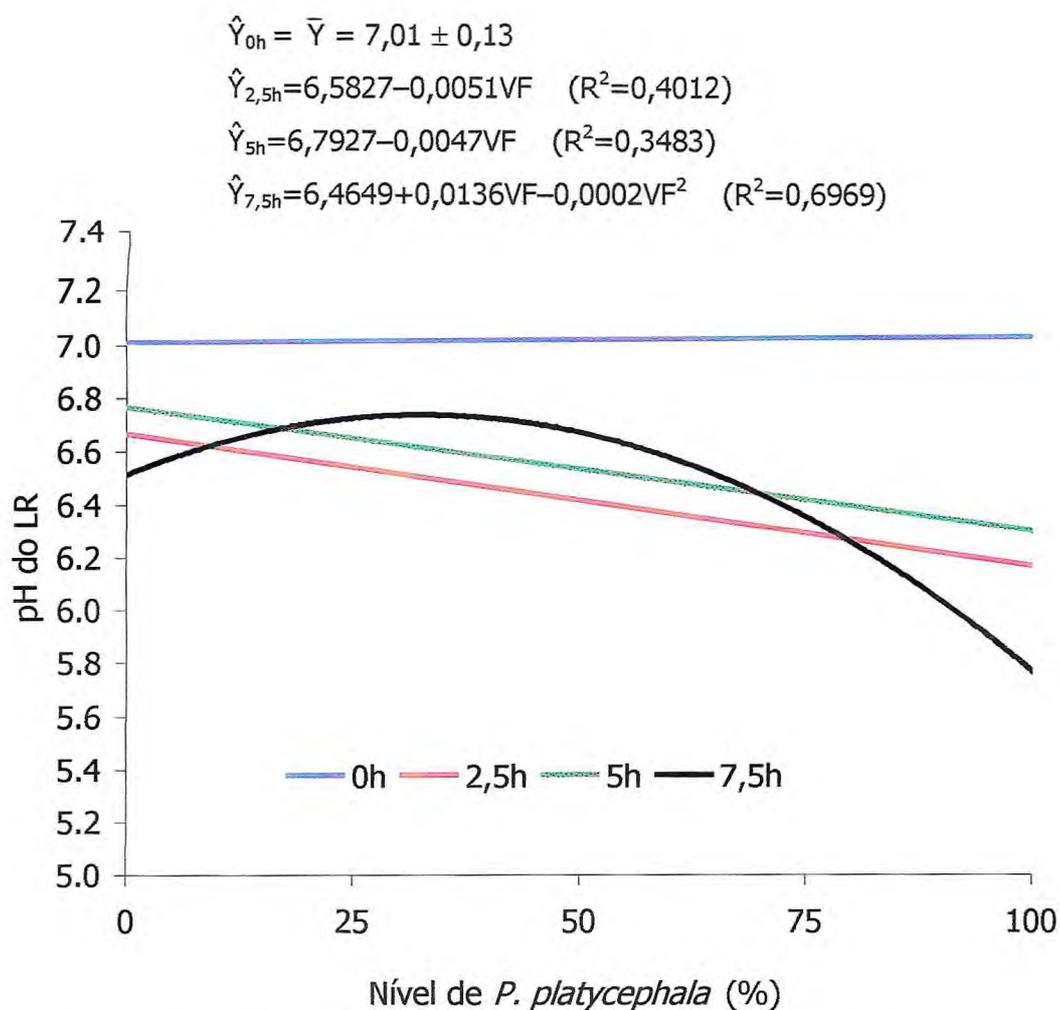


Figura 5.2 – Estimativas do pH do líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), para cada tempo de coleta de LR após a primeira refeição (horas).

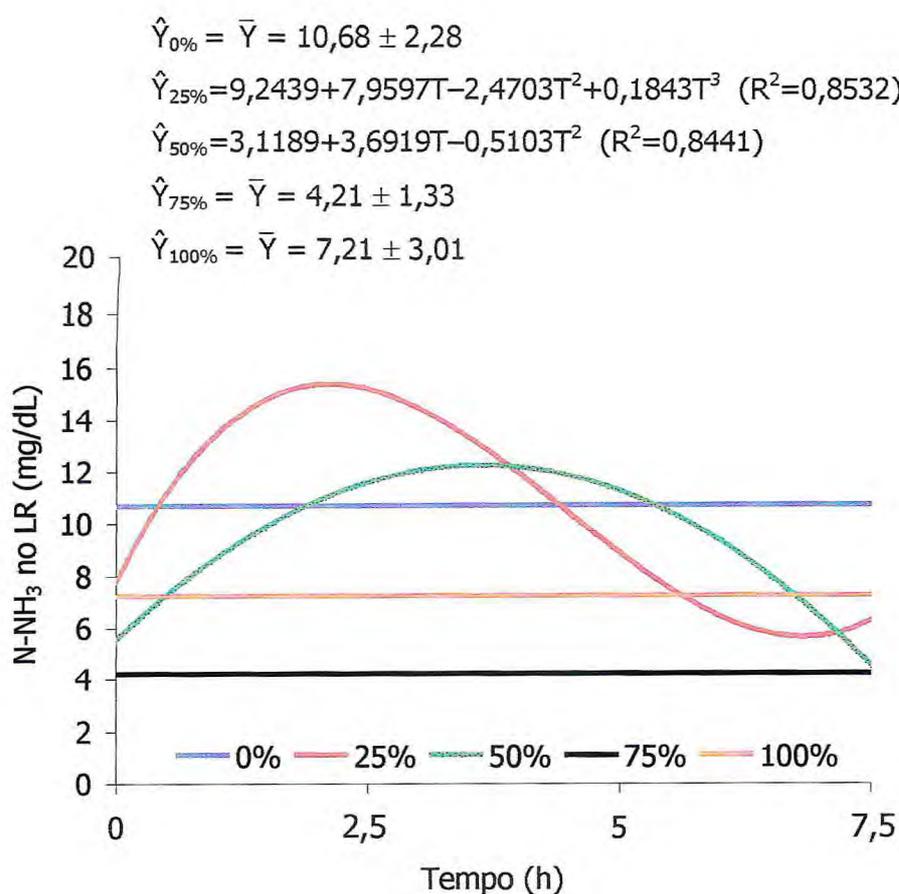


Figura 5.3 – Estimativas dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/100ml) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta do LR após a primeira refeição (T, horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.).

$$\hat{Y}_{0h} = \bar{Y} = 6,93 \pm 2,85$$

$$\hat{Y}_{2,5h} = 12,0968 + 0,4451VF - 0,0125VF^2 + 0,00008VF^3 \quad (R^2 = 0,7333)$$

$$\hat{Y}_{5h} = \bar{Y} = 8,06 \pm 3,52$$

$$\hat{Y}_{7,5h} = 12,4113 - 0,2477VF + 0,0020VF^2 \quad (R^2 = 0,7047)$$

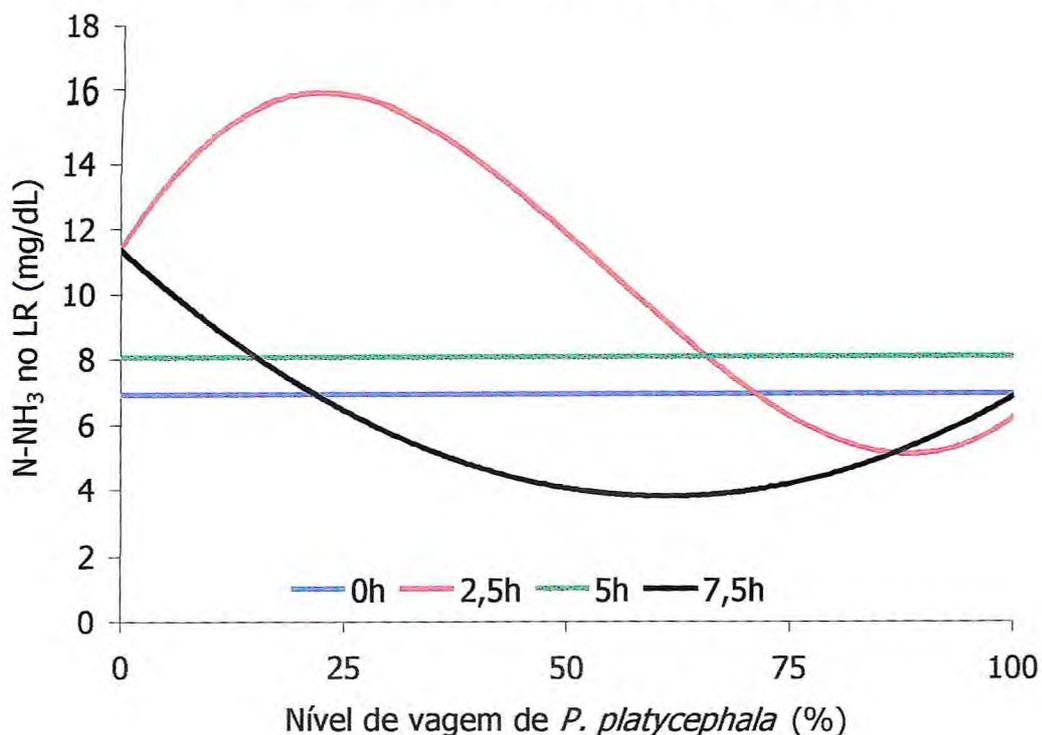


Figura 5.4 – Estimativas dos teores de nitrogênio amoniacal (N-NH₃, mg/dL) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), segundo o tempo de coleta de LR após a primeira refeição (horas).

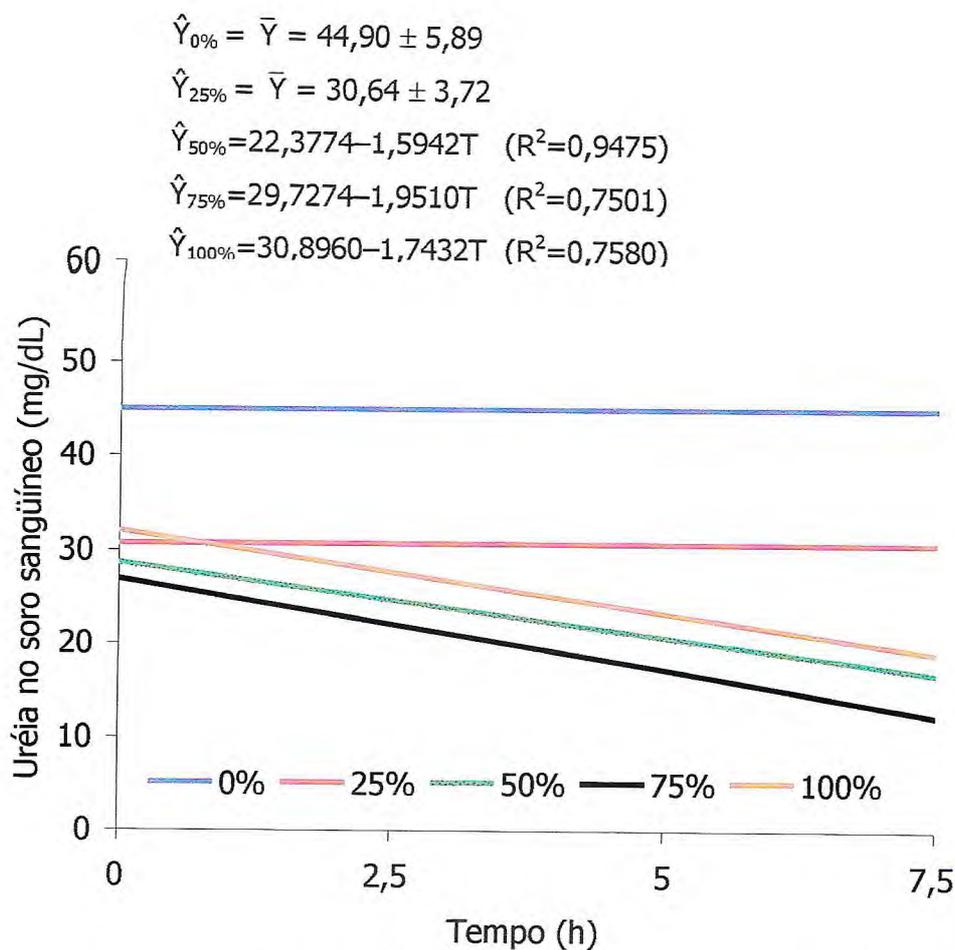


Figura 5.5 – Estimativas de teores de uréia no soro sangüíneo (mg/dL) dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos tempos de coleta de sangue após a primeira refeição (T, horas), segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.).

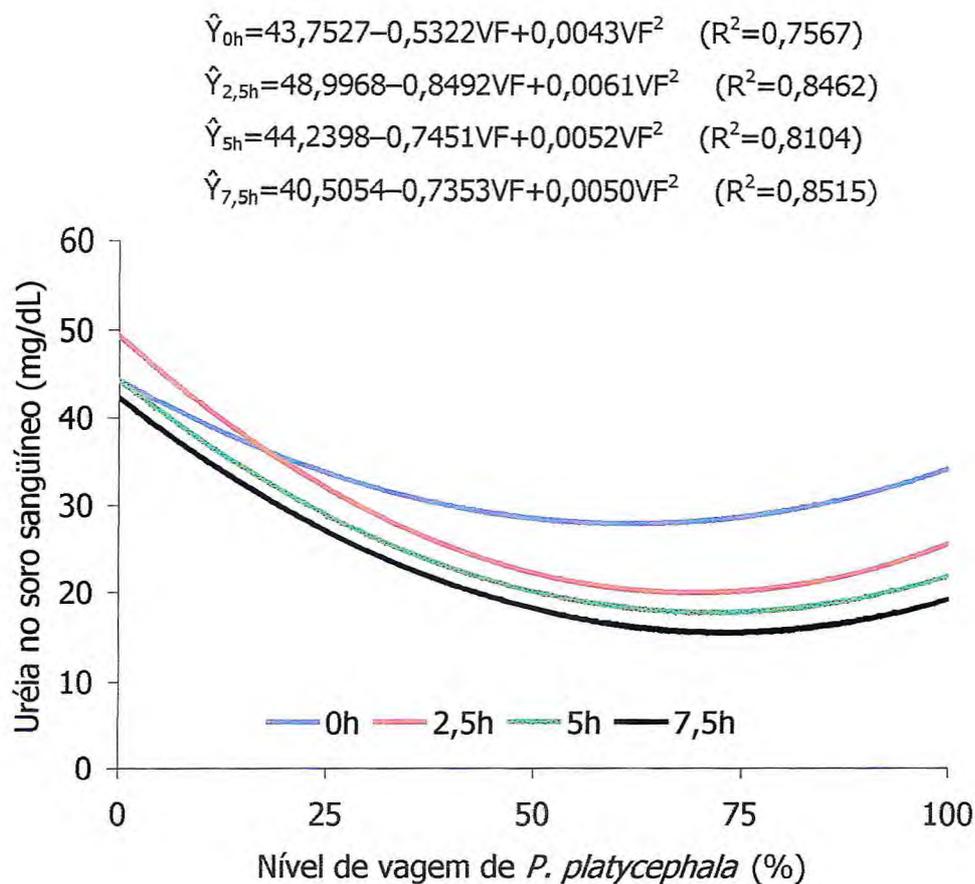


Figura 5.6 – Estimativas de teores de uréia no soro sangüíneo (mg/dL) dos ovinos alimentados com as dietas experimentais, em função dos níveis de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) (VF), segundo o tempo de coleta de sangue após a primeira refeição (horas).

A evolução do pH para a dieta exclusiva feno de capim-tifton 85, linear até 7,5 h é concordante com resultado de ZIMMER & CORDESSE (1996) para feno de pasto nativo, o qual só atingiu pH mínimo 9 h após alimentação. Enquanto, o tempo para pH mínimo, 2,3 h, para dietas contendo 25 e 50% de vagem de faveira e 2,86 e 5,50% de taninos totais, respectivamente, se aproxima do obtido por estes autores para feno de pasto nativo contendo 8% de *tanino hidrolisável de castanheira (Castanea sativa Mill.)*, às 3 h após alimentação, com pH 6,3.

Não se verificou efeito das dietas ($P > 0,05$) sobre o pH do LR quando os animais se encontravam em jejum, com média $7,01 \pm 0,13$. Nos tempos de coleta de LR 2,5 e 5,0 h, verificou-se redução linear significativa ($P < 0,05$) do pH ruminal com o aumento no nível de vagem de faveira da ordem de 0,005 por unidade percentual de inclusão de vagem de faveira, enquanto, no tempo de coleta de LR 7,5, houve efeito quadrático ($P < 0,05$) da inclusão de vagem de faveira, com pH máximo 6,7 ao nível 34% de vagem de faveira (Figura 5.2).

O elevado pH medido quando os animais encontravam-se em jejum ($\text{pH} = 7,01 \pm 0,13$) é condizente com resultado obtido por ZIMMER & CORDESSE (1996), para ovinos e caprinos em dietas de feno de pasto nativo não tratado ou tratado com 8% de tanino de castanheira, e por ZEOULA et al. (2002), para bovinos suplementados com diferentes fontes energéticas.

No tempo de coleta 7,5 h, verificou-se pH inferior ao nível crítico 6,2 a partir da inclusão de 83,8% de vagem de faveira (Figura 5.2). Estes resultados indicam que a vagem de faveira em níveis elevados tem efeito depressor sobre o pH ruminal, o que é característico de fontes de carboidratos de alta solubilidade. No entanto, em níveis mais baixos (25 e 50%) e nos demais tempos de coleta este problema não foi evidenciado, com destaque para a importância da inclusão de vagem de faveira na melhoria da fermentação do feno de capim-tifton 85, o que levou a abaixamento do pH em cerca de 2,3 h após ingestão (Figura 5.1).

Os valores mínimos de pH estimados para as dietas contendo vagem de faveira em associação ao feno de capim-tifton 85 mostraram-se superiores ao

limite crítico inferior de pH 6,2, estabelecido por ØRSKOV (1988) para o crescimento de bactérias celulolíticas, indicando, segundo VELOSO et al. (2000), compatibilidade com as atividades celulolítica e proteolítica normais, como referencial da manutenção de boas condições do ambiente ruminal para eficiente processo fermentativo. No entanto, para a dieta exclusiva vagem de faveira, estima-se comprometimento destas condições a partir das 4 horas pós-ingestão (Figura 5.1), o que se justifica pelo elevado conteúdo de CNF (68,12%) e de taninos (TT=10,79% e TC=1,81%) da vagem de faveira (Tabela 5.1), o primeiro, de rápida fermentação e poder acidificante, e o segundo, capaz de complexar com compostos nitrogenados, reduzindo o poder tamponante no ambiente ruminal.

Um outro fator a ser considerado na estabilização do pH em condições favoráveis à fermentação microbiana ruminal em dietas com até 83,8% de vagem de faveira foi a manutenção dos conteúdos de FDN (29,36%) e FDA (17,73%) em níveis superiores a 25% e próximo dos 19%, respectivamente, considerados pelo NRC (2001) como adequados aos ruminantes para perfeito funcionamento ruminal, o que está de acordo com resultados obtidos por WEST et al. (1993) para dietas contendo película de amendoim.

Para as dietas exclusivas feno de capim-tifton 85 e vagem de faveira e para a associação feno de capim-tifton 85:vagem de faveira 25:75, não se verificou efeito significativo ($P>0,05$) dos tempos de coleta de LR sobre a concentração de $N-NH_3$ no LR, com médias $10,68\pm 2,28$; $7,21\pm 3,01$ e $4,21\pm 1,33$ mg/dL, tendo-se verificado comportamento quadrático ($P<0,01$) para a dieta contendo 50% de vagem de faveira, com máximo às 3,6 h e 9,8 mg $N-NH_3$ no LR/dL, enquanto verificou-se comportamento cúbico para a dieta contendo 25% de vagem de faveira ($P<0,05$), com valores máximo e mínimo às 2,1 e 6,8 h, quando a concentração de $N-NH_3$ no LR foi 16,8 e 6,8 mg/dL, respectivamente (Figura 5.3).

Em função dos níveis de vagem de faveira, constatou-se efeito cúbico ($P<0,05$) às 2,5 h após ingestão, com valores máximo e mínimo para 22,8 e

81,4% de vagem de faveira, quando as concentrações de N-NH₃ no LR foram 16,7 e 8,7 mg/dL, respectivamente, e quadrático ($P < 0,05$) às 7,5 horas após ingestão, com mínimo 4,74 mg N-NH₃/dL LR para o nível 61,9% de vagem de faveira, (Figura 5.4). Quando em jejum e 5,0 h após ingestão, não houve efeito significativo ($P > 0,05$) do nível de vagem de faveira sobre a concentração de N-NH₃ no LR, com médias $6,93 \pm 2,85$ e $8,06 \pm 3,52$ mg/dL.

A concentração máxima de N-NH₃ no LR (16,8 mg/dL) às 2,1 h, quando da inclusão de 25% de vagem de faveira, reflete o efeito associativo dos carboidratos solúveis da vagem de faveira ao feno de capim-tifton 85, contribuindo para maior disponibilidade energética para atividade microbiana celulolítica e proteólise, com conseqüente disponibilidade de N ao ruminante, devido menor complexação tanino-proteína, reflexo do baixo teor de tanino nesta dieta (2,86% na MS) quanto à proporção de vagem de faveira. Enquanto, o efeito da dieta com 50% de vagem de faveira sobre a concentração de N-NH₃ no LR, resultou em nível máximo 41,7% mais baixo (9,8 mg/dL) e estimado em 1,5 h mais tarde (às 3,6 h) que o máximo para a dieta com 25% de vagem de faveira, reflexo do maior teor de tanino (5,5% na MS), no entanto, a elevada taxa de degradação associada ao fluxo de NH₃ à circulação periférica levou à rápida redução na concentração de N-NH₃ no LR nestas dietas.

A aplicação da regressão desenvolvida por GLENN et al. (1983), adotada pelo NRC (1985b), para estimativa da concentração de uréia plasmática (Y, mg/L) a partir da concentração de N-NH₃ no LR (X, mg/dL), onde $Y = 79,0 + 14,5X$, resultou em bom ajuste para a concentração máxima de N-NH₃ no LR (16,8 mg/dL) às 2,1 h, quando da inclusão de 25% de vagem de faveira (Figura 5.3), enquanto a concentração uréia no soro sanguíneo para este nível mostrou-se constante com o tempo de coleta, em $30,64 \pm 3,72$ mg/dL (Figura 5.5). Quando estimada a partir da equação de GLENN et al. (1983), evidencia-se teor de uréia plasmática 32,3 mg/dL, além da boa estimativa obtida para as dietas contendo vagem de faveira quando os animais não se apresentavam em jejum.

A concentração de N-NH₃ no LR, relativamente constante com o tempo de coleta para as dietas constituídas por feno de capim-tifton 85 e vagem de faveira exclusivos e para a dieta com 75% de vagem de faveira reflete a lenta degradação da proteína destas dietas, com base na alta correlação positiva ($P < 0,01$) entre DPB e concentração de N-NH₃ no LR ($r = 0,6651$) (Tabela 5.3), destacando-se ainda o efeito do tanino das dietas com 75 e 100% de vagem de faveira, com 8,15 e 10,79% de TT na MS, respectivamente, concordante com afirmativa de WEST et al. (1993) e WOODWARD & REED (1997), que o declínio do conteúdo de N-NH₃ no LR provavelmente resulta da reduzida digestão da proteína decorrente da formação de complexos tanino-proteína.

A concentração de N-NH₃ no LR obtida para a dieta contendo 75% de vagem de faveira ($4,21 \pm 1,33$ mg/dL) (Figura 5.3) e estimada no tempo 7,5 h para 61,9% de vagem de faveira como valor mínimo ($4,74$ mg/dL) (Figura 5.4), mostrou-se muito baixa, e próxima ao limite crítico em torno de 5 mg/dL, preconizado por ØRSKOV (1988) para eficiente digestão da matéria orgânica no ambiente ruminal, enquanto a dieta exclusiva de vagem de faveira, com concentração de N-NH₃ $7,21 \pm 3,01$ mg/dL, embora acima deste limite, apresentou elevada excreção urinária e fecal, associada à superior concentração de uréia no soro sangüíneo, reflexo da proteólise tissular, com balanço negativo de N (Tabela 5.2).

Os ovinos em jejum apresentaram concentração de uréia no soro sangüíneo $33,80 \pm 6,89$ mg/dL (Tabela 5.4), dentro dos limites de 29 a 33 mg/dL, a partir dos quais, segundo VALADARES et al. (1997) começariam a ocorrer perdas de proteína por bovinos. No entanto, os ovinos que receberam a dieta exclusiva feno de capim-tifton 85, apresentaram $44,90 \pm 5,89$ mg de uréia/dL de soro sangüíneo, independente do tempo de coleta, com reflexo nas maiores perdas endógenas de N urinário. Esta elevada concentração de uréia foi refletida pela fórmula de GLENN et al. (1983), quando se previa em média 23,4 mg/dL, obteve-se 44,9 mg/dL, demonstrando boa digestibilidade da PB desta dieta sem um suficiente aporte de carboidratos para a síntese microbiana ruminal, o qual

foi otimizado com a inclusão de 36,4% de vagem de faveira, resultando em maior retenção de *N*.

As concentrações de uréia no soro sangüíneo dos ovinos alimentados com feno de capim-tifton 85 exclusivo ou com a dieta contendo 25% de vagem de faveira não apresentaram variações significativas com o tempo de coleta de sangue, com médias de $44,90 \pm 5,89$ e $30,64 \pm 3,72$ mg/dL, respectivamente. Enquanto, para as inclusões de vagem de faveira 50, 75 e 100%, foi verificado efeito linear decrescente de 1,59; 1,95 e 1,74 mg/dLh⁻¹, respectivamente, com o tempo de coleta (Figura 5.5). Estes resultados, associados à maior excreção de *N* fecal em relação ao ingerido, com a inclusão de vagem de faveira, estão de acordo com WOODWARD & REED (1997), que ovinos tendem a compensar o aumento da excreção de *N* fecal, mediante maior reciclagem de *N* do sangue ao rúmen.

Verificou-se efeito quadrático ($P < 0,05$) da inclusão de vagem de faveira sobre a concentração de uréia no soro sangüíneo, com mínimos verificados para os tempos de coleta 0; 2,5; 5 e 7,5 h, com 61,9; 69,6; 71,6 e 73,5% de vagem de faveira, resultando nas concentrações mínimas 27,29; 19,44; 17,55 e 13,47 mg de uréia/dL de soro sangüíneo, respectivamente (Figura 5.6). A partir destes resultados, com o aumento do período pós-ingestão, o efeito da inclusão de vagem de faveira foi maior sobre a retenção de *N* no ambiente ruminal, exceto quando a vagem de faveira consistiu na dieta exclusiva, quando houve acréscimo nos teores de uréia plasmática, o que pode ter decorrido da mobilização de *N* dos tecidos com conseqüente perda endógena, devido à baixa absorção de *N* a partir do ambiente ruminal, reflexo da maior excreção fecal.

Em todos os tempos de coleta, a redução do teor de uréia no soro sangüíneo com a inclusão de vagem de faveira reflete o fluxo de *N* ao rúmen, tão maior quanto maior o tempo de coleta (Figura 5.6). Como a maior concentração de N-NH₃ no LR foi 16,8 mg/dL, verificada na dieta contendo 25% de vagem de faveira, às 2,1 h após alimentação, deduz-se que esta não superou a 24 mg/dL, estabelecida por KENNEDY e MILLIGAN (1980) como a

concentração mínima para prevenir-se transferência de uréia plasmática ao rúmen.

A transferência de uréia endógena ao rúmen permite aumentar a síntese de proteína microbiana quando o aporte alimentício de *N* fermentescível é limitante. Esta possibilidade de reciclagem aumenta com a redução da excreção de uréia na urina, permitindo ao animal sobreviver sob limitação de *N*. No entanto, sob déficit energético e/ou desbalanço de aminoácidos, ocorre mobilização dos aminoácidos de certas proteínas corporais seguida de utilização ou catabolismo, gerando como um dos produtos de excreção a uréia (INRA, 1981). Assim, a concentração de uréia no soro sangüíneo correlacionou-se diretamente ($P < 0,01$) tanto com a excreção de *N* urinário ($r = 0,8214$) quanto com a concentração de $N-NH_3$ no LR ($r = 0,7062$).

Verificou-se correlação positiva significativa ($P < 0,01$) da DPB com pH do LR ($r = 0,6389$), $N-NH_3$ no LR ($r = 0,6651$) e uréia no soro sangüíneo ($r = 0,7574$); e do BN com o pH do LR (0,6897) (Tabela 5.3). A baixa correlação entre DPB e pH do LR, pode ser explicada pelos diversos fatores associados com a variação do pH ruminal, destacados como principais o poder tampão da saliva e a remoção de AGV por absorção, segundo VAN SOEST (1994). No caso de alimentos contendo tanino, verifica-se maior reciclagem de *N* ao rúmen via saliva e tamponamento do ambiente ruminal (ZIMMER & CORDESSE, 1996), como também a formação de complexo tanino-proteína, influenciando o pH.

Verificou-se correlação negativa ($P < 0,01$) da EM das dietas (Mcal/Kg) com a concentração de uréia no soro sangüíneo ($r = -0,7415$) e excreção urinária de *N* ($r = -0,7012$). As equações de regressão $\hat{Y}_{EM (Mcal/kg)} = 2,6479 - 0,012U_{SS}$, $R^2 = 0,6387$; $\hat{Y}_{EM (Mcal/kg)} = 2,6113 - 0,0907N_u$, $R^2 = 0,5870$, indicam que para cada acréscimo de 1mg/dL na concentração de uréia no soro sangüíneo e de $N_{urinário}$, são estimados decréscimos de 0,012 e 0,0907 Mcal de EM/Kg de MS, respectivamente.

Conclusões

Nas condições deste trabalho, a inclusão de vagem de faveira em 36,4% em substituição ao feno de capim-tifton 85 resultou em maximização da retenção de *N* (% do *N* ingerido), demonstrando ser esta concentração um referencial para maior eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e menor impacto sobre o ambiente quando de sua inclusão em suplementação a volumosos;

As dosagens de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal ou de uréia no soro sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o *status* nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta como reflexo da presença de compostos polifenólicos, podendo ser adotadas em sistemas de produção onde vegetais portadores destes fatores antinutricionais integrem a composição florística.

Referências Bibliográficas

- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.75, n.1-2, p.1-12, 1999.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. England: Agricultural Research Council/Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.141-147.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington, Virginia: AOAC, 1990. 2v.
- BAKER, L.D.; FERGUSON, J.D.; RAMBERG, C.F. Kinetic analysis of urea transport from plasma to milk in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.75 (Supplement 1), p.181, 1992. (Abstract).
- BARAHOMA, R.; LASCANO, C.E.; COCHRAN, R. et al. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. *Journal of Animal Science*, v.75, n.6, p.1633-1640, 1997.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; McKINNON, J.J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, v.100, n.1-2, p.107-112, 2002.

- DECANDIA, M.; MOLLE, G.; SITZIA, M. et al. Responses to an antitannic supplementation by browsing goats. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 7., Tours, França, 2000. *Proceedings...* Tours, França: International Goat Association, 2000a. p.71-73.
- DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A. et al. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, v.38, n.2, p.157-164, 2000b.
- DEVENDRA, C. The intake and digestibility of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) at four, five and six weeks of growth by goats and sheep in Trinidad. *Turrialba*, v.25, n.3, p.226-231, 1975.
- EUCLIDES, V.B.P.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S. et al. Influencia do nível de tanino sobre os coeficientes de digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.6, n.2, p.262-272, 1977.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science*, v.48, n.2, p.249-251, 1965.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Quantification of Tannins in Tree Foliage: A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on 'Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage'*. Viena: FAO/IAEA Working Document, 2000. 26p.
- GLENN, B.P.; WALDO, D.R.; TYRRELL, H.F. et al. Effect of increasing alfalfa and corn silage insolubilities on performance of cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.66 (Supplement 1), p.146, 1983.
- HALL, M.B. *Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual*. Flórida: University of Flórida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Bulletin N° 339. 2000. 76p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). *Alimentación de los Rumiantes*. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 697p.

- KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.10, p.2284-2294, 2001.
- KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.60, n.2, p.205-221, 1980.
- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. et al. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002.
- LASCANO, C.E., BOREL, R., QUIROZ, R. et al. Recommendations on the methodology for measuring consumption and *in vivo* digestibility. In: RUIZ, M.E., RUIZ, S.E. (Eds.) *Ruminant Nutrition Research: Methodological Guidelines*. San Jose, C.R.: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture/Latin American Network for Animal Production Systems Research, 1992. 350p. p.173-182.
- MAKKAR, H.P.S.; BOROWY, N.K.; BECKER, K. et al. Some problems in fiber determination of a tannin-rich forage (*Acacia saligna* leaves) and their implications in *in vivo* studies. *Animal Feed Science and Technology*, v.55, n.1-2, p.67-76, 1995.
- MÜHLBACH, P.R.F.; LÓPEZ, J.; LÉBOUTE, E.M. Avaliação *in vitro* dos taninos de castanheira (*Castanea sativa* Mill.) e acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Willd.) como agentes de proteção da proteína do farelo de soja. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.11, n.4, p.746-763, 1982.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Ruminant Nitrogen Usage*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985b. 138p.

- NOZELLA, E.F. *Determinação de Taninos em Plantas com Potencial Forrageiro para Ruminantes*. Piracicaba: CENA/USP, 2001. 58p. (Dissertação, Mestre em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- NUÑEZ-HERNANDEZ, G.; WALLACE, J.D.; HOLECHEK, J.L. et al. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *Journal of Animal Science*, v.69, n.3, p.1167-1177, 1991.
- ØRSKOV, E.R. *Nutrición Proteica de los Rumiantes*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1988. 178p.
- ORTOLANI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- PAMBU-GOLLAH, R.; CRONJÉ, P.B.; CASEY, N.H. An evaluation of the use of blood metabolite concentrations as indicators of nutritional status in free-ranging indigenous goats. *South African Journal of Animal Science*, v.30, n.2, p.115-120, 2000.
- PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelfinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, v.25, n.1, p.223-230, 1986.
- QUÍMICA BÁSICA (QUIBASA). *Bioclin: Uréia enzimática*. Belo Horizonte: Química Básica, 2001. 2p.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SAS INSTITUTE (SAS). *Statistical Analysis Systems User's Guide*. Version 8, Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.

- SOCORRO, E.P.; MENEZES, D.R.; GUIMARÃES, J.E. et al. Perspectivas do uso da medida do teor de uréia no muco vaginal de caprinos como monitor do equilíbrio de dietas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA – CONBRAVET, 28., 2001, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, 2001. 1 CD.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. *Método Alternativo para a Determinação de Fibra em Detergente Neutro e Detergente Ácido*. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 1999. 21p. (EMBRAPA Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 4).
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.1, p.345-357, 1992.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. v.1, p.118-120.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2th ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin[®], óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.
- VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M. et al. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.871-879, 2000.

- VIEIRA, P.F. *Efeito do Formaldeído na Proteção de Proteínas e Lipídeos em Rações para Ruminantes*. Viçosa: UFV, 1980. 98p. (Tese, *Doctor Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa.
- WATERS, C.J.; KITCHERSIDE, M.A.; WEBSTER, A.J.F. Problems associated with estimating the digestibility of undegraded dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.3-4, p.279-291, 1992.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.1-2, p.95-110, 1992.
- WEST, J.W.; HILL, G.M.; UTLEY, P.R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.590-599, 1993.
- WOODWARD, A.; REED, J.D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *Journal of Animal Science*, v.75, n.4, p.1130-1139, 1997.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002 (Suplemento).
- ZIMMER, N.; CORDESSE, R. Digestibility and ruminal digestion of non-nitrogenous compounds in adult sheep and goats: effects of chestnut tannins. *Animal Feed Science and Technology*, v.61, n.1-4, p.259-273, 1996.

6 DEGRADABILIDADE RUMINAL *IN SITU* DE NUTRIENTES DE VAGENS DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.)

RESUMO

ALVES, A. A. **Degradabilidade Ruminal *In Situ* de Nutrientes de Vagens de Faveira (*Parkia platycephala* Benth.)**. Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Tese, Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Ceará.

A avaliação do valor nutritivo de forrageiras nativas é fundamental para a sustentabilidade de sistemas de produção nos trópicos, destacando-se o potencial forrageiro da vagem de faveira. No entanto, há necessidade de dados de valor nutritivo, compatíveis com sua utilização, com destaque para o tamanho de partículas adotado em experimentos *in situ*. Neste sentido, este trabalho teve como objetivo avaliar o valor nutritivo da vagem de faveira em ovinos, através do método do saco de náilon *in situ*. O experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura do Departamento de Zootecnia da UFC. Foram utilizados quatro ovinos adultos da raça Santa Inês, castrados e fistulados no rúmen. Foram avaliadas a fração solúvel (*a*), a fração potencialmente degradável (*b*) e a taxa de degradação da fração *b* (*c*) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) do feno de capim-tifton 85 e da vagem de faveira triturada a partículas de 2 e 5 mm, nos tempos de incubação 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas. Também se determinou a degradabilidade efetiva (DE), considerando-se as taxas de passagem 2, 5 e 8% e a proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR) e digestível não degradada no rúmen (PDNDR). As vagens de faveira foram coletadas, após maturação natural, no Estado do Piauí, em longitude 41°42'33"W e latitude 3°55'41"S. A degradação ruminal *in situ* da MS, PB e FDN da vagem de faveira, nos tempos 3 a 96 h, não sofreu efeito do tamanho de partícula ($P > 0,05$). A fração *a* da MS, PB e FDN da vagem de faveira foi 69,6; 49,9 e 14,6%, respectivamente, revelando elevada solubilidade da MS, enquanto, a fração *b* para MS, PB e FDN foi 24,7; 43,9 e 65,3%, indicando baixa degradação da MS *in situ*, independente do nível de consumo previsto, com estabilização da degradação da MS e FDN às 72 h e da PB às 48 h de incubação. Resultados de pesquisas com vagem de faveira trituradas a partículas de tamanho 2 mm, realizadas pela técnica de sacos de náilon *in situ* no rúmen, podem ser extrapolados para condições de campo, quando da trituração deste concentrado a 5 mm para incorporação em dietas, com ressalvas para restrições das técnicas gravimétricas em relação a fatores antinutricionais de ingredientes alimentares. O tanino de vagens de faveira não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* de seus constituintes, em especial da PB, apesar da baixa degradabilidade efetiva da FDN para taxas de passagem de média a alta. A ocorrência de compostos fenólicos na vagem de faveira requer a avaliação de técnicas mais sensíveis ao efeito destes compostos sobre a taxa de degradação dos princípios nutritivos, quando da substituição do método *in vivo*, como é o caso da técnica de produção de gás *in vitro*.

Palavras-chave: degradabilidade ruminal, tamanho de partículas, vagens de leguminosas.

ABSTRACT

ALVES, A. A. ***In situ* Ruminal Degradability of Nutrients of Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) Pods.** Fortaleza: UFC, 2004. 198p. (Thesis, Animal Production Doctor) – Universidade Federal do Ceará.

The evaluation of nutritive value of native forages is fundamental for maintenance of tropical production systems, with prominence for the fodder potential of the *P. platycephala* pods, however, it is necessary nutritive value data compatibles with its utilization, with eminence for the particle size adopted in *in situ* experiments. In this intention, this work had as objective to evaluate the nutritive value of *P. platycephala* pods with sheep, through the method of the *in situ* nylon bag. The experiment was carried out at Fodder Research Unit of the Animal Production Department of the Universidade Federal do Ceará, Brazil. Four Santa Inês sheep, adults, castrated and fistulated in the rumen were utilized. Soluble (*a*) and potentially degradable (*b*) fractions and degradation rate of *b* fraction (*c*) of dry matter (DM), crude protein (CP) and neutral detergent fiber (NDF) of Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay and *P. platycephala* pods in particles size of 2 and 5 mm was evaluated in times of incubation 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours. Also, effective degradability (ED), considering passage rates 2, 5 and 8%, and effectively degraded in the rumen protein (EDRP) and no-degraded in the rumen but digestible protein (NDRDP) was evaluated. *P. platycephala* pods, after natural maturation, was collected in the Piauí State, Brazil, in 41°42'33"W longitude and 3°55'41"S latitude. The particle size was not presented effect ($P > 0.05$) upon *in situ* ruminal degradability of DM, CP and NDF. The *a* fraction for DM, CP and NDF of *P. platycephala* pods was 69.6, 49.9 and 14.6%, respectively, revealing elevated DM solubility, whereas, the *b* fraction for DM, CP and NDF was 24.7, 43.9 and 65.3%, denoting reduced DM *in situ* degradation, independent of the level of feed intake. The stabilization of the DM and NDF degradation occurred with 72 h and of the CP degradation with 48 h after incubation. Research results obtained to *P. platycephala* pods with particle size 2 mm, realized by nylon bag *in situ* technique in the rumen, are feasible to formulating diets with particles size 5 mm, with reservation to use of gravimetric techniques related to anti-nutritive factors of feed ingredients. *In situ* degradability of constituents of *P. platycephala* pods, in special of CP, are not depressed for theirs tannin contents, though of the reduced NDF effective degradability for passage rate medium to high. Due to occurrence of phenolics compounds in *P. platycephala* pods, more sensitive techniques are need, when of the substitution of the *in vivo* method for its evaluation, regarding to *in vitro* gas production technique.

Key words: leguminous pods, particle size, ruminal degradability.

Introdução

Devido as forrageiras convencionais apresentarem comprometimento da qualidade, quanto ao consumo e digestibilidade, associado à sazonalidade de produção, em algumas áreas do Brasil já se incorporou aos sistemas produtivos o uso de componentes vegetativos (folhagem) e reprodutivos (vagens) de leguminosas exóticas, com destaque para a leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) e algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.). No entanto, o potencial de inclusão de vagens de leguminosas nativas nestes sistemas é premente e requer embasamento teórico, a exemplo de pesquisas realizadas em outros países, principalmente na África do Sul (NGWA et al., 2000).

Apesar da importância das vagens de faveira para a suplementação de ruminantes em ecossistemas de pastagem de cerrado, tanto por consumo direto de vagens no campo quanto pelo fornecimento em suplementos após coleta, não há disponibilidade de dados de digestibilidade e taxa de degradação de nutrientes, particularmente da fibra e proteína.

As exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pelos aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo estes provenientes da proteína microbiana e dietética não degradada no rúmen (VALADARES FILHO, 1994). Segundo este autor, tanto o NRC (1985b) quanto o AFRC (1993), calculam as exigências protéicas de ruminantes em termos de proteína metabolizável, ou seja, aminoácidos absorvidos no intestino delgado, sendo fundamental o conhecimento da degradabilidade da proteína para se atender exigências nutricionais expressas nestes sistemas.

A digestibilidade pode ser determinada considerando-se todo o trato gastrointestinal (Digestibilidade total) ou considerando-se a digestão microbiana, no rúmen e intestino grosso, ou a digestão químico-enzimática, no abomaso e intestino delgado (Digestibilidade Parcial) (TEIXEIRA, 1997).

A técnica de sacos de náilon, mediante incubação de sacos no rúmen de animais fistulados é útil para se determinar a degradabilidade de diferentes frações, como MS, N e fibra, e para se comparar diferentes produtos (PETIT et al., 1994), sendo a mais utilizada para se avaliar a degradação protéica ruminal, devido a facilidade de padronização desta técnica entre laboratórios (NOCEK, 1997).

Em revisão, MALAFAIA & VIEIRA (1997) destacam que problemas experimentais relacionados com o tamanho de partículas, porosidade das bolsas, tempo de incubação, freqüência de alimentação, correção para contaminação microbiana, influxo e efluxo de micropartículas e com o valor da informação obtida a respeito das estimativas das frações protéicas, têm sido os principais motivos que colocam esta técnica como a metodologia menos precisa para se estimar a taxa de degradação ruminal da PB dos alimentos, sugerindo-se a utilização de enzimas proteolíticas extraídas da microbiota ruminal e a incubação de microrganismos ruminais associados a agentes que impeçam a desaminação e utilização da amônia como propostas para a determinação ruminal das proteínas.

Partindo do princípio de que a principal limitação da técnica *in situ* é a incapacidade para caracterizar a disponibilidade ruminal de materiais solúveis e/ou filtráveis que podem ser degradados a uma maior ou menor extensão que os insolúveis digestíveis, NOCEK (1985) destaca a necessidade de se considerar as características físicas dos alimentos.

O tamanho da partícula associado ao tempo de fermentação tem apresentado efeito diferenciado para volumosos. Para os capins jaraguá (*Hyparrhenia rufa* (Nees Stapf.)) e elefante cv. cameron (*Pennisetum purpureum* Schum.), BARBI et al. (1991) não constataram efeito do tamanho de partícula 1, 3 e 5 mm sobre a degradabilidade da MS nos tempos 6, 24 e 96 h para o capim elefante, enquanto, para o capim jaraguá este efeito foi pronunciado às 24 h, com maior degradação de partículas 1 mm e menor para 3 mm, não se verificando efeito nos demais tempos.

Segundo NOCEK (1997), a literatura não está convincente de como o tamanho da partícula influi na taxa de digestão de concentrados e ingredientes ricos em proteína. No entanto, sugere-se que suplementos protéicos (farelo de soja e farinha de peixe) e tipos de subprodutos (farelos de trigo e de glúten de milho) deveriam ser moídos a 2 mm, enquanto, grãos de cereais, subprodutos fibrosos (casca de soja, resíduo de cervejaria), feno e outras forragens com MS superior a 60% deveriam ser moídos em peneira de 5 mm, sugerindo-se secar antes da moagem silagens e outras forragens úmidas, até MS entre 60 a 70%.

Para farelo de soja, NOCEK (1985) não verificou efeito de tamanhos de partículas 1, 2 e 5 mm ou não moído, o que também foi verificado em pesquisa realizada por EHLE et al. (1982) com os farelos de trigo, linhaça, algodão e soja triturados a partículas com 1180, 600, 300 e 150 μm .

Parece evidente que à medida que o preparo da amostra imprima uma forma que mais se afasta daquela naturalmente imposta pelo animal mais longe da realidade estarão os dados. Este fato terá maior importância quando se deseja que os dados estejam inseridos no contexto mais amplo, ou seja, caracterização do alimento para uso em formulação de rações (ANDRADE, 1994).

Devido à riqueza em carboidratos não fibrosos da vagem de faveira que a torna com tendência a caramelização quando da trituração em moinhos de malhas reduzidas, na prática é viável sua trituração a 5 mm para inclusão em dietas e conseqüente disponibilização aos microrganismos do rúmen. Assim, a avaliação deste tamanho de partícula indica maior aproximação com as condições práticas, sendo importante manter relação com tamanhos de partículas convencionalmente sugeridos e adotados em experimentos *in situ* com uso de peneiras de crivos de 2 a 2,5 mm, segundo recomendação de ANDRADE (1994).

Diante do exposto, este experimento teve como objetivo avaliar a degradabilidade ruminal da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) sob diferentes tamanhos de partículas.

Material e Métodos

Este experimento foi conduzido no Núcleo de Pesquisa em Forragicultura do Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (UFC), em Fortaleza-CE, visando determinação da degradabilidade *in situ* da MS, PB e FDN de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) moídas a partículas de 2 e 5 mm em relação ao feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) moído a partículas de 2 mm.

As vagens de faveira foram coletadas no Estado do Piauí, em latitude 3°55'41"S e longitude 41°42'33"W, após maturação natural, enquanto o capim-tifton 85, foi colhido para fenação aos 45 dias da rebrota, estando os dados de composição químico-bromatológica apresentados na Tabela 6.1.

Foram utilizados quatro carneiros adultos, castrados, mestiços da raça Santa Inês, com peso vivo inicial $49,1 \pm 7,64$ kg, alojados em baias individuais, providos de cânula ruminal e mantidos em sistema de alimentação com dieta para manutenção, formulada com base em recomendações do NRC (1985a), utilizando-se o software PLE (2000), cuja composição centesimal e químico-bromatológica está apresentada na Tabela 6.2, na proporção de 1,9% do peso vivo, visando-se atender recomendações de MAKKAR (1999), a qual deveria conter baixo nível de concentrado e todos os alimentos avaliados *in situ*, fornecida às 8 e 16 h, além de água e mistura mineral completa, fornecidas *ad libitum*.

Tabela 6.1 – Composição químico-bromatológica do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) e da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Nutrientes	Feno de capim-tifton 85	Vagem de faveira
Matéria seca (%)	89,13	77,25
% na MS		
Matéria orgânica	92,03	97,37
Proteína bruta	9,14	11,18
Extrato etéreo	1,49	1,25
CHOT	75,80	79,44
CNF	7,13	68,12
FDN	79,34	19,70
FDA	41,68	13,10
Celulose	36,06	7,60
Hemicelulose	37,66	6,60
LAD	5,61	5,50
NIDN	0,82	0,45
NIDA	0,19	0,17
NDT	59,83	72,51

Tabela 6.2 – Composição centesimal e químico-bromatológica da dieta para manutenção, fornecida aos ovinos durante o ensaio de degradabilidade *in situ**

Ingrediente/Constituinte	Porcentagem
<i>Composição centesimal (% na MN)</i>	
Feno de capim-tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>)	60,00
Milho em grão	12,00
Vagem de faveira	20,00
Farelo de trigo	8,00
<i>Composição químico-bromatológica</i>	
Matéria seca	86,56
% na MS	
Matéria mineral	5,99
Proteína bruta	10,87
Extrato etéreo	2,53
Fibra em detergente neutro	50,74
Fibra em detergente ácido	26,99
NDT**	65,04

*Formulada com base no NRC (1985a).

**Calculado a partir de dados de análise do feno de capim-tifton 85 e da vagem de faveira e de dados obtidos por CAMPOS (1995) e apresentados pelo NRC (2001) para milho em grão e farelo de trigo.

A condição do ambiente ruminal dos ovinos foi monitorada durante o período de incubação. Foram coletados 100 mL de líquido ruminal (LR), por ocasião das incubações nos tempos 3, 24 e 72 h e determinado o pH do LR utilizando-se potenciômetro digital (pHmetro SCHOTT Handylab1), imediatamente após a coleta, segundo SILVA & QUEIROZ (2002). Após filtração em quatro camadas de gaze, foram tomadas alíquotas de 40 mL de LR, *acondicionadas em frascos âmbar vedados com tampa, fixadas com 1 mL de HCl (1:1), e armazenadas em freezer a -5 a -10°C para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no LR, pelo método de FENNER (1965), modificado por VIEIRA (1980). Também foram tomadas alíquotas de 50 mL de LR, acondicionadas em frascos âmbar vedados com tampa, contendo 10 mL de solução ortofosfórica a 25%, e armazenadas em freezer a -5 a -10°C, para posterior determinação da concentração de ácidos graxos voláteis (acético, propiônico e butírico), por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo MATHEW et al. (1997).*

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, em um esquema de parcelas subdivididas (parcelas = sete tempos de incubação dos alimentos no rúmen; subparcelas = três alimentos), com quatro repetições (ovinos), segundo o modelo matemático a seguir:

$$Y_{ijkl} = \mu + T_i + B_j + TB_{ij} + A_k + TA_{ik} + \varepsilon_{ijkl}$$

Onde:

Y_{ijkl} = valor observado das variáveis estudadas, relativo ao alimento k no tempo de incubação i em cada repetição (bloco) j;

μ = média geral do parâmetro;

T_i = efeito do tempo de incubação i, sendo i = 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96;

B_j = efeito do bloco j, sendo j = 1, 2, 3 e 4;

TB_{ij} = efeito da interação tempo de incubação i x bloco j (erro a);

A_k = efeito do alimento k, sendo k = 1, 2 e 3;

TA_{ik} = efeito da interação tempo de incubação i x alimento k;

ε_{ijkl} = erro aleatório associado a cada observação (erro b).

As incubações *in situ* foram realizadas utilizando-se sacos de náilon de dimensões 8x12 cm e porosidade de 50 μm . Inicialmente, os sacos de náilon foram pré-secos em estufa de circulação forçada de ar a 52°C durante 48 h, retirados e colocados em dessecador até o resfriamento, sendo então pesados. Em seguida, foram introduzidas 4 g de amostra seca ao ar dos alimentos por saco, segundo SAMPAIO (1994). Os sacos de náilon contendo as amostras dos alimentos, em triplicata, para os tempos 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 h de incubação, foram inseridos no ambiente ruminal de cada carneiro, suspensos por fio de náilon de 20 cm, com a extremidade fixada à cânula e distribuídos na porção ventral do rúmen, ancorados por um peso de 75 g, segundo o protocolo apresentado no ANEXO E.

Depois de concluído o período de incubação, os sacos retirados foram imediatamente colocados em água gelada para paralisação do processo fermentativo e remoção das partículas de alimento aderidas aos mesmos. Em seguida, foram lavados manualmente em água corrente, até que essa se mostrasse límpida.

A fração prontamente solúvel em água foi determinada a partir da imersão de sacos, em duplicata, contendo os alimentos incubados (feno de capim tifton 85 e vagem de faveira triturada a partículas de 2 e 5 mm) em água a 39°C, em banho-maria (Thermomix BM-5), por uma hora, sendo, em seguida, lavados em água corrente, conforme procedimento adotado para os sacos incubados (MAKKAR, 1999).

Após a lavagem, foi feita a secagem dos sacos+resíduo em estufa a 52°C, por 48 h, sendo colocados em dessecador para estabilização da temperatura com a temperatura ambiente e, em seguida, determinados os pesos secos dos sacos contendo a amostra residual.

Os sacos incubados em cada um dos quatro carneiros foram abertos e os resíduos de degradação para cada tempo e alimento formaram uma amostra composta por animal, que foi moída em moinho tipo Wiley com peneira de malha 1 mm e utilizada nas análises para determinação dos teores de matéria seca

(método nº. 930.15), proteína bruta pelo método Kjeldahl (método nº. 920.39), segundo AOAC (1990), e carboidratos estruturais (FDN), de acordo com VAN SOEST et al. (1991), descrito e simplificado por SOUZA et al. (1999), sem sulfito de sódio e corrigida para cinza residual, sendo os resultados expressos em percentagem da MS da amostra incubada (SILVA & QUEIROZ, 2002).

A partir do resíduo insolúvel em detergente ácido, determinado pelo método nº. 973.18 (AOAC, 1990), e em detergente neutro, determinado de acordo com VAN SOEST et al. (1991), descrito e simplificado por SOUZA et al. (1999), sem sulfito de sódio e corrigidos para cinza residual, determinou-se o teor de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN), pelo processo semimicro Kjeldahl (método nº. 984.13; AOAC, 1990).

Também foi determinado o teor de cinza (método nº. 942.05), necessário ao cálculo da MO e correção da FDN e FDA; de EE (método nº. 920.39); e, de lignina em detergente ácido (método nº. 973.18), segundo a AOAC (1990). Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo SNIFFEN et al. (1992), os carboidratos não fibrosos (CNF), segundo HALL (2000), a celulose e hemicelulose, segundo VAN SOEST et al. (1991), e as estimativas de Nutrientes Digestíveis Totais (NDT), a partir da fórmula de WEISS et al. (1992), utilizando-se os dados de digestibilidade do experimento *in vivo*.

A extração dos compostos fenólicos seguiu a metodologia recomendada pela FAO (2000), utilizando-se acetona aquosa (70:30; v/v) como solvente, e os conteúdos de fenóis totais e taninos totais foram analisados pelo método Folin-Ciocalteu e o de taninos condensados pelo método de PORTER et al. (1986), recomendados pela FAO (2000) e descritos por NOZELLA (2001).

Os parâmetros de degradação *in situ* e a degradabilidade potencial dos princípios nutritivos foram determinados utilizando-se o modelo proposto por SAMPAIO (1995), a partir de simplificação do modelo exponencial proposto por ØRSKOV & McDONALD (1979):

$$P = A - Be^{-ct}$$

Sendo:

P = percentagem real do nutriente degradado após t horas de incubação no rúmen;

A = potencial máximo de degradação do material no saco de náilon (assíntota);

B = fração potencialmente degradável do material que permanece no saco de náilon após o tempo zero;

c = taxa de degradação da fração que permanece no saco de náilon após o tempo zero;

t = tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) da MS, PB e dos carboidratos estruturais (FDN) no rúmen foi calculada utilizando-se a equação proposta por ØRSKOV & McDONALD (1979):

$$DE = a + [(bc)/(c + k)]$$

Sendo:

DE = degradabilidade efetiva do princípio nutritivo;

k = taxa estimada de passagem das partículas no rúmen (2; 5 e 8 %h⁻¹), atribuídas aos níveis de ingestão alimentar baixo, médio e alto, respectivamente;

a = interseção da curva no tempo zero (intercepto), representa a porção prontamente solúvel do alimento;

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa fracional constante de degradação da fração b.

A determinação da proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR) e da proteína digestível não degradada no rúmen (PDNDR), seguiu recomendação do AFRC (1993), onde $PEDR = 0,8a + [(bc)/(c + k)]$, adotando-se os parâmetros da equação de ØRSKOV & McDONALD (1979), e $PDNDR = 0,9(PNDR - 6,25NIDA)$.

Foram realizadas estatísticas descritivas para média, desvio padrão e coeficiente de variação, segundo o procedimento para médias (PROC MEANS) do logiciário estatístico SAS (2000), enquanto, os parâmetros a , b e c , e as curvas de degradação *in situ* dos princípios nutritivos, foram obtidos segundo a equação exponencial proposta por ØRSKOV & McDONALD (1979) e determinados utilizando-se o método de Gauss-Newton através da fase interativa do procedimento para Modelos Não Lineares (PROC NLIN) do logiciário estatístico SAS (2000).

As médias para o desaparecimento da MS, PB e FDN dentro dos alimentos entre os tempos de incubação e, dentro dos tempos de incubação, entre os alimentos, foram comparadas pela diferença mínima significativa (dms), pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK), ao nível de probabilidade 5%, segundo metodologia recomendada por SAMPAIO (2002), utilizando-se o procedimento *Generalized Linear Model* (PROC GLM) do logiciário estatístico SAS (2000).

Resultados e Discussão

Durante o ensaio de degradabilidade *in situ*, o pH do líquido ruminal dos ovinos apresentou-se com média de $6,36 \pm 0,19$. Este valor encontra-se acima do limite crítico 6,2, estabelecido por ØRSKOV (1988) para o crescimento de bactérias celulolíticas, resultando, segundo VELOSO et al. (2000), em compatibilidade com as atividades celulolítica e proteolítica normais, como indicativo da manutenção de boas condições do ambiente ruminal para eficiente processo fermentativo.

A concentração média de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no líquido ruminal coletado nos ovinos antes da primeira refeição, por ocasião das incubações nos tempos 3, 24 e 72 h foi de $8,40 \pm 3,74$ mg/dL. Esta concentração superou as 5 mg/dL, considerada por SATTER & SLYTER (1974) como as

concentrações mínimas necessárias para adequada fermentação microbiana no rúmen, e aproximou-se das 10 mg/dL, consideradas por VAN SOEST (1994) como nível ótimo de amônia ruminal para a síntese de aminoácidos e crescimento microbiano. No entanto, no estabelecimento deste nível considera-se que a capacidade de síntese de proteína microbiana e utilização da amônia depende da taxa de fermentação dos carboidratos.

A concentração total de ácidos graxos voláteis no líquido ruminal dos ovinos fistulados, durante o período de incubação, foi de $67,95 \pm 6,33$ mMol/L, dos quais 74,41; 18,34 e 7,26% foram representados pelos ácidos acético, propiônico e butírico, respectivamente, verificando-se uma relação acetato:propionato de 4,54.

A degradação ruminal *in situ* da MS, PB e FDN da vagem de faveira, nos tempos de incubação 3 a 96 h, mostrou-se superior ($P < 0,05$) à obtida para feno de capim-tifton 85 (Tabela 6.3).

Verificou-se estabilização das médias de degradação da PB do feno de capim-tifton 85 e da MS e FDN da vagem de faveira a partir das 72 h de incubação ($P < 0,05$), enquanto, as médias de degradação da PB da vagem de faveira, independente do tamanho de partícula, mostraram-se estabilizadas a partir das 48 h de incubação ($P < 0,05$), denotando rápida degradação da PB (Tabela 6.3). Assim, verifica-se que as incubações da vagem de faveira por até 96 h mostraram-se eficientes em atingir a assíntota, atendendo ao estabelecido por SAMPAIO (1994), que forrageiras de boa qualidade desaparecerão mais rapidamente, e as de baixa qualidade tardarão mais em alcançar seu valor estabilizado de degradabilidade potencial (A). Em ambos os casos, a adoção do tempo de incubação máximo de 96 h não implica em perda de precisão quando comparada àquelas obtidas em tempos superiores.

Tabela 6.3 – Médias dos dados de taxa de degradação ruminal (%) da matéria seca (DEGMS), proteína bruta (DEGPB) e fibra em detergente neutro (DEGFDN) do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) a partículas de 2 e 5 mm, em função do tempo de incubação no rúmen de ovinos

Tempo (h)	Feno de capim- tifton 85	Vagem de faveira	
		2 mm	5 mm
<i>DEGMS</i>			
3	21,09 ^{bg1}	74,33 ^{aE}	73,09 ^{aE}
6	24,29 ^{bF}	75,71 ^{aE}	74,08 ^{aE}
12	30,29 ^{bE}	78,51 ^{aD}	77,42 ^{aD}
24	38,55 ^{bD}	85,46 ^{aC}	84,62 ^{aC}
48	56,65 ^{bc}	90,23 ^{aB}	90,10 ^{aB}
72	65,09 ^{bB}	92,75 ^{aA}	92,90 ^{aA}
96	68,33 ^{ba}	93,08 ^{aA}	93,20 ^{aA}
<i>DEGPB</i>			
3	19,92 ^{bE}	60,16 ^{aD}	59,79 ^{aD}
6	23,05 ^{bDE}	61,53 ^{aCD}	60,87 ^{aD}
12	28,61 ^{bc}	65,67 ^{aC}	68,41 ^{aC}
24	30,14 ^{bc}	78,41 ^{aB}	79,70 ^{aB}
48	52,05 ^{bB}	87,27 ^{aA}	87,82 ^{aA}
72	68,08 ^{ba}	91,47 ^{aA}	92,02 ^{aA}
96	70,00 ^{ba}	91,75 ^{aA}	92,15 ^{aA}
<i>DEGFDN</i>			
3	13,25 ^{bg}	24,17 ^{aE}	25,81 ^{aE}
6	16,98 ^{bF}	27,89 ^{aD}	26,51 ^{aE}
12	23,30 ^{cE}	30,91 ^{bD}	35,11 ^{aD}
24	34,91 ^{bD}	50,21 ^{aC}	50,03 ^{aC}
48	55,30 ^{bc}	64,20 ^{aB}	65,28 ^{aB}
72	64,33 ^{bB}	72,67 ^{aA}	73,54 ^{aA}
96	68,34 ^{ba}	73,90 ^{aA}	75,19 ^{aA}

¹Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, diferem ($P < 0,05$) pelo teste de Student-Newman-Keuls (SNK).

A partir dos resultados apresentados na Tabela 6.4, verifica-se que o *lag time* calculado para os alimentos e seus constituintes ficou abaixo das 6 h, recomendada por SAMPAIO (1994), e das 4 h, por PETIT et al. (1994), para se efetuar a primeira colheita ao avaliar forragens, e abaixo das 3 h, estabelecida neste experimento. Levando-se em consideração que a vagem de faveira é alimento concentrado energético (CARVALHO & RAMOS, 1982), classe para a qual, PETIT et al. (1994) recomendam menor tempo para a primeira colheita em relação aos alimentos volumosos, a eficiência de estimativa da degradação pelo modelo de ØRSKOV & McDONALD (1979), ratificada pelos elevados coeficientes de determinação obtidos (Figuras 6.1 a 6.3), corrobora com a necessidade de proximidade entre o *lag time* e a primeira colheita, estabelecida por SAMPAIO (1994), associando-se ainda o controle dos demais promotores de viés associados à técnica *in situ*.

A fração *a* da MS (14,72%) e FDN (6,33%) do feno de capim-tifton 85 denota perdas de material insolúvel em água, o que é possível em fenos com elevado teor de fibra, considerando-se que este feno continha 41,68% de FDA e 5,61% de LAD, com base na MS. Estes valores aproximam-se dos obtidos por FERREIRA et al. (2001) para feno de capim-tifton 85, com fração *a* para MS 16,92% e para FDN 7,66%. Ao trabalhar com feno de *coast cross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) com 60% de FDN na MS, SOUZA (1999), obteve fração *a* 7,17%, e SANTOS (2001), obteve 8,82%, quando a FDA era 50,78% na MS, enquanto, MOLINA et al. (2003), obtiveram para silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench.) frações solúveis da MS no tempo zero (t_0) entre 15,14 e 23,01%, justificadas como decorrentes da perda de partículas muito finas durante a lavagem dos sacos, juntamente com a fração *a*, em decorrência da excessiva moagem, uma vez que as diferentes partes da planta apresentam um comportamento diferente à moagem e produzem amostras não homogêneas, assumindo-se ainda que estas partículas que escapam da bolsa consistem, principalmente, de material potencialmente degradado, não afetando a degradabilidade final do material incubado.

Tabela 6.4 – Médias das estimativas das frações da cinética de degradação ruminal do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) a partículas de 2 e 5 mm

Estimativa	Feno de capim-tifton 85	Vagem de faveira	
		2 mm	5 mm
<i>Matéria seca</i>			
Fração solúvel (<i>a</i> , % da MS)	14,72	70,33	68,79
Fração lentamente degradada (<i>b</i> , % da MS)	63,20	23,70	25,62
Taxa de degradação (<i>c</i> , %h ⁻¹)	2,05	3,73	3,59
Degradabilidade potencial (% da MS)	77,92	94,03	94,41
<i>Lag time</i> (h)	1,77	1,19	1,10
Degradabilidade efetiva (% da MS) (2%h ⁻¹)	46,71	85,76	85,24
(5%h ⁻¹)	33,10	80,46	79,50
(8%h ⁻¹)	27,61	77,87	76,73
<i>Proteína bruta</i>			
Fração solúvel (<i>a</i> , % da PB)	14,05	50,66	49,12
Fração lentamente degradada (<i>b</i> , % da PB)	85,58	43,32	44,38
Taxa de degradação (<i>c</i> , %h ⁻¹)	1,18	3,53	4,12
Degradabilidade potencial (% da PB)	99,63	93,98	93,50
<i>Lag time</i> (h)	2,20	2,69	2,64
Degradabilidade efetiva (% da PB) (2%h ⁻¹)	45,81	78,31	79,00
(5%h ⁻¹)	30,39	68,59	69,17
(8%h ⁻¹)	25,05	63,92	64,21
<i>Fibra em detergente neutro</i>			
Fração solúvel (<i>a</i> , % da FDN)	6,33	15,08	13,37
Fração lentamente degradada (<i>b</i> , % da FDN)	71,63	63,94	66,65
Taxa de degradação (<i>c</i> , %h ⁻¹)	2,19	2,91	2,92
Degradabilidade potencial (% da FDN)	77,96	79,02	80,02
<i>Lag time</i> (h)	1,08	1,23	2,68
Degradabilidade efetiva (% da FDN) (2%h ⁻¹)	43,77	52,98	52,93
(5%h ⁻¹)	28,15	38,60	37,94
(8%h ⁻¹)	21,72	32,13	31,19

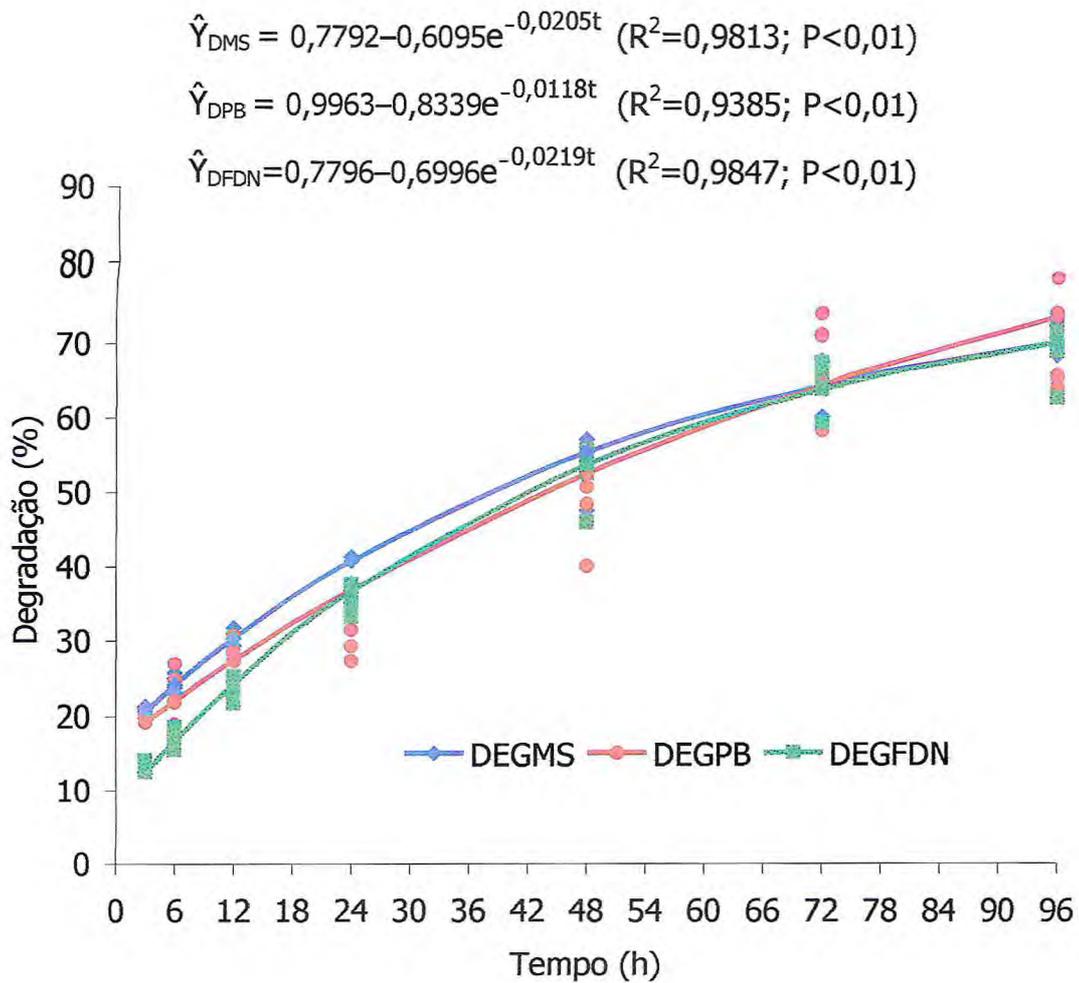


Figura 6.1 – Estimativas da degradabilidade da matéria seca (DEGMS), proteína bruta (DEGPB) e FDN (DEGFDN) do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon* spp.).

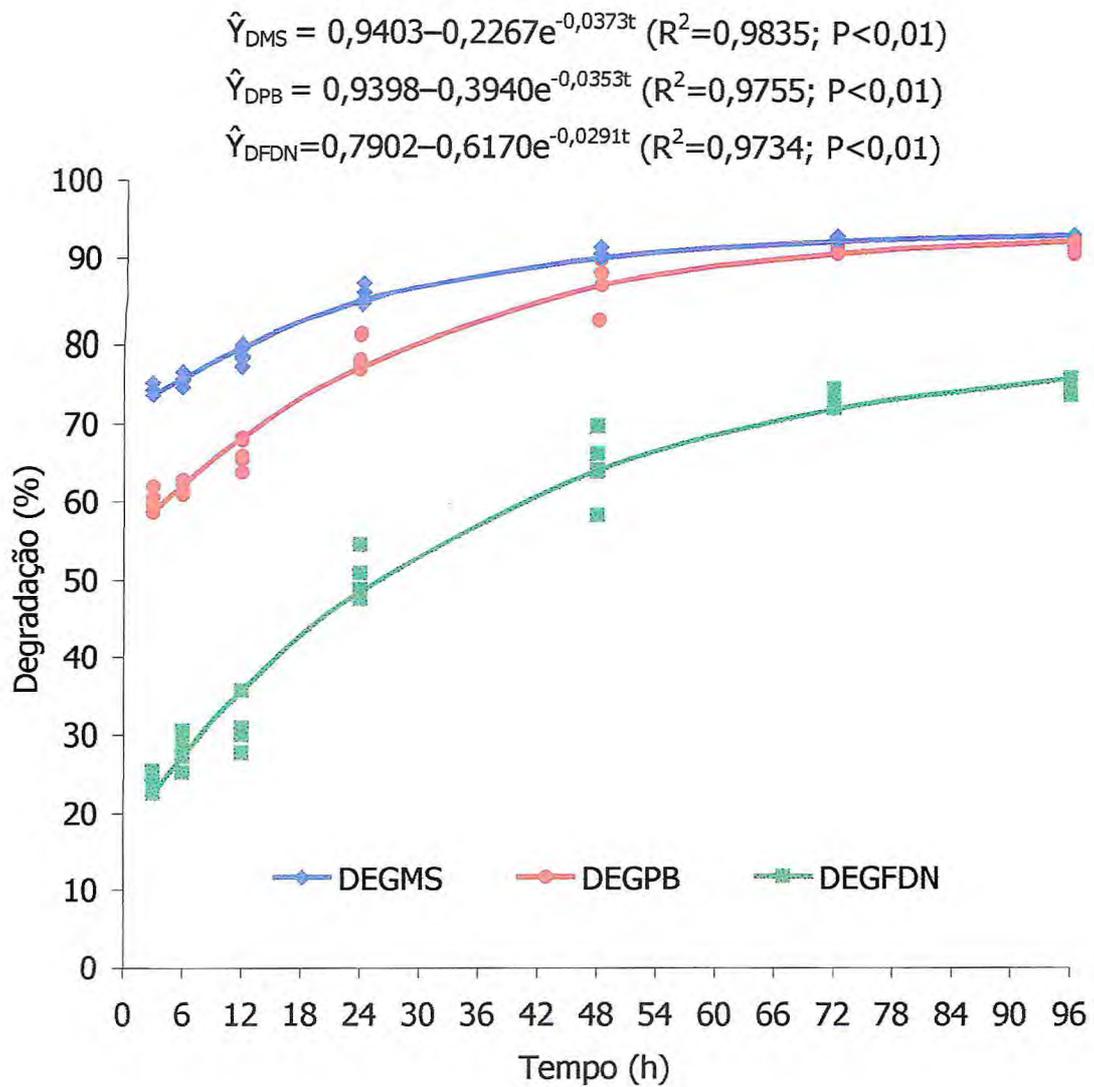


Figura 6.2 – Estimativas da degradabilidade da matéria seca (DEGMS), proteína bruta (DEGPB) e FDN (DEGFDN) da vagem de faveira (*P. platycephala* Benth.) moída a 2 mm.

$$\hat{Y}_{DMS} = 0,9441 - 0,2463e^{-0,0359t} \quad (R^2=0,9845; P<0,01)$$

$$\hat{Y}_{DPB} = 0,9350 - 0,3981e^{-0,0412t} \quad (R^2=0,9783; P<0,01)$$

$$\hat{Y}_{DFDN} = 0,8002 - 0,6164e^{-0,0292t} \quad (R^2=0,9856; P<0,01)$$

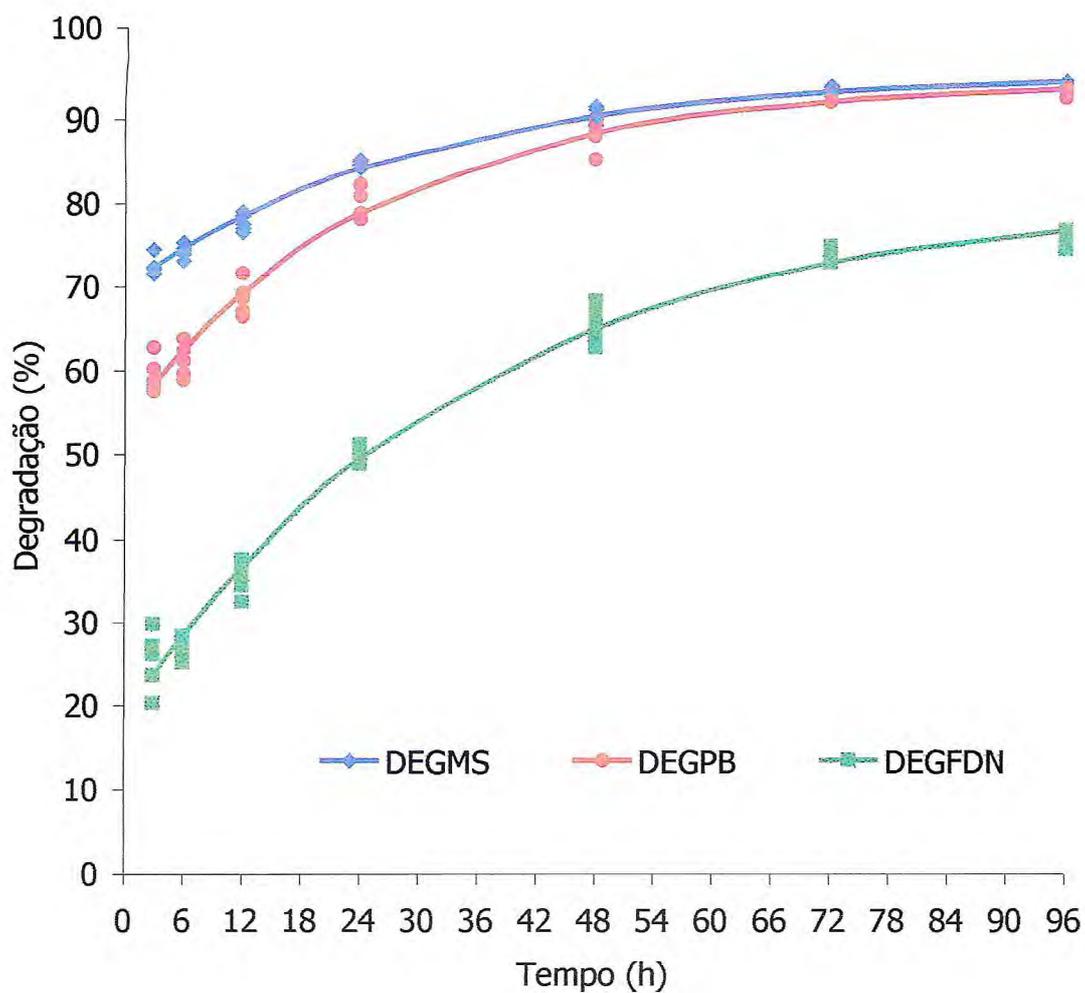


Figura 6.3 – Estimativas da degradabilidade da matéria seca (DEGMS), proteína bruta (DEGPB) e FDN (DEGFDN) da vagem de faveira (*P. platycephala* Benth.) moída a 5 mm.

Segundo MICHALET-DOREAU & OULD-BAH (1992), as partículas que escapam à degradação (fração a) são degradadas em igual taxa que o alimento remanescente no saco, o que levaria à superestimativa da degradabilidade, tão maior quanto maior a fração a e menor a degradação do alimento remanescente no saco. Considerando-se que os potenciais de degradação do feno de capim-tifton 85 apresentaram-se dentro dos limites preconizados para gramíneas tropicais, as perdas por lavagem verificadas neste experimento possivelmente não comprometem as estimativas obtidas.

O valor de A , indicador do potencial máximo de degradação, obtido para a MS do feno de capim-tifton 85, 77,92%, encontra-se no intervalo de 65 a 95%, recomendada por SAMPAIO (1994) para fenos de gramíneas tropicais, enquanto a taxa de degradação $c=0,02$, mostra-se abaixo da estabelecida pelo autor, de 0,03 a 0,05, denotando lenta taxa de degradação. No entanto, MOLINA et al. (2003), obtiveram baixa taxa de degradação para silagem de genótipos de sorgo, de 2,18 e 3,08%h⁻¹. O valor de B , indicador do potencial de degradação efetivamente devido à ação químico-microbiológica, 63,20%, encontra-se dentro dos limites 55 a 85%, preconizados por SAMPAIO (1994), admitindo-se ainda valor de B 10 a 20% inferior ao valor de A , do que se depreende que as perdas de MS do feno de capim-tifton 85 por lavagem (fração $a=14,72\%$), são aceitáveis para este alimento.

A fração a para PB do feno de capim-tifton 85, 14,05%, correspondente à proteína rapidamente degradada no rúmen (PRDR), segundo o AFRC (1993), indica menor solubilidade deste constituinte em relação à obtida por FERREIRA et al. (2001), de 27,43%, e por ÍTAVO et al. (2002), de 32,90%. No entanto, a degradação efetiva para uma taxa de passagem 5%h⁻¹, de 30,39% aproxima-se da obtida por FERREIRA et al. (2001), de 32,79%, embora inferior à obtida por ÍTAVO et al. (2002), de 55,09%.

O feno de capim-tifton 85 apresentou fração potencialmente degradável (*b*) da FDN 71,63%, inferior aos 75,0% obtido por ÍTAVO et al. (2002), no entanto, a degradação potencial ($A=a+b$) da FDN de 77,96% indica aproximação dos valores obtidos por ÍTAVO et al. (2002). Neste sentido, SAMPAIO (1994) afirma que a idade da forrageira, o tratamento químico, bem como o tamanho da partícula, podem alterar o potencial de degradabilidade (*A*), mas não interferem na taxa de degradação (*c*).

De forma geral, a taxa de degradação da MS dos alimentos não superou a maior taxa obtida por SANTOS (2001) para diferentes alimentos incubados em ovinos ($3,97\%h^{-1}$) e em bovinos ($4,57\%h^{-1}$), ficando a taxa de degradação da MS do feno de capim-tifton 85 ($2,05\%h^{-1}$) aquém da taxa obtida para caprinos ($3,41\%h^{-1}$), aproximando-se, no entanto, da obtida para feno de *coast cross* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) em ovinos ($2,57\%h^{-1}$).

A degradabilidade efetiva da MS, PB e FDN a $2\%h^{-1}$, de 46,71; 45,81 e 43,77%, respectivamente, reduziu em cerca de 30% quando se adotou taxa de passagem ($5\%h^{-1}$), correspondente ao nível de consumo médio, indicando a necessidade de maior permanência do feno de capim-tifton 85 no ambiente ruminal para se atingir seu máximo potencial de degradação, como sugerido por ÍTAVO et al. (2002). Verifica-se que os resultados apresentados na Tabela 6.4 aproximam-se dos obtidos por ÍTAVO et al. (2002) para degradabilidade efetiva da MS e FDN do feno de capim-tifton 85 a 2, 5 e $8\%h^{-1}$, no entanto, a degradabilidade efetiva da PB para as respectivas taxas de passagem, 45,81; 30,39 e 25,05%, apresentou-se muito abaixo da obtida pelos autores, de 67,11; 55,09 e 49,32%. Apesar das amplas diferenças, segundo VAN SOEST (1994), há uma tendência de plantas cultivadas em regiões quentes apresentarem menor taxa de fermentação.

A degradação ruminal *in situ* da MS, PB e FDN da vagem de faveira não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$) entre tamanhos de partículas 2 e 5 mm, nos tempos de incubação 3 a 96 h, exceto para FDN no tempo de incubação 12 h ($P < 0,05$), diferença que desapareceu a partir das 24 h de incubação (Tabela 6.3). Este resultado está de acordo com o obtido por NOCEK (1985) para farelo de soja moído a partículas de 1, 2, 5 mm ou não moído, onde não se verificou efeito do tamanho de partícula sobre as taxas de digestão de MS e N, e por EHLE et al. (1982) para os farelos de trigo, linhaça, algodão e soja triturados a partículas com 1180, 600, 300 e 150 μm , ressaltando-se os pequenos tamanhos de partículas adotados.

A MS das vagens de faveira, para os tamanhos de partícula 2 e 5 mm, apresentou-se muito solúvel (fração $a=69,6\%$) e pouco degradável *in situ* (fração $b=24,7\%$), no entanto, as estimativas de degradação potencial às taxas de passagem 2, 5 e $8\%h^{-1}$, para os níveis de consumo alimentar baixo, médio e alto, de 85,5; 80,0 e 77,3%, respectivamente, indicam elevada degradação efetiva da MS da vagem de faveira (Tabela 6.4). Estes resultados seguem a tendência apresentada para vagens de leguminosas arbóreas ricas em carboidratos solúveis, concordando com resultados obtidos por BATISTA et al. (2002) para MS de vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.) como coletadas e secas a 80°C por 2 h, com 54,5 e 49,0% de solubilidade e, com 16,5 e 24,1% de degradação da MS, respectivamente. Destaca-se a elevada solubilidade (a) da vagem de faveira nos dois tamanhos de partículas, o que pode ser atribuído à grande riqueza em carboidratos não fibrosos e possivelmente de carboidratos solúveis.

Com base nos resultados da Tabela 6.3, a degradação *in situ* da MS da vagem de faveira as 48 h de incubação (90,17%), superou a obtida *in situ*, incubada no rúmen de um bovino, por MACHADO et al. (1999), de 69,65%, e *in*

vitro, com médias para vagens de faveira claras e escuras, por CARVALHO & RAMOS (1983), de 74,3%, e por CARVALHO et al. (1992), de 72,5%. Segundo SANTOS (2001), diferenças de resultados para degradação podem ser atribuídas, pelo menos em parte, à falta de padronização da técnica. Fatores ligados à preparação da amostra; animal utilizado quanto ao tipo, estado fisiológico e dieta; porosidade e lavagem dos sacos, entre outros, podem afetar profundamente os resultados obtidos.

A elevada solubilidade e degradabilidade efetiva da vagem de faveira a $5\%h^{-1}$ da MS, 69,6 e 80,0% e da PB, 49,9 e 68,9%, respectivamente, indicam elevada PRDR, segundo o AFRC (1993), e mostraram-se compatíveis com resultados obtidos por LOYOLA et al. (1999) para farelo de canola tratado com 15% de tanino de acácia negra (*Acacia mearnsii* De Willd.), do qual 60,1% da MS e 63,7% da PB representam a fração *a*, com degradabilidade efetiva da MS e PB, à taxa de passagem $5\%h^{-1}$, 75,1 e 82,6%, respectivamente.

A superior degradação da MS em relação à PB da vagem de faveira pode ser atribuída ao efeito deletério dos compostos polifenólicos sobre a degradabilidade do nitrogênio, o que também foi constatado por LUKHELE & VAN RYSSSEN (2003), para *Colophospermum mopane* (Kirk ex Benth.) Kirk ex J. Leonard e espécies do gênero *Combretum*, do sudeste da África.

A degradação efetiva da MS da vagem de faveira, a uma taxa de passagem $3\%h^{-1}$ (83,11%), foi muito superior à obtida por NGWA et al. (2000) para vagens das leguminosas leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) De Wit.) (53,07%) e acácias *A. erioloba* E. Meyer (47,71%), *A. karroo* Hayne (44,83%) e *A. tortilis* (Forsskal) Hayne (57,22%), com FDN 39,89 a 47,70% e FDA 28,47 a 38,42%. Destacaram-se *A. nilotica* (L.) Del. e *A. sieberiana* DC. pela maior degradabilidade efetiva da MS, 64,42 e 59,21%, fração solúvel em água, 47,34 e 37,41%, menores teores de FDN, 22,47 e 36,69%, baixos teores de FDA, 18,08

e 29,01%, e baixa relação semente:casca, 31:69 e 27:73, respectivamente. Com base em dados de COSTA (1995), estima-se relação semente:vagem de faveira em 25:75, do que resulta um tegumento rico em carboidratos não fibrosos (68,12%) e de alta solubilidade da MS (fração $a=69,56\%$), associado à reduzida FDN (19,70%) e FDA (13,10%), com significativa contribuição na estimativa da degradabilidade efetiva.

O efeito da fração a na degradabilidade efetiva da MS da vagem de faveira é substancial, podendo ter contribuído para suprimir o efeito de tanino sobre a degradação deste constituinte, fundamentado em trabalho de TOLERA et al. (1997), em que espécies arbustivas de clima tropical e temperado apresentaram alta correlação negativa dos compostos fenólicos com a degradabilidade potencial ($A+B$) e fração solúvel (a), onde a correlação com a fração a supera 87%. No entanto, a taxa de degradação da fração b da MS e FDN da vagem de faveira levou à estabilização do processo degradativo a partir das 72 h de incubação (Tabela 6.3), possivelmente devido ao efeito dos taninos totais (10,79% na MS). BATISTA et al. (2002) verificaram que a vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.) apresenta estabilização da degradação da FDN às 12 h de incubação, enquanto, neste trabalho, esta foi verificada às 72 h, o que demonstra possível efeito depressor do tanino sobre a degradação tanto da MS quanto da FDN.

Embora a vagem de faveira tenha apresentado elevada degradação potencial da MS, PB e FDN, a taxa de degradação da MS ($c=0,037$), Tabela 6.4, mostrou-se bem inferior à obtida por BATISTA et al. (2002) para vagem de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.) ($c=0,099$). Segundo KHAZAAL et al. (1994) e LUKHELE & VAN RYSSSEN (2003), a técnica de sacos de degradação ruminal pode não ser apropriada para avaliação de alimentos com fatores antinutritivos, provavelmente devido à ligação física de polifenóis ao substrato

(proteína ou carboidrato) ser restrita ao interior do saco de náilon incubado em um grande ambiente, como o rúmen, o que leva a uma diluição da toxicidade aos microrganismos ou da ligação a suas enzimas, o que não ocorre na técnica de produção de gás *in vitro*, tornando-a mais adequada para avaliação de alimentos com estas características.

Além da superestimativa da degradabilidade para alimentos com elevado escape de partículas (fração *a*), preconizada MICHALET-DOREAU & OULD-BAH (1992), uma vez a fração *b* da vagem de faveira ser lentamente degradada, destaca-se ainda a elevada solubilidade dos princípios nutritivos da vagem de faveira, capaz de mascarar possíveis efeitos deletérios do tanino sobre a degradação *in situ*, como destacado por MOLINA et al. (2003).

A partir dos dados da Tabela 6.5, com base no AFRC (1993), e considerando-se uma taxa de passagem média de $5\%h^{-1}$, 27,6% da PB do feno de capim-tifton 85 foi efetivamente degradada no rúmen (PEDR) e 48,9% digestível e não degradada no rúmen (PDNDR), enquanto, para vagem de faveira houve uma inversão nestas proporções, sendo 58,9% PEDR e 26,0% PDNDR. O resultado para PEDR da vagem de faveira, com base no AFRC (1993) mostra-se inferior ao obtido pela equação de ØRSKOV & McDONALD (1979), de 68,9%. É conveniente destacar que para o AFRC (1993) a eficiência de captação de compostos nitrogenados rapidamente degradados no rúmen pelos microrganismos (fração *a*) igual a 80% (PEDR) e que a proteína que escapa à degradação ruminal menos $6,25 \times NIDA$ tem uma digestibilidade constante de 90% (PDNDR), do que resultam os valores apresentados na Tabela 6.5.

Tabela 6.5 – Estimativas da proteína efetivamente degradada no rúmen (PEDR, %) e proteína digestível não degradada no rúmen (PDNDR, %) do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) moído a partículas de 2 mm e da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) a partículas de 2 e 5 mm, para as taxas de passagem 2, 5 e 8%h⁻¹

Item	Feno de capim-tifton 85	Vagem de faveira	
		2 mm	5 mm
Proteína bruta (%)	9,14	11,18	11,18
	<i>PEDR</i> ¹		
Taxa de passagem (k=0,02)	3,93	7,62	7,73
(k=0,05)	2,52	6,54	6,64
(k=0,08)	2,03	6,01	6,08
	<i>PDNDR</i> ²		
Taxa de passagem (k=0,02)	3,31	2,05	1,96
(k=0,05)	4,47	2,95	2,87
(k=0,08)	4,87	3,38	3,32

¹PEDR=0,8a + [bc/(c+k)];

²PDNDR=0,9 (PNDR-6,25NIDA).

Conclusões

As vagens de faveira apresentam elevada solubilidade e degradabilidade efetiva da matéria seca *in situ*, independente do nível de consumo previsto, com estabilização da degradação da matéria seca e fibra em detergente neutro às 72 horas e da proteína bruta às 48 horas de incubação, sem que os tamanhos de partículas 2 e 5 mm exerçam influência sobre a degradabilidade de seus constituintes.

Resultados de pesquisas com vagem de faveira trituradas a partículas de tamanho 2 mm, realizadas pela técnica de sacos de náilon *in situ* no rúmen, podem ser extrapolados para condições de campo, quando da trituração deste concentrado a 5 mm para incorporação em dietas, com ressalvas para restrições das técnicas gravimétricas em relação a fatores antinutritivos de ingredientes alimentares.

O tanino de vagens de faveira não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* de seus constituintes, em especial da proteína bruta, apesar da baixa degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro para taxas de passagem de média a alta.

A ocorrência de compostos fenólicos na vagem de faveira requer a avaliação de técnicas mais sensíveis ao efeito destes compostos sobre a taxa de degradação dos princípios nutritivos, quando da substituição do método *in vivo*, como é o caso da técnica de produção de gás *in vitro*.

Referências Bibliográficas

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL (AFRC). *Energy and Protein Requirements of Ruminants*. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.
- ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M. Energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Anais...* Porto Alegre: ALPA, 2003. 1 CD.
- ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.141-147.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington, Virginia: AOAC, 1990. 2v.
- BARBI, J.H.T.; SAMPAIO, I.B.M.; PINTO, R.J.N. Efeito do tamanho de partícula na estimativa dos parâmetros da equação de degradação de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., João Pessoa, 1991. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p.225.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; MCKINNON, J.J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, v.100, n.1-2, p.107-112, 2002.
- CAMPOS, J. *Tabelas para Cálculo de Rações*. 2. ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1995. 64p.
- CARVALHO, J.H.; AMORIM, G.C.; ALCOFORADO FILHO, F.G. Avaliação de algaroba (*Prosopis juliflora*), bordão-de-velho (*Pithecelobium cf. saman*), faveira (*Parkia platycephala*) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) em área semi-árida e de baixa fertilidade natural, em São João do Piauí, PI. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. *Anais...* Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 439p. p.161-177. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 11).

- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. *Composição química e digestibilidade in vitro de vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.)*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1982. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Pesquisa em andamento, 23).
- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. Produtividade da Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em três municípios piauienses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. *Resumo...* Recife: IPA, 1983. p.44.
- COSTA, M.R. *Efeito de Tratamentos Pré-germinativos na Germinação e Produção de Mudanças de Visgueiro (Parkia platycephala Benth.)*. Areia: CCA/UFPB, 1995. 9p. (Relatório de Estágio Supervisionado, Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.
- EHLE, F.R.; MURPHY, M.R.; CLARK, J.H. *In situ* particle size reduction and the effect of particle size on degradation of crude protein and dry matter in the rumen of dairy steers. *Journal of Dairy Science*, v.65, n.6, p.963-971, 1982.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science*, v.48, n.2, p.249-251, 1965.
- FERREIRA, G.A.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N. et al. Estudo da cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e de tifton-85 e da silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ/ESALQ-USP, 2001. 1CD.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Quantification of Tannins in Tree Foliage: A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on 'Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage'*. Viena: FAO/IAEA Working Document, 2000. 26p.

- HALL, M.B. *Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual*. Flórida: University of Flórida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Bulletin N° 339. 2000. 76p.
- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1024-1032, 2002 (Suplemento).
- KHAZAAL, K.; BOZA, J.; ØRSKOV, E.R. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without insoluble polyvinylpolipyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science and Technology*, v.49, n.1-2, p.133-149, 1994.
- LOYOLA, V.R.; SANTOS, G.T.; ZEOULA, L.M. et al. Degradabilidade *in situ* do farelo de canola tratado com calor e/ou tanino. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.598-604, 1999.
- LUKHELE, M.S.; VAN RYSSSEN, J.B.J. The chemical composition and potential nutritive value of the foliage of four subtropical tree species in southern Africa for ruminants. *South African Journal of Animal Science*, v.33, n.2, p.132-141, 2003.
- MACHADO, F.A.; ALVES, A.A.; MOURA, J.W.S. et al. Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.1, n.1, p.39-43, 1999.
- MAKKAR, H.P.S. Recommendation for quality control of *in sacco* nylon bag technique. In: FIRST RESEARCH COORDINATION MEETING OF THE FAO/IAEA COORDINATED RESEARCH PROJECT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FOR USE OF NUCLEAR AND RELATED TECHNIQUES TO DEVELOP SIMPLE TANNIN ASSAYS FOR PREDICTING AND IMPROVING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FEEDING RUMINANTS ON TANNINIFEROUS TREE, Viena, 1999. *Proceedings...* Viena: FAO/IAEA, 1999. 3p.

- MALAFAIA, P.A.M.; VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.29-54.
- MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.67, n.9, p.805-807, 1997.
- MICHALET-DOREAU, B.; OULD-BAH, M.Y. *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.40, n.1, p.57-86, 1992.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUSA, B.M. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, avaliados pela técnica *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.1, p.222-228, 2003.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Ruminant Nitrogen Usage*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985b. 138p.
- NGWA, A.T.; NSAHLAI, I.V.; BONSI, M.L.K. The potential of legume pods as supplements to low quality roughages. *South African Journal of Animal Science*, v.30, Supplement 1, p.107-108, 2000.
- NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal of Animal Science*, v.60, n.5, p.1347-1358, 1985.

- NOCEK, J.E. *In situ* e outros métodos para estimar a proteína ruminal e a digestibilidade da energia: uma revisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.240-285.
- NOZELLA, E.F. *Determinação de Taninos em Plantas com Potencial Forrageiro para Ruminantes*. Piracicaba: CENA/USP, 2001. 58p. (Dissertação, Mestre em Ciências) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- ØRSKOV, E.R. *Nutrición Proteica de los Rumiantes*. Zaragoza, España: Editorial Acribia, 1988. 178p.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v.92, p.499-503, 1979.
- PETTIT, H.V.; RIOUX, R.; TREMBLAY, G.F. Evaluation of forages and concentrates by the "in situ" degradability technique. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.119-133.
- PLE. *Formulación de Piensos por Programación Lineal Estática*, Versión 1.2. Madrid, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 2000.
- PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, v.25, n.1, p.223-230, 1986.
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.81-88.

- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J.; OWEN, E. Optimal design for studying dry matter degradation in the rumen. *Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia*. V.47, n.3, p.373-383, 1995.
- SANTOS, R.A. Comparação das Técnicas "In Situ" e Produção de Gás na Avaliação de Alimentos para Ruminantes. Lavras: UFLA, 2001. 100p. (Tese, Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras.
- SAS INSTITUTE (SAS). *Statistical Analysis Systems User's Guide*. Version 8, Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *British Journal of Nutrition*, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 2002. 235p.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. *Método Alternativo para a Determinação de Fibra em Detergente Neutro e Detergente Ácido*. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 1999. 21p. (EMBRAPA Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 4).
- SOUZA, N.H. *Efeitos de Níveis Crescentes de Fibra em Detergente Neutro na Dieta sobre a Fermentação e Digestão Ruminal em Bubalinos e Bovinos*. Pirassununga: FZEA/USP, 1999. 95p. (Dissertação, Mestrado em Zootecnia) – Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos – Universidade de São Paulo.

- TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.7-27.
- TOLERA, A.; KHAZAAL, K.; ØRSKOV, E.R. Nutritive evaluation of some browse species. *Animal Feed Science and Technology*, v.67, n.2-3, p.181-195, 1997.
- VALADARES FILHO, S.C. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.95-118.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. 2th ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M. et al. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.871-879, 2000.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do Formaldeído na Proteção de Proteínas e Lipídeos em Rações para Ruminantes*. Viçosa: UFV, 1980. 98p. (Tese, *Doctor Scientiae*) – Universidade Federal de Viçosa.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.1-2, p.95-110, 1992.

7 CONCLUSÕES GERAIS

A vagem de faveira, por seu elevado conteúdo de carboidratos não fibrosos digestíveis, associado à baixa concentração de proteína digestível, consiste em alimento concentrado energético com grande potencial para suplementação de dietas para ruminantes.

Na suplementação de dietas com vagem de faveira deve-se considerar o efeito dos compostos tânicos sobre a digestibilidade da fração fibrosa e disponibilidade de proteína digestível.

Atenção especial deve ser dada aos limites preconizados para a presença de tanino em dietas de ruminantes, levando em consideração o mínimo de condições para perfeito funcionamento do rúmen, uma vez que a presença de tanino em dietas para manutenção, como é o caso da suplementação de ruminantes sob condições de pastejo durante a época seca nos trópicos, pode restringir a disponibilidade de nitrogênio amoniacal e aminoácidos aos microrganismos fibrolíticos, não trazendo as vantagens aludidas à proteção de proteína em animais de elevada produção.

A vagem de faveira, como fonte de carboidratos de rápida fermentação, permite a produção de ácido propiônico no ambiente ruminal e aumenta a eficiência do aproveitamento energético, por reduzir as perdas energéticas fermentativas na forma de metano.

Nas condições deste trabalho, a inclusão de vagem de faveira em 36,4% em substituição ao feno de capim-tifton 85 resultou em maximização da retenção de *N* (% do *N* ingerido), demonstrando ser esta concentração um referencial para maior eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e menor impacto sobre o ambiente quando de sua inclusão em suplementação a volumosos;

A dosagem de uréia no soro sangüíneo mostrou-se eficiente em refletir o *status* nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta como reflexo da presença de compostos polifenólicos, podendo ser adotada em sistemas de produção onde vegetais portadores destes fatores antinutricionais integrem a composição florística.

As vagens de faveira apresentam elevada solubilidade e degradabilidade efetiva da matéria seca *in situ*, independente do nível de consumo previsto, com estabilização da degradação da matéria seca e fibra em detergente neutro às 72 horas e da proteína bruta às 48 horas de incubação, sem que os tamanhos de partículas 2 e 5 mm exerçam influência sobre a degradabilidade de seus constituintes.

Resultados de pesquisas com vagem de faveira trituradas a partículas de tamanho 2 mm, realizadas pela técnica de sacos de náilon *in situ* no rúmen, podem ser extrapolados para condições de campo, quando da trituração deste concentrado a 5 mm para incorporação em dietas, com ressalvas para restrições das técnicas gravimétricas em relação a fatores antinutritivos de ingredientes alimentares.

O tanino de vagens de faveira não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* de seus constituintes, em especial da proteína bruta, apesar da baixa degradabilidade efetiva da fibra em detergente neutro para taxas de passagem de média a alta.

A ocorrência de compostos fenólicos na vagem de faveira requer a avaliação de técnicas mais sensíveis ao efeito destes compostos sobre a taxa de degradação dos princípios nutritivos, quando da substituição do método *in vivo*, como é o caso da técnica de produção de gás *in vitro*.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS GERAIS

- ABDULRAZAK, S.A.; FUJIHARA, T.; ONDIEK, J.K. et al. Nutritive evaluation of some Acacia tree leaves from Kenya. *Animal Feed Science and Technology*, v.85, n.1-2, p.89-98, 2000.
- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, v.75, n.1-2, p.1-12, 1999.
- AGRICULTURAL RESEARCH COUNCIL (ARC). *The Nutrient Requirements of Ruminant Livestock*. England: Agricultural Research Council. Commonwealth Agricultural Bureaux, 1980. 351p.
- ALVARENGA, M.C.V. *Consumo e digestibilidade aparente de silagens de sorgo (Sorghum vulgare Pers) em três momentos de corte e dois tamanhos de partículas, em carneiros*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 1993. 82p. (Dissertação, Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M. Energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Anais...* Porto Alegre: ALPA, 2003. 1 CD.
- ANDERSON, D.M.W.; PINTO, G.L. Gum polysaccharides from three *Parkia* species. *Phytochemistry*, v.24, n.1, p.77-79, 1985.
- ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.141-147.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (AOAC). *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington, Virginia: AOAC, 1990. 2v.

- AUSTIN, P.J.; SUCHAR, L.A.; ROBBINS, C.T. et al. Tannin-binding proteins in saliva of deer and their absence in saliva of sheep and cattle. *Journal of Chemical Ecology*, v.15, n.4, p.1335-1347, 1989.
- BAILEY, C.B. The rate of secretion of mixed saliva in the cow. *Proceedings of Nutrition Society*, v.18, p.13, 1958.
- BAKER, L.D.; FERGUSON, J.D.; RAMBERG, C.F. Kinetic analysis of urea transport from plasma to milk in dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.75 (Supplement 1), p.181, 1992. (Abstract).
- BARAHONA, R.; LASCANO, C.E.; COCHRAN, R. et al. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. *Journal of Animal Science*, v.75, n.6, p.1633-1640, 1997.
- BARBI, J.H.T.; SAMPAIO, I.B.M.; PINTO, R.J.N. Efeito do tamanho de partícula na estimativa dos parâmetros da equação de degradação de matéria seca. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 28., João Pessoa, 1991. *Anais...* João Pessoa: SBZ, 1991. p.225.
- BARROSO, G.M.; PEIXOTO, A.L.; COSTA, C.G. et al. *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1991. v.2, 326p.
- BARRY, T.N.; MANLEY, T.R. The role of condensed tannins in the nutritional value of *Lotus pedunculatus* for sheep. 2. Quantitative digestion of carbohydrates and proteins. *British Journal of Nutrition*, v.51, p.493-504, 1984.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; MCKINNON, J.J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Animal Feed Science and Technology*, v.100, n.1-2, p.107-112, 2002.
- BAUMANN, M.; MÜLLER, W.; GREILING, J. Effect of fodder plants containing tannin on clostridia flora in the intestine of sheep. *Animal Research and Development*, v.45, p.73-81, 1997.
- BLAXTER, K.L. *The Energy Metabolism of Ruminants*. London: Hutchinson & Company, 1962. 329p.

- BOHNERT, D.W.; SCHAUER, C.S.; FALCK, S.J. et al. Influence of rumen protein degradability and supplementation frequency on steers consuming low-quality forage: II. Ruminal fermentation characteristics. *Journal of Animal Science*, v.80, n.11, p.2978-2988, 2002.
- BRAGA, R. *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 3. ed. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, 1976. 540p. (Coleção Mossoroense, v.42).
- CAMPOS, J. *Tabelas para Cálculo de Rações*. 2. ed., Viçosa: Imprensa Universitária da UFV, 1995. 64p.
- CARVALHO, J.H. Faveira: uma valiosa árvore forrageira. *O Campo*, v.7, n.1, p.14, 1986.
- CARVALHO, J.H.; AMORIM, G.C.; ALCOFORADO FILHO, F.G. Avaliação de algaroba (*Prosopis juliflora*), bordão de velho (*Pithecelobium cf. saman*), faveira (*Parkia platycephala*) e pau-ferro (*Caesalpinia ferrea*) em área semi-árida e de baixa fertilidade natural, em São João do Piauí, PI. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. *Anais...* Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 439p. p.161-177. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 11).
- CARVALHO, J.H.; NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B. et al. *Produção de vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.) em Teresina-PI*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1981. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Pesquisa em andamento, 13).
- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. *Composição química e digestibilidade in vitro de vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.)*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1982. 4p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Pesquisa em andamento, 23).

- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. Produtividade da Faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em três municípios piauienses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. *Resumo...* Recife: IPA, 1983. p.44.
- CORRÊA, M.P. *Dicionário das Plantas Úteis do Brasil e das Exóticas Cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional/Ministério da Agricultura/Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, 1984. v.3, 646p., p.27-28.
- COSTA, M.R. *Efeito de Tratamentos Pré-germinativos na Germinação e Produção de Mudanças de Visgueiro (Parkia platycephala Benth.)*. Areia: CCA/UFPB, 1995. 9p. (Relatório de Estágio Supervisionado, Graduação em Engenharia Agrônômica) – Universidade Federal da Paraíba.
- DALZELL, S.A.; SHELTON, H.M. Methods of field preservation and selection of sample tissue for condensed tannin analysis in *Leucaena* species. *Animal Feed Science and Technology*, v.68, n.3-4, p.353-360, 1997.
- DECANDIA, M.; MOLLE, G.; SITZIA, M. et al. Responses to an antitannic supplementation by browsing goats. IN: INTERNATIONAL CONFERENCE ON GOATS, 7., Tours, França, 2000. *Proceedings...* Tours, França: International Goat Association, 2000a. p.71-73.
- DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A. et al. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. *Small Ruminant Research*, v.38, n.2, p.157-164, 2000b.
- DEMEKE, S. Nutritive value of forage ensiled coffee pulp supplemented with *Sesbania sesban*. In: INTERNATIONAL FOUNDATION FOR SCIENCE WORKSHOP: ANIMAL PRODUCTION SCIENTIFIC WORKSHOP FOR EAST AFRICAN IFS GRANTEES. Kampala, Uganda, 1993. *Proceedings...* Uganda: IFS, 1993. 8p. Disponível em: http://www.ifs.se/Workshops/Kampala_1993/shem.htm. Acesso em: 25 jul. 2003.

- DEVENDRA, C. The intake and digestibility of Napier grass (*Pennisetum purpureum*) at four, five and six weeks of growth by goats and sheeps in Trinidad. *Turrialba*, v.25, n.3, p.226-231, 1975.
- DUCKE, A.J.W. *Estudos Botânicos no Ceará*. Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró – ESAM, 1979. 104p. (Coleção Mossoroense, v.90, Edição facsimilar da Separata dos Anais da Academia Brasileira de Ciências, Rio de Janeiro, v.31, n.2, p.211-308, 1959).
- EHLE, F.R.; MURPHY, M.R.; CLARK, J.H. *In situ* particle size reduction and the effect of particle size on degradation of crude protein and dry matter in the rumen of dairy steers. *Journal of Dairy Science*, v.65, n.6, p.963-971, 1982.
- EUCLIDES, V.B.P.; LEÃO, M.I.; ROSTAGNO, H.S. et al. Influencia do nível de tanino sobre os coeficientes de Digestibilidade aparente do grão de sorgo triturado. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.6, n.2, p.262-272, 1977.
- FENNER, H. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by steam distillation. *Journal of Dairy Science*, v.48, n.2, p.249-251, 1965.
- FERREIRA, G.A.; JOBIM, C.C.; MARTINS, E.N. et al. Estudo da cinética de degradação ruminal dos fenos de alfafa e de tifton-85 e da silagem de milho. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., Piracicaba, 2001. *Anais...* Piracicaba: SBZ/ESALQ-USP, 2001. 1CD.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). *Quantification of Tannins in Tree Foliage: A laboratory manual for the FAO/IAEA Co-ordinated Research Project on 'Use of Nuclear and Related Techniques to Develop Simple Tannin Assays for Predicting and Improving the Safety and Efficiency of Feeding Ruminants on Tanniniferous Tree Foliage'*. Viena: FAO/IAEA Working Document, 2000. 26p.
- GARRETT, W.N. Energy utilization of growing cattle as determined in 72 comparative slaughter experiments. In: MOUNT, L.E. (Ed.) *Energy Metabolism*. Cambridge: European Association for Animal Production Publication N°. 26, 1980. p.3-7.

- GIRÃO, R.N.; NASCIMENTO, H.T.S.; LEAL, J.A. *et al.* *Suplementação alimentar para vacas no final da gestação no período seco*. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte, 1998. 4p. (EMBRAPA Meio-Norte. Pesquisa em andamento, 79).
- GLENN, B.P.; WALDO, D.R.; TYRRELL, H.F. *et al.* Effect of increasing alfalfa and corn silage insolubilities on performance of cows in early lactation. *Journal of Dairy Science*, v.66 (Supplement 1), p.146, 1983.
- GONÇALVES, L.C.; BORGES, A.L.C.C.; RODRIGUEZ, N.M. *et al.* Silagens de sorgo de porte alto com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. IV - Digestibilidade *in vitro* da matéria seca. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.50, n.2, p.167-170, 1998.
- GONZAGA NETO, S.; BATISTA, A.M.V.; CARVALHO, F.F.R. *et al.* Composição bromatológica, consumo e digestibilidade *in vivo* de dietas com diferentes níveis de feno de catingueira (*Caesalpineae bracteosa*), fornecidas para ovinos Morada Nova. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.2, p.553-562, 2001.
- HALL, M.B. *Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual*. Flórida: University of Flórida. Institute of Food and Agricultural Sciences. Bulletin N° 339, 2000. 76p.
- HERVÁS, G.; FRUTOS, P.; SERRANO, E. *et al.* Effect of tannic acid on rumen degradation and intestinal digestion of treated soya bean meals in sheep. *The Journal of Agricultural Science*, v.135, n.3, p.305-310, 2000.
- HOPKINS, H.C. The taxonomy, reproductive biology and economic potential of *Parkia* (*Leguminosae: Mimosoideae*) in Africa and Madagascar. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v.87, n.2, p.135-167, 1983.
- HOUAISS, A.; VILLAR, M.S. *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001. 2925p.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE (INRA). *Alimentación de los Rumiantes*. Madri: Mundi-Prensa, 1981. 697 p.

- ÍTAVO, L.C.V.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, F.F. et al. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando indicadores internos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.2, p.1024-1031, 2002 (Suplemento).
- JONES, R.J.; MEYER, J.H.F.; BECHAZ, M. et al. An approach to screening potential pasture species for condensed tannin activity. *Animal Feed Science and Technology*, v.85, n.3-4, p.269-277, 2000.
- KAUFFMAN, A.J.; ST-PIERRE, N.R. The relationship of milk urea nitrogen to urine nitrogen excretion in Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science*, v.84, n.10, p.2284-2294, 2001.
- KEIR, B.; VAN BIEN, D.; PRESTON, T.R. et al. Nutritive value of leaves from tropical trees and shrubs: 2. Intake, growth and digestibility studies with goats. *Livestock Research for Rural Development*, v.9, n.4, 1997. 4p. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrdhome.html>. Acesso em: 28 jul. 2003.
- KENNEDY, P.M.; MILLIGAN, L.P. The degradation and utilization of endogenous urea in the gastrointestinal tract of ruminants: a review. *Canadian Journal of Animal Science*, v.60, n.2, p.205-221, 1980.
- KHAZAAL, K.; BOZA, J.; ØRSKOV, E.R. Assessment of phenolics-related antinutritive effects in Mediterranean browse: a comparison between the use of the *in vitro* gas production technique with or without insoluble polyvinylpolipyrrolidone or nylon bag. *Animal Feed Science and Technology*, v.49, n.1-2, p.133-149, 1994.
- KIMAMBO, A.E.; MU YA, H.M.H. Rumen degradation of dry matter and organic matter of different parts of the banana plant. *Livestock Research for Rural Development*, v.3, n.3, 1991. 5p. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd3/3/sarec2.htm>. Acesso em: 28 jul. 2003.

- KUMAR, R. Anti-nutritional factors, the potential risks of toxicity and methods to alleviate them. In: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. FAO. *Legume Trees and other Fodder Trees as Protein Sources for Livestock*. Viena: FAO, Animal Production and Health, Paper 102. p.145-160, 1991. Disponível em: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/AHPP102/102-145.pdf>. Acesso em: 04 nov. 2003.
- KUMAR, R.; HORIZOME, T. Fractionation, characterization, and protein-precipitating capacity of the condensed tannins from *Robinia pseudoacacia* L. Leaves. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v.34, n.3, p.487-489, 1986.
- KUMAR, R.; SINGH, M. Tannins: their adverse role in ruminant nutrition. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. v.32, n.3, p.447-453, 1984.
- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Avaliação do feno de *Arachis pintoi* utilizando o ensaio de digestibilidade *in vivo*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2350-2356, 2002a.
- LADEIRA, M.M.; RODRIGUEZ, N.M.; BORGES, I. Balanço de nitrogênio, degradabilidade de aminoácidos e concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen de ovinos alimentados com feno de *Stylosanthes guianensis*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.6, p.2357-2363, 2002b.
- LAVEZZO, O.E.N.M.; RUSSO, H.G.; LAVEZZO, W. et al. Avaliação de silagens confeccionadas com híbridos de milho, plantados em densidades diferentes, através dos parâmetros de fermentação ruminal, em ovinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33. Brasília, 1995. *Anais...* Brasília: SBZ, 1995. 752p., p.214-216.
- LANDAU, S.; SILANIKOVE, N.; NITSAN, Z. et al. Short-term changes in eating patterns explain the effects of condensed tannins on feed intake in heifers. *Applied Animal Behaviour Science*, v.69, n.3, p.199-213, 2000.

- LASCANO, C.E., BOREL, R., QUIROZ, R. et al. Recommendations on the methodology for measuring consumption and *in vivo* digestibility. In: RUIZ, M.E., RUIZ, S.E. (Eds.) *Ruminant nutrition research: methodological guidelines*. San Jose, C.R.: Inter-American Network for Animal Production Systems Research, 1992. p.173-182.
- LOYOLA, V.R.; SANTOS, G.T.; ZEOULA, L.M. et al. Degradabilidade *in situ* do farelo de canola tratado com calor e/ou tanino. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.598-604, 1999.
- LUETZELBURG, P. *Estudo Botânico do Nordeste*. Rio de Janeiro: Ministério da Viação e Obras Públicas, 1922/1923. 3v., v.1, 126p. (Ministério da Viação e Obras Públicas. Inspetoria Federal de Obras Contra as Seccas. Publicação n. 57, Série I, A). Mossoró: Escola Superior de Agricultura de Mossoró, s.d. 126p. (Coleção Mossoroense, v.166).
- LUKHELE, M.S.; VAN RYSSSEN, J.B.J. The chemical composition and potential nutritive value of the foliage of four subtropical tree species in southern Africa for ruminants. *South African Journal of Animal Science*, v.33, n.2, p.132-141, 2003.
- MACHADO, F.A.; ALVES, A.A.; MOURA, J.W.S. et al. Valor nutritivo da vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) para ruminantes. *Revista Científica de Produção Animal*, v.1, n.1, p. 39-43, 1999.
- MAGALHÃES, P.C.; RODRIGUES, W.A.; DURÃES, F.O.M. *Tanino no Grão de Sorgo: Bases Fisiológicas e Métodos de Determinação*. EMBRAPA/CNPMS, 1997. 26p. (EMBRAPA/CNPMS. Circular Técnica, 27).
- MAKKAR, H.P.S. Recommendation for quality control of *in sacco* nylon bag technique. In: FIRST RESEARCH COORDINATION MEETING OF THE FAO/IAEA COORDINATED RESEARCH PROJECT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FOR USE OF NUCLEAR AND RELATED TECHNIQUES TO DEVELOP SIMPLE TANNIN ASSAYS FOR PREDICTING AND IMPROVING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FEEDING RUMINANTS ON TANNINIFEROUS TREE, Viena, 1999. *Proceedings...* Viena: FAO/IAEA, 1999. 3p. Disponível em: <http://www.fao.org/ag/age/d3/crp/pubd31022nylonbags.pdf>. Acesso em: 03 ago. 2003.

- MAKKAR, H.P.S.; BOROWY, N.K.; BECKER, K. et al. Some problems in fiber determination of a tannin-rich forage (*Acacia saligna* leaves) and their implications in *in vivo* studies. *Animal Feed Science and Technology*, v.55, n.1-2, p.67-76, 1995.
- MALAFAIA, P.A.M.; VIEIRA, R.A.M. Técnicas de determinação e avaliação dos compostos nitrogenados em alimentos para ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.29-54.
- MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. *Indian Journal of Animal Sciences*, v.67, n.9, p.805-807, 1997.
- McLEOD, M.N. Plant tannins - their role in forage quality. *Nutrition Abstracts & Reviews*, v.44, n.11, p.803-815, 1974.
- MERTENS, D. Formulating dairy rations: using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *Proc. Informational Conference with Dairy and Forage Industries*. Wisconsin: US Dairy Forage Research Center, 1996. p.81-92. Disponível em: http://www.dfrc.wisc.edu/Research_Summaries/ind_meet/dfrc12.pdf. Acesso em: 03 ago. 2003.
- MICHALET-DOREAU, B.; OULD-BAH, M.Y. *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Animal Feed Science and Technology*, v.40, n.1, p.57-86, 1992.
- MOLINA, D.O.; PELL, A.N.; HOGUE, D.E. Effects of ruminal inoculations with tannin-tolerant bacteria on fibre and nitrogen digestibility of lambs fed a high condensed tannin diet. *Animal Feed Science and Technology*, v.81, n.1-2, p.69-80, 1999.

- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUSA, B.M. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, avaliados pela técnica *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.32, n.1, p.222-228, 2003.
- MÜHLBACH, P.R.F.; LÓPEZ, J.; LEBOUTE, E.M. Avaliação *in vitro* dos taninos de castanheira (*Castanea sativa* Mill.) e acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Willd.) como agentes de proteção da proteína do farelo de soja. *Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia*, v.11, n.4, p.746-763, 1982.
- MUPANGWA, J.F.; ACAMOVIC, T.; TOPPS, J.H. et al. Content of soluble and bound condensed tannins of three tropical herbaceous forage legumes. *Animal Feed Science and Technology*, v.83, n.2, p.139-144, 2000.
- NASCIMENTO, H.T.S.; NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; RAMOS, G.M. et al. Desempenho de novilhas em pastagem de capim andropógon (*Andropogon gayanus* Kunth) suplementado com vagens de faveira. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 6., 1990, Teresina. *Anais...* Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 439p. p.352-363. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 11).
- NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A.; NASCIMENTO, H.T.S. et al. *Forrageiras da bacia do Parnaíba: usos e composição química*. Teresina: EMBRAPA-CPAMN/Recife: Associação Plantas do Nordeste – PNE, 1996. 86p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 19).
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1975. 72p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Nutrient Requirements of Sheep*. 6th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985a. 99p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL (NRC). *Ruminant Nitrogen Usage*. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985b. 138p.

- NEW YORK BOTANICAL GARDEN (NYBG). *Vascular Plant Type Catalog: Mimosaceae*. Disponível em: <http://www.nybg.org/bsci/hcol/vasc/Mimosaceae.html>. Acesso em: 21 out. 2003.
- NGWA, A.T.; NSAH LAI, I.V.; BONSI, M.L.K. The potential of legume pods as supplements to low quality roughages. *South African Journal of Animal Science*, v.30, Supplement 1, p.107-108, 2000.
- NITROGEN FIXING TREE ASSOCIATION (NFTA). *Destaques NFT: Porque árvores fixadoras de nitrogênio?*. Morrilton, Arkansas: Nitrogen Fixing Tree Association, 1989. 5p. Disponível em: <http://www.winrock.org/forestry/Portugese/Whyntfs.htm>. Acesso em: 25 jul. 2003.
- NOCEK, J.E. Evaluation of specific variables affecting *in situ* estimates of ruminal dry matter and protein digestion. *Journal of Animal Science*, v.60, n.5, p.1347-1358, 1985.
- NOCEK, J.E. *In situ* e outros métodos para estimar a proteína ruminal e a digestibilidade da energia: uma revisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.240-285.
- NOZELLA, E.F. *Determinação de Taninos em Plantas com Potencial Forrageiro para Ruminantes*. Piracicaba: CENA/USP, 2001. 58p. (Dissertação, Mestre em Ciências) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura da Universidade de São Paulo.
- NUÑEZ-HERNANDEZ, G.; WALLACE, J.D.; HOLECHEK, J.L. et al. Condensed tannins and nutrient utilization by lambs and goats fed low-quality diets. *Journal of Animal Science*, v.69, n.3, p.1167-1177, 1991.
- OLIVEIRA, J.J.R.; OLIVEIRA, J.C.G.; ALCOFORADO FILHO, F.G. et al. Avaliação da germinação de sementes de faveira. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 24., 1987, Brasília. *Anais...* Brasília: SBZ, 1987. 427p. p.153.

- ØRSKOV, E.R. *Nutrición Proteica de los Rumiantes*. Zaragoza, España: Acribia, 1988. 178p.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *Journal of Agricultural Science*, v.92, p.499-503, 1979.
- ØRSKOV, E.R.; RYLE, M. *Energy Nutrition in Ruminants*. New York: Elsevier Science, 1990. 149p.
- ORTOLANI, E.L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. *Arquivos da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais*, v.33, n.2, p.269-275, 1981.
- PAMBU-GOLLAH, R.; CRONJÉ, P.B.; CASEY, N.H. An evaluation of the use of blood metabolite concentrations as indicators of nutritional status in free-ranging indigenous goats. *South African Journal of Animal Science*, v.30, n.2, p.115-120, 2000.
- PETERS, J.P.; PAULISSEN, J.B.; ROBINSON, J.A. The effects of diet on water flux and volatile fatty acid concentrations in the rumen of growing beef steers fed once daily. *Journal of Animal Science*, v.68, n.6, p.1711-1718, 1990.
- PETIT, H.V.; RIOUX, R.; TREMBLAY, G.F. Evaluation of forages and concentrates by the "in situ" degradability technique. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.119-133.
- PIAUI. Lei N°. 3.888, de 26 set. 1983. Proíbe a derrubada de palmáceas e árvores, que especifica e dá outras providências. *Diário Oficial*. Teresina, v.51, n.188, p.3, 1983.
- PLE. *Formulación de Piensos por Programación Lineal Estática*, Versión 1.2. Madrid, España: Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, 2000.

- PORTER, L.J.; HRSTICH, L.N.; CHAN, B.G. The conversion of procyanidins and prodelphinidins to cyanidin and delphinidin. *Phytochemistry*, v.25, n.1, p.223-230, 1986.
- QUÍMICA BÁSICA. QUIBASA. *Bioclin: Uréia enzimática*. Belo Horizonte: Química Básica, 2001. 2p.
- RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H.; LEAL, J.A. Adição de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) a Volumosos na alimentação de bovinos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1., 1983, Olinda. *Resumos...* Recife: IPA, 1983. p.1.
- RAMOS, G.M.; CARVALHO, J.H.; LEAL, J.A. *Aproveitamento das vagens de faveira (Parkia platycephala Benth.) como suplemento à silagem de sorgo (Sorghum bicolor (L.) Moench) na alimentação de bovinos*. Teresina: EMBRAPA-UEPAE de Teresina. 1985. 9p. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Boletim de Pesquisa, 7).
- RAMOS, G.M.; LEAL, J.A.; CARVALHO, J.H. Avaliação de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) como fonte de suplementação para bovinos. In: SEMINÁRIO DE TECNOLOGIA AGROPECUÁRIA INOVADORA PARA O NORDESTE, 1986, Fortaleza. *Anais...* Fortaleza: BNB/ETENE, 1986. 504p. p.341-343.
- RAMOS, G.M.; LEAL, J.A.; CARVALHO, J.H. Avaliação de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) como fonte de suplementação para bovinos. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO PIAUÍ, 4., 1986, Teresina. *Anais...* Teresina, EMBRAPA-UEPAE de Teresina, 1992. 533p. p.382-389. (EMBRAPA-UEPAE de Teresina. Documentos, 6).
- RAMOS, G.M.; NASCIMENTO, H.T.S.; LEAL, J.A. et al. *Alternativas para suplementação de ruminantes no período seco, na Região Meio-Norte*. Teresina: EMBRAPA Meio-Norte. 1999. 55p. (EMBRAPA Meio-Norte. Circular Técnica, 23).

- RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. Comparação fitossociológica de reservas de cerrado adjacentes a plantios agrícolas na Bahia e no Maranhão. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 3., 1996, Brasília. *Resumos...* Brasília: Universidade de Brasília/Departamento de Ecologia, 1996. 539p. p.130-131.
- RIZZINI, C.T. *Tratado de fitogeografia do Brasil: aspectos ecológicos, sociológicos e florísticos*. 2. ed. Rio de Janeiro: Âmbito Cultural, 1997. 747p.
- RODRIGUES, W.A.; MAGALHÃES, P.C.; SANTOS, F.G. et al. Análise de cruzamentos dialélicos parciais para teor de tanino em sorgo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.33, n.7, p.1079-1083, 1998.
- RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L.C.; NOGUEIRA, F.A.S. et al. Silagem de sorgo de porte baixo com diferentes teores de tanino e de umidade no colmo. I – pH e teores de matéria seca e de ácidos graxos durante a fermentação. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.51, n.5, p.485-490, 1999.
- ROGÉRIO, M.C.P. *Consumo, Digestibilidade Aparente e Balanço de Nitrogênio de Dietas Contendo Feno de Tifton 85 (Cynodon spp) e Níveis Crescentes de Caroço de Algodão (Gossypium hirsutum) em Ovinos*. Belo Horizonte: UFMG/Escola de Veterinária, 2001. 59p. (Dissertação, Mestre em Zootecnia) – Universidade Federal de Minas Gerais.
- ROSALES, M.; GILL, M. Tree mixtures within integrated farming systems. *Livestock Research for Rural Development*, v.9, n.4, 1997. 11p.
- ROSALES, M.; LAREDO, M.; CUESTA, A. et al. Uso de árboles forrajeros para el control de protozoarios ruminales. *Livestock Research for Rural Development*, v.1, n.1, 1989. 6p. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrdhome.html>. Acesso em: 28 jul. 2003.
- RUSSEL, R.W.; LOLLEY, J.R. Deactivation of tannin in high tannin milo by treatment with urea. *Journal of Dairy Science*, v.72, n.9, p.2427-2430, 1989.

- SALAWU, M.B.; ACAMOVIC, T.; STEWART, C.S. et al. The use of tannins as silage additives: effects on silage composition and mobile bag disappearance of dry matter and protein. *Animal Feed Science and Technology*, v.82, n.3-4, p.243-259, 1999.
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.81-88.
- SAMPAIO, I.B.M. *Estatística Aplicada à Experimentação Animal*. 2. ed. Belo Horizonte: Fundação de Ensino e Pesquisa em Medicina Veterinária e Zootecnia, 2002. 265p.
- SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J.; OWEN, E. Optimal design for studying dry matter degradation in the rumen. *Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*. v.47, n.3, p.373-383, 1995.
- SANTOS, C.F. *Purificação e Caracterização Parcial de uma Lectina de Sementes de Parkia platycephala Benth.* Fortaleza: UFC, 1992. 123p. (Dissertação, Mestrado em Bioquímica) – Universidade Federal do Ceará.
- SANTOS, R.A. Comparação das Técnicas “In Situ” e Produção de Gás na Avaliação de Alimentos para Ruminantes. Lavras: UFLA, 2001. 100p. (Tese, Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras.
- SAS. *SAS/STAT User's Guide*. Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production *in vitro*. *British Journal of Nutrition*, v.32, n.2, p.199-208, 1974.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed., Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SMITH, K.; GHOLZ, H.L.; OLIVEIRA, F.A. Litterfall and nitrogen-use efficiency of plantations and primary forest in the eastern Brazilian Amazon. *Forest Ecology and Management*, v.109, n.1-3, p.209-220, 1998.

- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SOCORRO, E.P.; MENEZES, D.R.; GUIMARÃES, J.E. et al. Perspectivas do uso da medida do teor de uréia no muco vaginal de caprinos como monitor do equilíbrio de dietas. IN: CONGRESSO BRASILEIRO DE MEDICINA VETERINÁRIA – CONBRAVET, 28., 2001, Salvador. *Anais...* Salvador: Sociedade Brasileira de Medicina Veterinária, 2001. 1 CD.
- SOUZA, G.B.; NOGUEIRA, A.R.A.; SUMI, L.M. et al. *Método Alternativo para a Determinação de Fibra em Detergente Neutro e Detergente Ácido*. São Carlos: EMBRAPA Pecuária Sudeste, 1999. 21p. (EMBRAPA Pecuária Sudeste. Boletim de Pesquisa, 4).
- SREERANGARAJU, G.; KRISHNAMOORTHY, U.; KAILAS, M.M. Evaluation of Bengal gram (*Cicer arietinum*) husk as a source of tannin and its interference in rumen and post-rumen nutrient digestion in sheep. *Animal Feed Science and Technology*, v.85, n.1-2, p.131-138, 2000.
- TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. *Journal of Dairy Science*, v.75, n.1, p.345-357, 1992.
- TANNER, J.C.; REED, J.D.; OWEN, E. The nutritive value of fruits (pods with seeds) from four *Acacia* spp. compared with extracted noug (*Guizotia abyssinica*) meal as supplements to maize stover for ethiopian highland sheep. *Animal Production*, v.51, n.1, p.127-133, 1990.
- TEIXEIRA, J.C. Introdução aos métodos de determinação de digestibilidade em ruminantes. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. 327p., p.7-27.
- TOLERA, A.; KHAZAAL, K.; ØRSKOV, E.R. Nutritive evaluation of some browse species. *Animal Feed Science and Technology*, v.67, n.2-3, p.181-195, 1997.

- VALADARES FILHO, S. Utilização da técnica *in situ* para avaliação dos alimentos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31./SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. 147p., p.95-118.
- VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; GONÇALVES, L.C. et al. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentração de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. IN: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. v.1, p.118-120. 1CD.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional Ecology of the Ruminant*. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *Journal of Dairy Science*, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MÂNCIO, A.B. et al. Influência de Rumensin[®], óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.
- VELOSO, C.M.; RODRIGUEZ, N.M.; SAMPAIO, I.B.M. et al. pH e Amônia Ruminais, Relação Folhas:Hastes e Degradabilidade Ruminal da Fibra de Forrageiras Tropicais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.29, n.3, p.871-879, 2000.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do Formaldeído na Proteção de Proteínas e Lipídeos em Rações para Ruminantes*. Viçosa: UFV, 1980. 98p. (Tese, Doutor em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa.
- VIRK, A.S.; MENKE, K. Occurrence and nutritional significance of tannins present in unconventional feeds in India. *Animal Research and Development*, v.24, p.7-22, 1986.

- VISGUEIRO garante alimento para as aves do Araripe o ano inteiro. *Jornal do Commercio on Line*, Recife, 17/03/1999. Disponível em: http://www2.uol.com.br/JC/_1999/1703/cm1703a.htm. Acesso em: 25 jul. 2003.
- WATERS, C.J.; KITCHERSIDE, M.A.; WEBSTER, A.J.F. Problems associated with estimating the digestibility of undegraded dietary nitrogen from acid-detergent insoluble nitrogen. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.3-4, p.279-291, 1992.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Animal Feed Science and Technology*, v.39, n.1-2, p.95-110, 1992.
- WEST, J.W.; HILL, G.M.; UTLEY, P.R. Peanut skins as a feed ingredient for lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, v.76, n.2, p.590-599, 1993.
- WILMAN, D.; AHMAD, N. *In vitro* digestibility, neutral detergent fibre, lignin and cell wall thickness in plant parts of three forage species. *Journal of Agricultural Science*, v.133, n.1, p.103-108, 1999.
- WILMAN, D.; MOGHADDAM, P.R. *In vitro* digestibility and neutral detergent fibre and lignin contents of plant parts of nine forage species. *Journal of Agricultural Science*, v.131, n.1, p.51-58, 1988.
- WOODWARD, A.; REED, J.D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. *Journal of Animal Science*, v.75, n.4, p.1130-1139, 1997.
- ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F. et al. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH₃ e eficiência microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002 (Suplemento).
- ZIMMER, N.; CORDESSE, R. Digestibility and ruminal digestion of non-nitrogenous compounds in adult sheep and goats: effects of chestnut tannins. *Animal Feed Science and Technology*, v.61, n.1-4, p.259-273, 1996a.
- ZIMMER, N.; CORDESSE, R. Influence des tanins sur la valeur nutritive des aliments des ruminants. *INRA Productions Animales*, v.9, n.3, p.167-179, 1996b.

ANEXOS

Do solo fez o SENHOR Deus brotar toda sorte de árvores agradáveis à vista e boa para alimento; e também a árvore da vida no meio do jardim, e a árvore do conhecimento do bem e do mal.

Gênesis 2:9.

ANEXO A – Achados clínicos, de necropsia e histopatológicos do ovino sacrificado

I - Caracterização e manejo do animal

Animal da espécie ovina, do sexo masculino, tendo sido castrado anteriormente, mestiço da raça Santa Inês, adquirido em uma propriedade próxima à Fortaleza, desmamado, com aproximadamente 17 kg e dentes de leite (Figura A.1).

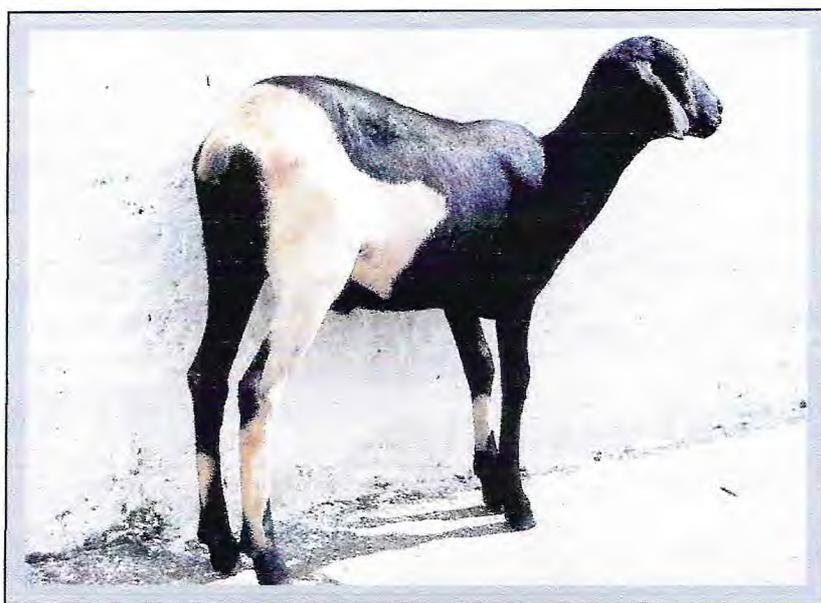


Figura A.1 – Animal sacrificado e necropsiado. Fotografia retirada ao quinto dia da fase de coleta de amostras.

Durante os noventa dias que antecederam o experimento, o animal pastejou em piquete contendo predominantemente capim de burro (*Cynodon dactylon* (L.) Pers.) e recebeu suplementação com capim elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) picado e concentrado comercial, além de água e mistura mineral para ovinos. Dois dias antes do início do experimento, passou a consumir exclusivamente feno de capim-tifton 85 picado (*Cynodon* spp.) (FT).

O animal foi pesado ao primeiro dia do experimento, tendo apresentado peso vivo 22,5 kg, quando a dieta passou a constar de 50% de vagem de faveira moída (VF) + 50% FT; no segundo e terceiro dia, 75% VF + 25% FT; e, a partir do quarto dia, VF como dieta exclusiva, fornecida por toda a fase pré-experimental (14 dias) e experimental.

II - Achados clínicos

Quando da anestesia para caudectomia, procedida sessenta dias antes do início do experimento, mediante injeção por via intramuscular de 0,05 mg de cloridrato de tiazina/kg de peso vivo, e, após nítida sedação, infiltração típica de 2,5 mL de cloridrato de lidocaína, verificaram-se problemas cardiorespiratórios no animal, caracterizados por taquicardia, dispnéia e dificuldade de retorno da anestesia.

O animal apresentou redução de 3,1 kg de peso vivo durante os primeiros 14 dias da fase experimental, correspondente a 0,7% do peso vivo, quando consumiu vagem de faveira como dieta exclusiva.

O consumo da dieta nos quatro primeiros dias da fase de coletas foi 435,7; 335,1; 61,3 e 38,1 g da dieta, com excreção fecal de apenas 60 g no primeiro dia e excreção urinária nula, enquanto no segundo, terceiro e quarto dia, foram verificadas excreção fecal de 324, 220 e 118 g e urinária de 775, 750 e 1355 mL, respectivamente.

No quinto dia da fase de coletas, o animal apresentava-se apático, deitado e anorético, recusando-se a ingerir quaisquer alimentos oferecidos (vagem de faveira, capim elefante, concentrado para ovinos, feno de capim-tifton 85 ou milho triturado), água e mistura mineral, e com leve timpanismo. A excreção fecal apresentava-se reduzida, sendo as fezes, escuras, macias, úmidas, de odor fétido e com um muco avermelhado, presente nas fezes coletadas desde o primeiro dia da fase de coletas. Presença de hematúria e volume urinário de 150 mL. Ao ser retirado da gaiola, o animal logo passou a caminhar normalmente, apresentando o focinho úmido e aparentemente normal, embora hipotérmico.

Nos dias posteriores, as alterações verificadas no quadro clínico em relação ao quinto dia foram, no sexto dia, temperatura corporal normal, e no sétimo dia, dificuldade em deitar e temperatura corporal de 38,8°C.

No oitavo dia, o animal apresentava-se prostrado e agonizando, quando procedeu-se o sacrifício por aplicação de dose elevada por via endovenosa de cloridrato de tiazina (0,75 mL/kg de peso vivo ou 0,30 mg/kg de peso vivo). O ovino é altamente sensível ao cloridrato de tiazina, e doses elevadas provocam intensa depressão respiratória levando o animal a óbito. A necropsia foi realizada uma hora após o sacrifício.

III - Achados de necropsia

Animal em *rigor mortis*, mostrando mucosas peniana, ocular e oral normocrômicas.

Esôfago apresentando mucosa úmida, normocorada e ausência de conteúdo de qualquer natureza.

Pulmão de coloração normal, com presença de hemorragias petequiais e nódulos de consistência dura, de coloração amarelada ao centro e violeta na periferia.

Fígado sem alterações.

Baço sem alterações dignas de nota.

Corção de tamanho e forma normal e apresentando localização anatômica. Aos cortes através das cavidades cardíacas verificou-se coágulos lardáceos, característicos de morte por agonia.

Rins comprometidos, aumentados em tamanho, com coloração pardacenta e hemorragias petequiais; medula aumentada em relação ao córtex, bastante reduzido. Gordura perirenal ausente, provavelmente solta na cavidade abdominal, onde foi encontrado material amarelado, aparentemente fibrina.

Vesícula urinária normal em tamanho. Aos cortes, mostrou ausência de conteúdo urinário e mucosa normal.

Trato gastrintestinal: rúmen, retículo, omaso e abomaso aparentemente normais. Intestinos apresentando pouco conteúdo e áreas de hemorragia na mucosa dos intestinos delgado e grosso. Presença de área de coloração marrom-esverdeada na mucosa do intestino grosso.

IV - Achados histopatológicos

As lâminas de tecido pulmonar apresentaram alvéolos dilatados e sem conteúdo. Em alguns campos da lâmina verificou-se ruptura de septo interalveolar e presença de fibrina intra-bronquial.

As lâminas de tecido renal apresentaram hiper celularidade glomerular.

As lâminas de duodeno apresentaram extensa área de necrose e ulceração, com presença de acentuado exsudato, predominando linfócitos, apresentando ainda folículos linfóides reativos.

Nas lâminas de tecido do intestino grosso verificou-se discreto comprometimento epitelial, com manutenção do epitélio glandular e infiltrado mononuclear constituído principalmente por linfócitos. Diagnosticou-se presença de enterite ulcerativa de intensidade moderada a intensa.

Os achados das lâminas de tecido de intestino delgado (duodeno) e grosso sugerem agressão por substância com potencial necrótico.

V - Referencial teórico

Muitas das investigações fisiológicas dos efeitos de tanino têm sido realizadas com animais não-ruminantes, mas os resultados podem ser aplicados aos ruminantes, embora a tolerância ao tanino apresente variações inter-específicas, com ruminantes demonstrando tolerar níveis mais elevados de

tanino na dieta (McLEOD¹). Este autor revisou alguns efeitos de taninos de diferentes fontes sobre espécies ruminantes, destacados a seguir:

- Ovinos alimentados com *Quercus lobata* apresentaram perda de peso, fezes escuras, sem consistência e com grande quantidade de muco. Rins seriamente danificados. Temperatura do corpo, pulsação e respiração permaneceram normais;
- O fornecimento de *Q. lobata* a bovinos resultou em debilidade e perda de peso, embora a temperatura, pulsação e respiração se apresentassem normais. Fezes aquosas, escuras e de odor fétido. Reduzida motilidade ruminal. Rins danificados. Morte em 21 dias;
- A administração intraperitoneal de 0,12 g de *Quercus pedunculata*/kg de peso vivo a bezerros com quatro semanas de idade resultou em morte em 24 horas. O estômago apresentava-se distendido com conteúdo aquoso delgado. Fígado descorado com cor de mogno com algumas petéquias sub-capsulares. Tecido esplênico e rins se apresentavam normais. No entanto, quando bezerros com oito semanas receberam cerca de 1 g de *Q. pedunculata*/kg de peso vivo, por via oral, o que resultou em 50 g, nenhum efeito tóxico foi observado;
- Bezerros que receberam 500 mL de solução de ácido tânico a 10%, por via oral, vieram a óbito 22 horas após; enquanto, bezerros com seis meses de idade que consumiram dieta contendo 5% de ácido tânico não apresentaram intoxicação.

¹McLEOD, M.N. Plant tannins: their role in forage quality. *Nutrition Abstracts & Review*, v.44, n.11, p.803-815, 1974.

Problemas experimentais com animais submetidos a dietas contendo tanino têm sido relatados na literatura, com destaque para o descarte de dois ovinos por significativa depressão de consumo, com perda de duas parcelas, em experimento realizado por BARAHONA et al.².

VI - Perspectivas de pesquisa

Os objetivos dos experimentos desta Tese não contemplavam avaliações clínicas, no entanto, apresentou-se os achados clínicos e de necrópsia de um ovino sacrificado, cujos dados foram descartados da análise estatística, configurando-se como problema de pesquisa para futuras investigações na área de Clínica Veterinária, visando esclarecer melhor os achados e podendo explicar possíveis perdas de animais em regime de alimentação a pasto com altas proporções de faveira na dieta em época de escassez de pastagem.

VII - Agradecimentos

Agradecemos aos Drs. *Airton Alencar de Araújo, Danielle Maria Machado Ribeiro de Azevêdo e Marília Taumaturgo Pinto*, pela colaboração na avaliação clínica do animal, necropsia, achados patológicos e relato dos eventos descritos neste Anexo.

²BARAHONA, R.; LASCANO, C.E.; COCHRAN, R. et al. Intake, digestion, and nitrogen utilization by sheep fed tropical legumes with contrasting tannin concentration and astringency. *Journal of Animal Science*, v.75, n.6, p.1633-1640, 1997.

ANEXO B – Curva padrão do ácido tânico

Tubo	Solução de Ácido tânico (μL)	Água destilada (μL)	Reagente Folin-Ciocalteu (μL)	Solução de Na_2CO_3 (mL)	Ácido tânico (μg)
T0	0	500	250	1,25	0
T1	20	480	250	1,25	2
T2	40	460	250	1,25	4
T3	60	440	250	1,25	6
T4	80	420	250	1,25	8
T5	100	400	250	1,25	10

ANEXO C – Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (g/dia) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina (LAD), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED, Mcal/dia) e energia metabolizável (EM, Mcal/dia) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Consumo (g/dia)	Níveis de vagem de faveira (%)					Equação de regressão	R ² (%)
	0	25	50	75	100		
MS	869,39	965,67	1031,61	837,22	477,20	$\hat{Y}=730,5955+10,2726VF-0,1420VF^2$	0,7251
MO	798,52	902,70	978,61	804,53	464,90	$\hat{Y}=667,1610+10,4219VF-0,1374VF^2$	0,7129
PB	85,36	97,77	111,14	90,28	53,80	$\hat{Y}=70,8622+1,2781VF-0,0159VF^2$	0,7072
PD	50,29	49,77	48,92	30,54	17,87	$\hat{Y}=43,4024+0,1795VF-0,0054VF^2$	0,8265
EE	14,28	14,33	14,85	10,99	6,14	$\hat{Y}=12,1959+0,0917VF-0,0017VF^2$	0,7598
CHOT	698,98	703,29	852,68	790,69	404,95	$\hat{Y}=544,2330+8,4841VF-0,1120VF^2$	0,7099
CNF	66,16	240,13	427,93	452,77	326,20	$\hat{Y}=11,3134+11,7639VF-0,0889VF^2$	0,8808
FDN	679,15	594,27	465,93	278,53	92,58	$\hat{Y}=663,8464-6,0163VF$	0,8809
FDA	357,56	322,70	262,12	164,56	61,22	$\hat{Y}=353,7843-3,0227VF$	0,8553
CEL	309,94	268,20	205,60	118,61	34,17	$\hat{Y}=302,5467-2,8346VF$	0,8929
HCEL	321,70	271,65	203,88	113,99	31,36	$\hat{Y}=310,1620-2,9947VF$	0,9027
LAD	47,52	54,42	56,46	45,93	27,05	$\hat{Y}=39,9657+0,5672VF-0,0078VF^2$	0,7419
NDT	521,55	602,15	649,96	542,32	345,69	$\hat{Y}=431,0069+6,8351VF-0,0868VF^2$	0,6819
ED ¹	2,272	2,667	2,969	2,439	1,524	$\hat{Y}=1,8930+0,0340VF-0,0004VF^2$	0,6866
EM ¹	1,883	2,234	2,521	2,066	1,164	$\hat{Y}=1,5685+0,0318VF-0,0004VF^2$	0,7061

¹Mcal/dia.

ANEXO D – Médias e regressão ajustada para consumo voluntário (%PV) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), proteína digestível (PD), extrato etéreo (EE), carboidratos totais (CHOT), carboidratos não fibrosos (CNF), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose (CEL), hemicelulose (HCEL), lignina (LAD), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED, kcal/kgPV) e energia metabolizável (EM, Kcal/kgPV) das dietas experimentais, segundo o nível de substituição do feno de capim-tifton 85 (*Cynodon spp.*) pela vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Consumo (%PV)	Níveis de vagem de faveira (%)					Equação de regressão	R ² (%)
	0	25	50	75	100		
MS	3,03	3,42	3,52	3,06	1,99	$\hat{Y}=3,0611+0,0296VF-0,0004VF^2$	0,7284
MO	2,78	3,19	3,34	2,94	1,93	$\hat{Y}=2,8109+0,0303VF-0,0004VF^2$	0,7125
PB	0,30	0,34	0,38	0,33	0,22	$\hat{Y}=0,3009+0,0038VF-0,00004VF^2$	0,7222
PD	0,18	0,17	0,17	0,11	0,07	$\hat{Y}=0,1753+0,0003VF-0,00001VF^2$	0,8729
EE	0,05	0,05	0,05	0,04	0,03	$\hat{Y}=0,0500+0,0002VF-0,000005VF^2$	0,7986
CHOT	2,43	2,57	2,91	2,80	1,69	$\hat{Y}=2,2928+0,0247VF-0,0003VF^2$	0,7065
CNF	0,23	0,85	1,46	1,65	1,36	$\hat{Y}=0,2200+0,0375VF-0,0003VF^2$	0,9193
FDN	2,37	2,10	1,59	1,02	0,38	$\hat{Y}=2,5337-0,0199VF$	0,9105
FDA	1,25	1,14	0,89	0,60	0,25	$\hat{Y}=1,3525-0,0099VF$	0,8898
CEL	1,08	0,95	0,70	0,43	0,14	$\hat{Y}=1,1539-0,0094VF$	0,9189
HCEL	1,12	0,96	0,69	0,42	0,13	$\hat{Y}=1,1816-0,0100VF$	0,9272
LAD	0,17	0,19	0,19	0,17	0,11	$\hat{Y}=0,1676+0,0016VF-0,00002VF^2$	0,7381
NDT	1,81	2,12	2,22	1,98	1,44	$\hat{Y}=1,8224+0,0195VF-0,0002VF^2$	0,6542
ED ¹	79,10	94,30	101,25	89,26	63,53	$\hat{Y}=80,6358+0,9949VF-0,0113VF^2$	0,6761
EM ¹	65,57	79,01	85,95	75,69	48,58	$\hat{Y}=67,0567+0,9576VF-0,0110VF^2$	0,7185

¹Kcal/kgPV.

ANEXO E – Representação esquemática do protocolo para incubação e remoção dos sacos de náilon do rúmen dos ovinos adotado no experimento

PROTOCOLO		Tempos de incubação (h)						
<i>IN SITU</i>		96	72	48	24	12	6	3
Adaptação	15 dias							
Dias da fase de incubação	1º	↑8h						
	2º							
	3º							
	4º							
	5º	↓8h	↑8h					
	6º							
	7º							
	8º		↓8h	↑8h				
	9º							
	10º			↓8h	↑8h			
	11º				↓8h	↑8h	↓20h	
	12º						↑8h	↓14h
	13º							↑8h

Legenda: ↑ – Incubação dos sacos ↓ – Retirada dos sacos

ANEXO F – Resumo publicado

ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M. Energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Proceedings...* Porto Alegre: ALPA, 2003. 286p. p.15.

ENERGETIC VALUE OF FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.) PODS FOR RUMINANTS

ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M.

Faveira pods (*P. platycephala* Benth.) are much used as feed supplement in pasture areas of Brazilian cerrado, constituting an alternative food source to organic production of ruminants in sustainable systems. The objective of this study was to determine the energetic value of faveira pods. Nineteen adult sheep males castrated were used in metabolism trial with faveira pods and Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay in proportions of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0, corresponding to treatments in an experimental design of randomized block. In the treatment 100:0 three sheep (replications) were used and in the others treatments four replications. Chemical composition of faveira pods was 77.15% DM, with 97.37% OM, 11.18% CP, 1.25% EE, 19.70% NDF, 13.10% ADF, 68.12% NFC, 5.50% ADL, and 4.518 McalGE/kg, DM basis. Linear effect ($P < .0001$) of faveira pod level (fp%) was found to OM (OMD, $\% = 59.3354 + .1272 * fp\%$, $R^2 = .8660$) and GE (GED, $\% = 59.2867 + .1000 * fp\%$, $R^2 = .7465$) digestibility, and quadratic effect ($P = .032$) was observed to TDN percentage [TDN, $\% = 59.6106 - .0100 * fp\% + .0012 * (fp\%)^2$, $R^2 = .8431$]. TDN percentage of faveira pods estimated by the equation $TDN = DCP + DNDF + DNFC + (DEE * 2.25)$, was $72.51 \pm 1.95\%$, equivalent to $70.42 \pm 1.53\%$ and $72.70 \pm 1.97\%$, estimated by $TDN = 1.02 * DOM$ and $TDN = DE / 4.409$, respectively. High positive correlation ($P < .0001$) was found to TDN with DOM [TDN = $(1.02 \pm .02) * DOM$, $\%$; $R^2 = .9575$] and TDN with DE [TDN = DE, Mcal/kgDM / $(4.441 \pm .143)$; $R^2 = .9147$]. Faveira pods are energetic concentrate feed with great potential to formulation of diets for ruminant livestock, principally in systems with the objective of organic production of food.

ANEXO G – Resumo expandido publicado

ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M. Energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 9., Porto Alegre, 2003. *Proceedings...* Porto Alegre: ALPA, 2003. 1 CD.

ABSTRACT

The objective of this study was to determine the energetic value of faveira pods. Nineteen adult sheep males castrated were used in metabolism trial with faveira pods and Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay in proportions of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0, corresponding to treatments in an experimental design of randomized block. In the treatment 100:0 three sheep (replications) were used and in the others treatments four replications. Chemical composition of faveira pods was 77.15% DM, with 97.37% OM, 11.18% CP, 1.25% EE, 19.70% NDF, 13.10% ADF, 68.12% NFC, 5.50% ADL, and 4.518 McalGE/kg, DM basis. Linear effect ($P < .0001$) of faveira pods level (fp%) was found to OM (OMD, $\% = 59.3354 + 1.272 * fp\%$, $R^2 = .8660$) and GE (GED, $\% = 59.2867 + 1.000 * fp\%$, $R^2 = .7465$) digestibility, and quadratic effect ($P = .032$) was observed to TDN percentage [TDN, $\% = 59.6106 - .0100 * fp\% + .0012 * (fp\%)^2$, $R^2 = .8431$]. TDN percentage of faveira pods estimated by the equation $TDN = DCP + DNDF + DNFC + (DEE * 2.25)$, was $72.51 \pm 1.95\%$, equivalent to $70.42 \pm 1.53\%$ and $72.70 \pm 1.97\%$, estimated by $TDN = 1.02 * DOM$ and $TDN = DE / 4.409$, respectively. High positive correlation ($P < .0001$) was found to TDN with DOM [$TDN = (1.02 \pm .02) * DOM$, $\%$; $R^2 = .9575$] and TDN with DE [$TDN = DE$, Mcal/kgDM/(4.441 ± 1.143); $R^2 = .9147$]. Faveira pods are energetic concentrate feed with great potential to formulation of diets for ruminant livestock, especially in systems with the objective of organic production of food.

KEYWORDS

Leguminous pods, nutritive value, estimate energy.

INTRODUCTION

Vegetal biodiversity of Brazil is vast, with a varied potential of use, including plants of nutritive value to ruminants, that might reduce costs in formulating diets and optimize the use of non-fibrous foods for diets of monogastric animals and humans. In this context, native and exotic forage plants are evaluated, in many times with success. Among native plants with fodder potential are included leguminous of subfamily *Mimosoideae*, genus *Parkia*, with species distributed in most of the tropical countries, with prominence for the faveira (*P. platycephala*), whose pods are much used as feed supplement in pasture areas of Brazilian cerrado, constituting an alternative food source to organic production of ruminants in sustainable systems. Thus, the objective of this study was to determine the energetic value of faveira pods.

MATERIALS AND METHODS

A metabolism trial was carried out at the Departamento de Zootecnia of the Universidade Federal do Ceará, DZ/UFC, Brazil, with faveira (*Parkia platycephala*) pods and Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay in proportions of 0:100, 25:75, 50:50, 75:25, and 100:0, corresponding to treatments, in an experimental design of randomized block. In the treatment 100:0 three sheep (replications) were used and in the other treatments four replications. Faveira pods, after natural maturation, was collected in the Piauí State, Brazil, in 41°42'33"W longitude and 3°55'41"S latitude. For chemical analysis, pods are dried in oven with air forced circulation at 55°C and grounded through a 2 mm screen using a Willey mill. Analysis of DM (method no. 930.15), ash (method no. 942.05), CP (method no. 984.13), EE (method no. 920.39), and ADF and ADL (method no. 973.18), using standard procedures of AOAC (1990), NDF according VAN SOEST et al. (1991) method, and gross energy was determined using procedure described for SILVA and QUEIROZ (2002). Non-fibrous carbohydrates (NFC) was determined by difference (HALL, 1997) and total digestible nutrients (TDN) estimated by the equation $TDN = DCP + DNDF + DNFC + (DEE * 2.25)$, according WEISS et al. (1992), by derived equation of the NRC (1975), $TDN = 1.02 \times DOM$, and by formula adopted by NRC (1988), $TDN = DE$, Mcal/kgDM/4.409.

RESULTS AND DISCUSSION

Chemical composition of faveira pods was 77.15% DM, with 97.37% OM, 11.18% CP, 1.25% EE, 19.70% NDF, 13.10% ADF, 68.12% NFC, 5.50% ADL, and 4.518 McalGE/kg, DM basis, with energy digestibility of $70.96 \pm 1.92\%$ and 3.206 ± 0.87 McalDE/KgDM. CP content is above the minimum content (6 to 8%) considered critical for microbial ruminal activity, favouring rapid adjusts of diets, and EE content is approximate to that verified in conventional fodder plants. Wall cell constituents (NDF and ADF) are within limits accepted to concentrates, being 33.5% of NDF represented by hemicellulose, whereas 68.12% NFC in the DM, contribute for elevated DOM content, due the neutral detergent solubles (NDS), represented by NFC, ash, EE and CP, are almost completely digestible (95 to 98%) and have a constant

endogenous loss (11 to 15% of dry matter intake). When related to mesquite (*Prosopis juliflora*) pods, NDF and ADF contents of faveira pods are lower than values obtained for BATISTA et al. (2002), of 29.0% and 17.2%, respectively, while NFC content are bigger than the value of 50% for nonstructural carbohydrates (NSC) obtained by authors, nevertheless, chemical and methodological differences involved in the determination of this constituents need to be considered (MERTENS, 1996). Lignin content (5,50%) might be considered small, without compromising the digestible process.

Linear effect ($P < .0001$) of faveira pods level (fp%) was found to OM (OMD, $\% = 59.3354 + 1.272 * fp\%$, $R^2 = .8660$) and GE (GED, $\% = 59.2867 + 1.000 * fp\%$, $R^2 = .7465$) digestibility (Figures 1 and 2), and quadratic effect ($P = .032$) was observed to TDN percentage [TDN, $\% = 59.6106 - .0100 * fp\% + .0012 * (fp\%)^2$, $R^2 = .8431$] (Figure 3). The proper chemical characteristics of faveira pods indicate its good nutritional value, confirmed in the *in vivo* evaluation with sheep, when it was verified linear increment as much of both OMD and energy digestibility, equivalent to .13% and .10%, respectively, for each percentile unit of inclusion to the diet. OM content 97.37% and OMD 72.06%, got by linear equation $\hat{Y} = 59.3354 + 1.272fp$, $R^2 = .8660$, results in DOM 70.16% in faveira pods, resulting in estimation of TDN 71.56% by equation derived for the NRC (1975). Inclusion of 4.17% or more of faveira pods to the Tifton 85 grass (*Cynodon* spp.) hay increased linear effect on the TDN, indicating the importance of the soluble carbohydrates in neutral detergent, considered in this evaluation as NFC, on the fermentation of the fiber of feeds for ruminants.

TDN of faveira pods, obtained from the digestible organic constituents by WEISS et al. (1992) formula was $72.51 \pm 1.95\%$, value equivalent to $70.42 \pm 1.53\%$, calculated from the DOM by equation derived for the NRC (1975), and $72.70 \pm 1.97\%$, estimated based in DE of the diet. Values obtained to TDN indicate good energetic value of faveira pods, ratified by energetic contribution of the organic constituents and high positive correlation ($P < .0001$) found to TDN with DOM [$TDN = (1.02 \pm .02) * DOM$, $\%$; $R^2 = .9575$] and TDN with DE [$TDN = DE$, Mcal/kgDM/(4.441 ± 1.143); $R^2 = .9147$], confirming the importance and viability of use of these estimation in diets with faveira pods. TDN calculated by WEISS et al. (1992) formula can be corrected for metabolic losses of TDN in the feces through subtraction of constant 7, as adopted for the NRC (2001).

REFERENCES

- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. AOAC. 1990. *Official Methods of Analysis*. 15th ed. Arlington, Virginia: AOAC.
- BATISTA, A.M., A.F. MUSTAFA, J.J. McKINNON and S. KERMASHA. 2002. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.100, p.107-112.
- HALL, M.B. New equations may improve NSC estimating. 1997. *Feedstuffs*, v.69, n.37, p.12-14.
- MERTENS, D. 1996. Formulating dairy rations: using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. *Proc. Informational Conference with Dairy and Forage Industries*. Wisconsin: US Dairy Forage Research Center. p.81-92.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. 1975. *Nutrient Requirements of Domestic Animals*. Washington, D.C.: National Academy Press. 72p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. 1988. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 6th ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 157p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. NRC. 2001. *Nutrient Requirements of Dairy Cattle*. 7th rev. ed. Washington, D.C.: National Academy Press. 381p.
- SILVA, D.J. and A.C. QUEIROZ. 2002. *Análise de Alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3th ed. Viçosa, MG: UFV. 235p.
- VAN SOEST, P.J., P.J. ROBERTSON and B.A. LEWIS. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597.
- WEISS, W.P., H.R. CONRAD and N.R.S. PIERRE. 1992. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.39, p.95-110.

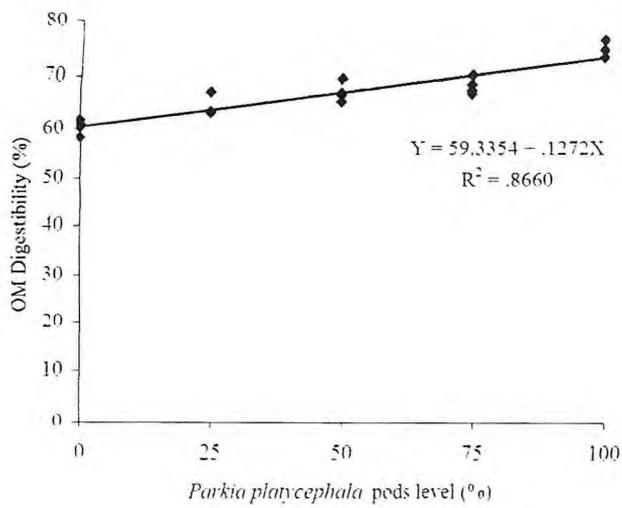


Figure 1. Organic Matter Digestibility (OMD, %) in relation to *Parkia platycephala* pods level (%) in substitution of the *Cynodon* spp hay.

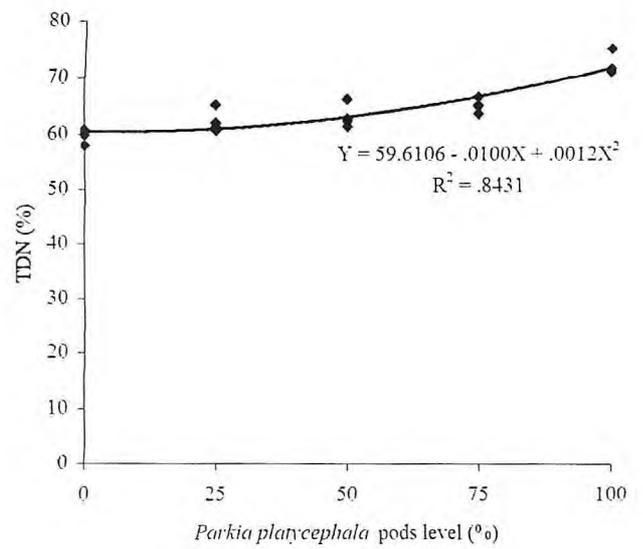


Figure 3. Total Digestible Nutrients (TDN, %) in relation to *Parkia platycephala* pods level (%) in substitution of the *Cynodon* spp hay.

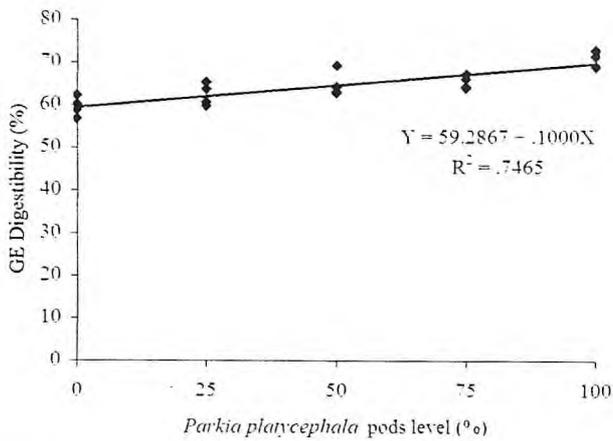


Figure 2. Gross Energy Digestibility (GED, %) in relation to *Parkia platycephala* pods level (%) in substitution of the *Cynodon* spp hay.

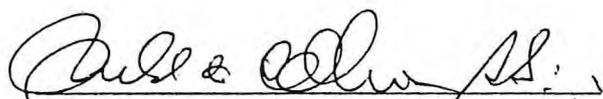
ANEXO H – Cópia da Ata de Defesa da Tese “VALOR NUTRITIVO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala* Benth.) PARA RUMINANTES”, do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, na Universidade Federal do Ceará, em 05 de fevereiro de 2004.

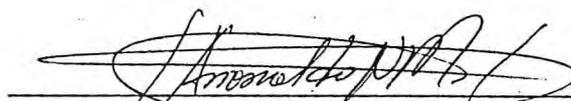


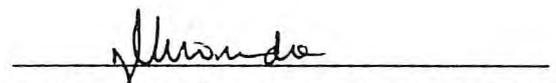
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

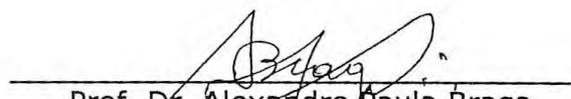
Ata de defesa da Tese "**VALOR NUTRITIVO DA VAGEM DE FAVEIRA (*Parkia platycephala Benth.*) PARA RUMINANTES**", do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia na Universidade Federal do Ceará em 05 de fevereiro de 2004.

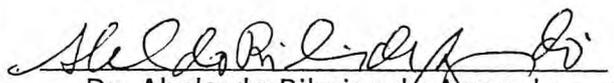
Às 09:00 horas do dia 05 de fevereiro de 2004, na sala de aula da Pós-graduação do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal do Ceará, esteve reunida a banca examinadora da defesa de tese do doutorando **Arnaud Azevêdo Alves**, constituída pelos seguintes membros: Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales-Orientador, Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, Dr. Abelardo Ribeiro de Azevedo, Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes Medeiros e Prof. Dr. Alexandre Paula Braga. Após a apresentação da Tese e da argüição por parte dos componentes da banca, o referido aluno foi **aprovado com louvor**. Para constar, foi lavrada a presente ata que segue assinada pelos integrantes da Banca Examinadora.


Prof. Dr. Ronaldo de Oliveira Sales
Orientador


Prof. Dr. Ariosvaldo Nunes Medeiros
Membro


Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva
Membro


Prof. Dr. Alexandre Paula Braga
Membro


Dr. Abelardo Ribeiro de Azevedo
Membro