

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA
DEPARTAMENTO DE ZOOTECNIA**

Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CARACTERIZAÇÃO
DA LIGNINA DA *BRACHIARIA BRIZANTHA*
EM DOIS SISTEMAS SILVIPASTORIS**

GUILHERME ROCHA MOREIRA

Belo Horizonte
Escola de Veterinária – UFMG
2006

GUILHERME ROCHA MOREIRA

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA LIGNINA DA
BRACHIARIA BRIZANTHA EM DOIS SISTEMAS SILVIPASTORIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Zootecnia, com ênfase em Nutrição Animal.

Área de concentração: Nutrição Animal
Orientador: Prof^ª. Eloísa de Oliveira de Simões Saliba

Belo Horizonte
Fevereiro de 2006
Escola de Veterinária da UFMG

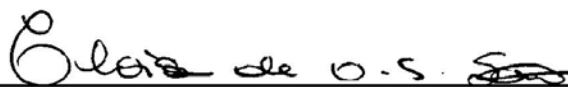
M838a Moreira, Guilherme Rocha, 1978-
Avaliação nutricional e caracterização da lignina da *Brachiaria brizantha* cv.
Marandu em dois sistemas silvipastoris / Guilherme Rocha Moreira. - 2006.
50p.:il.

Orientadora: Eloísa de Oliveira Simões Saliba
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de
Veterinária
Inclui bibliografia

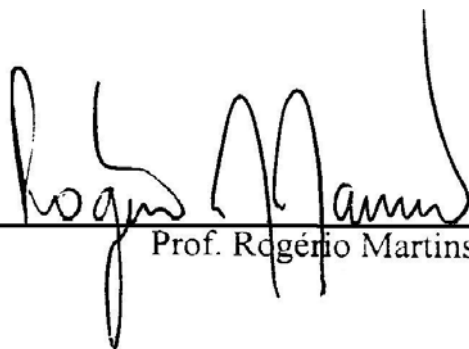
1. Forragens - Teses. 2. Ligninas – Teses. 3. Nutrição animal – Teses. 4.
Degradabilidade - Teses I. Saliba, Eloísa de Oliveira Simões – II. Universidade
Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título.

CDD – 633.2

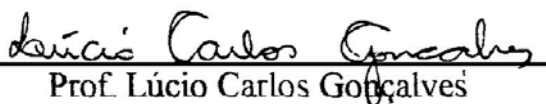
Dissertação defendida e aprovada em 10 de fevereiro de 2006
Pela comissão examinadora constituída por:



Prof. Eloisa de Oliveira de Simões Saliba
(Orientadora)



Prof. Rogério Martins Maurício



Prof. Lúcio Carlos Gonçalves



Prof. Luís Januário Magalhães Aroeira

DEDICATÓRIA

À Deus, por sempre estar ao lado desse ser abençoado por ele.

À meus familiares, amigos e professores .

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter abençoado este filho.

Aos meus familiares em especial meus pais (Almy e Mônica), minha avó (Adelina) e minha irmã (Marina) pelo apoio durante essa caminhada. Obrigado, amo vocês.

À professora Eloísa de Oliveira Simões Saliba, pela atenção, orientação e confiança durante a execução desse trabalho.

Ao professor Rogério Martins Maurício, pela orientação, dedicação, paciência, amizade e ensinamentos na vida pessoal e profissional que levarei pela vida.

Ao professor Mauro Pereira de Figueiredo meu primeiro orientador e incentivador de minha carreira científica e por ter aberto as portas do Laboratório de Nutrição Animal da UESB para a realização desse experimento. Obrigado professor Mauro.

Aos professores Lúcio Carlos Gonçalves, Iran Borges, Norberto Mário Rodriguez e Ângela Maria Quintão Lana pela ajuda e ensinamentos durante esse período.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal Toninho (o mago), Carlos e Margo pela amizade e ajuda nas análises e também aos demais professores e funcionários.

Aos professores do ICB - UFMG Rodrigo Matta-Machado e José Pires Lemos Filho e ao professor da UESB Carlos Henrique *Cebolinha* pelo apoio técnico e disponibilidade de equipamentos.

Ao professor Joel Queiroga pelo apoio durante as análises no Laboratório de Nutrição Animal da UESB.

Ao professor Luís Aroeira pela oportunidade e apoio durante a visita a EMBRAPA Gado de Leite.

Ao meu grande amigo e o *cara* Luciano Fernandes Sousa *Mossoró*. *Amigos e irmãos para sempre*.

Ao meu tio Dante e minha tia Neneca e meus primos Léo e Ricardinho pelo apoio pré-inicial a essa etapa de minha vida.

Ao meu primo Luiz Edmundo *poeta* Alves pelo apoio inicial nesse novo desafio que foi morar e estudar na capital.

À Dr^a Iolanda Viana e seu Luiz *gato* por terem aberto as portas da fazenda Grota Funda para a execução desse trabalho

Aos dois grandes amigos que fiz em BH Guilherme Moreira e Wallison Nunes pela amizade e apoio durante esse período.

As mulheres de minha vida em BH Janaína, Maria Paula, Patrícia, Paula e em *especial* Salete (por ser a responsável pela agregação dessa *família*) pela amizade e apoio durante esse período.

Aos colegas Frederico *Fredão* Rache, Guilherme Lanna, Ítalo Ferraz, Sandoval Novais pelo apoio e amizade durante a execução desse trabalho.

Ao pessoal do laboratório de Nutrição Animal da UESB pela amizade e ajuda nas análises.

Aos amigos que deixei na Bahia e que sempre me apoiaram.

Ao Departamento de Zootecnia da Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) pela oportunidade de estudo.

A CAPES pela bolsa de estudos concedida.

A Fundação Ezequiel Dias (FUNED), em especial ao veterinário Cláudio Fonseca de Freitas e a secretária Elizete.

EPÍGRAFE

Ninguém faz nada só.

SUMÁRIO

RESUMO	15
ABSTRACT	17
INTRODUÇÃO GERAL	19
1. CAPITULO I. REVISÃO DE LITERATURA	19
1.1. Situação das pastagens no Cerrado	19
1.2. Alternativas para reverter o quadro de degradação das pastagens no Cerrado ..	20
1.3. Sistemas silvipastoris	20
1.4. Vantagens da adoção de sistemas silvipastoris	20
1.5. Implantação de sistemas silvipastoris	21
1.6. Influência do sombreamento sobre a composição química e digestibilidade em forragens	21
<i>1.6.1. Matéria seca</i>	<i>21</i>
<i>1.6.2. Proteína bruta</i>	<i>22</i>
<i>1.6.3. Fibra em detergente neutro</i>	<i>22</i>
<i>1.6.4. Fibra em detergente ácido</i>	<i>22</i>
<i>1.6.5. Lignina</i>	<i>23</i>
<i>1.6.6. Digestibilidade</i>	<i>23</i>
1.7. Caracterização da lignina por estudos de oxidação com nitrobenzeno	24
<i>1.7.1 Lignina</i>	<i>24</i>
<i>1.7.2. Efeito dos compostos fenólicos da lignina sobre a digestibilidade da parede celular</i>	<i>24</i>
<i>1.7.3. Oxidação da lignina por nitrobenzeno</i>	<i>25</i>
1.8. Avaliação de forrageiras pela técnica de degradabilidade <i>in situ</i>	25
2. CAPITULO II. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA LIGNINA DA BRACHIARIA BRIZANTHA CV. MARANDU EM DOIS SISTEMAS SILVIPASTORIS	29
2.1. Introdução	29
2.2. Material e métodos	30
<i>2.2.1. Localização e instalação do experimento</i>	<i>30</i>
<i>2.2.2. Colheita da forragem</i>	<i>31</i>
<i>2.2.3. Experimento in situ</i>	<i>31</i>
<i>2.2.4. Oxidação com nitrobenzeno</i>	<i>33</i>

2.3. Resultados e discussão	35
2.3.1. <i>Composição bromatológica</i>	35
2.3.2. <i>Teor de lignina e concentração dos monômeros fenólicos da lignina</i>	36
2.3.3. <i>Degradabilidade ruminal</i>	37
2.3.4. <i>Parâmetros de degradação ruminal</i>	40
2.4. Conclusões	43
2.5. Considerações finais	44
2.6. Referências bibliográficas	44

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Recomendações para o procedimento da digestão ruminal in situ	27
Tabela 2. Estratégia de incubação das bolsas de náilon no rúmen, em função dos animais experimentais e do período experimental	31
Tabela 3. Curvas de calibração dos compostos fenólicos da lignina p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S)	33
Tabela 4. Teores percentuais de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do sistema composto pelo Ipê Felpuldo (<i>Zeyheria tuberculosa</i>) (T1) e seu controle, <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T2) e do sistema composto pela Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>) (T3) e seu controle, <i>B. Brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T4)	34
Tabela 5. Teores de lignina e concentração dos monômeros fenólicos da lignina (g/kg de amostra) p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S) e relação V/S do sistema composto pelo Ipê Felpuldo (<i>Zeyheria tuberculosa</i>) (T1) e seu controle, <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T2) e do sistema composto pela Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>) (T3) e seu controle, <i>B. Brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T4)	35
Tabela 6. Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do Sistema 1 composto pelo Ipê Felpuldo (<i>Zeyheria tuberculosa</i>) (T1) e seu controle, <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T2) e do Sistema 2 composto pela Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>) (T3) e seu controle, <i>B. Brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T4)	37
Tabela 7. Parâmetros de degradação ruminal (PRD) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do Sistema 1 composto pelo Ipê Felpuldo (<i>Zeyheria tuberculosa</i>) (T1) e seu controle, <i>Brachiaria brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T2) e do Sistema 2 composto pela Aroeira (<i>Myracrodruon urundeuva</i>) (T3) e seu controle, <i>B. Brizantha</i> cv. Marandu a pleno sol (T4)	39

RESUMO

Este experimento foi conduzido em dois sistemas silvipastoris (SSP's) localizados no bioma Cerrado, município de Lagoa Santa, Minas Gerais, Brasil com o objetivo de estudar a influência dos SSP's compostos pelas arbóreas, Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa* Fr. All.) e Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Vell. Bur) sobre os parâmetros: composição bromatológica, teor de lignina, concentração dos monômeros fenólicos da lignina: p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S) e relação V/S e a degradabilidade *in situ* da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. O período de coleta da forragem foi de dezembro de 2004 a abril de 2005. A composição bromatológica foi analisada seguindo o delineamento em blocos ao acaso, com cinco blocos (épocas de corte), dois tratamentos (forragem sombreada e a pleno sol) e três repetições por tratamento. Para a degradabilidade *in situ* foi utilizado delineamento em blocos ao acaso, segundo esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas os tratamentos (forragem sombreada e a pleno sol) e nas sub-parcelas os tempos de degradação (0, 6, 24 e 96 horas). A comparação entre os tratamentos foi feita entre a arbórea e seu controle (*Z. tuberculosa* x área a pleno sol e *M. urundeuva* x área a pleno sol). O sombreamento proporcionado pelas arbóreas *Z. Tuberculosa* e *M. urundeuva* reduziram ($P < 0,05$) o teor de MS da forrageira estudada. O teor de PB foi maior ($P < 0,05$) na forragem sombreada com as arbóreas *Z. Tuberculosa* e *M. Urundeuva*. Não houve influência ($P > 0,05$) do sombreamento da arbórea *Z. tuberculosa* sobre o teor de FDN na *B. brizantha* cv. Marandu, entretanto os teores de FDA foram afetados ($P < 0,05$) quando comparado a seu controle (área a pleno sol). Os teores de FDN e FDA não variaram ($P > 0,05$) quando foram comparados a forragem sombreada com a arbórea *M. urundeuva* e seu controle (área a pleno sol). O teor de lignina foi 30% e 6,3 respectivamente maior na forragem sombreada com as arbóreas *Z. Tuberculosa* e *M. urundeuva* quando comparados a seus controles. A concentração dos monômeros fenólicos da lignina na arbórea *Z. tuberculosa* apresentou maiores concentrações de H, S e menores valores de V e relação grupos V/S quando comparada a seu controle. A concentração dos monômeros fenólicos da lignina na *B. brizantha* cv. Marandu sombreada com a arbórea *M. urundeuva* apresentou maiores concentrações de V e S, porém menor concentração de H e relação V/S quando comparada a seu controle. Em relação a degradabilidade *in situ* os resultados demonstraram que o sombreamento com a arbórea Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) apresentou maior ($P < 0,05$) degradabilidade da PB, no entanto não houve efeito ($P > 0,05$) do sombreamento sobre a degradabilidade da MS, FDN e FDA quando comparada a seu controle. Entretanto a arbórea Aroeira (*M. urundeuva*) não influenciou ($P > 0,05$) a degradabilidade da MS, PB, FDN e FDA na *B. brizantha* cv. Marandu quando comparado a seu controle.

Palavras-chaves: sombreamento, árvores, degradabilidade, nutrição animal

ABSTRACT

The study was conducted in two silvopastoral systems (SSP's) located in Brazilian Savannah, Lagoa Santa city, Minas Gerais state, Brazil and began on the agricultural year of 2004-2005. The aim of this study was to evaluate the influence of SSP's composed by *Zeyheria tuberculosa* and *Myracrodruon urundeuva* over this parameter: chemical composition, concentration lignin, fenolic monomers of lignin: p-hidroxyhenyl (H), vanillin (V), sirinyl (S), relation V/S and *in situ* degradability of the dry matter (DM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF) *Brachiaria brizantha* cv. Marandu forage. Chemical composition was based on randomized block design, composed of five blocks (cutting period), two treatments for each arboreal (shaded an full sun) and three repetitions per treatment. *In situ*, design was in split-plot, so that treatments were the plot, times of incubation were split-plot and animals were blocked. Compararison among treatments was made between an arboreal and control (*Z. tuberculosa* x area with full sun and *M. urundeuva* x area with full sun). Shade provided by the arboreal *Z. tuberculosa* and *M. urundeuva* reduced ($P < 0,05$) concentration of the DM of the studied forage and enlarged ($P < 0,05$) CP concentration. There was not influence ($P > 0,05$) of the shade provided by arboreal *Z. tuberculosa* on the concentration of NDF in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, however the concentration of ADF was affected ($P < 0,05$) when compared to the control (area with full sun). The concentration of NDF and ADF didn't vary ($P > 0,05$) comparing the shaded forage with the arboreal *M. urundeuva* and its control (area with full sun). Lignin concentration was 30% and 6,3% larger in the shaded forage by arboreal *Z. tuberculosa* and *M. urundeuva* when compared to its controls. Fenolic monomers of lignin in *B. brizantha* cv. Marandu shaded by the arboreal *Z. tuberculosa* presented larger concentrations of H, S and lower values of V and relation of V/S groups when compared to the control. Forage shaded by arboreal *M. urundeuva* presented larger concentrations of V and S, however lower concentrations of H and relation of V/S when compared to the control. In relation to *in situ* degradability, results demonstrated that forage shaded by *Z. tuberculosa* presented larger ($P < 0,05$) degradability of CP, however there was no effect ($P > 0,05$) of shade on DM, NDF and ADF degradability when compared to the respective control. Shaded provided by *M. urundeuva* did not affect ($P > 0,05$) DM, CP, NDF and ADF degradability of *B. brizantha* cv. Marandu when compared to control.

keywords: shade, tree, degradability, nutrition animal

INTRODUÇÃO GERAL

O incremento de árvores em áreas de pastagem é considerado uma técnica eficiente para busca da sustentabilidade de pastagens naturais e cultivadas, devido ao potencial das árvores em controlar a erosão, aumentar a infiltração da água no solo e melhorar a fertilidade do solo e a qualidade nutricional da forragem (Carvalho, 2001).

No entanto, ainda existe demanda de pesquisas, principalmente para o estabelecimento de sistemas silvipastoris que são caracterizados pela combinação de árvores, forrageiras e animais. Informações sobre a ecofisiologia de forrageiras no ambiente arbóreo, relativo à tolerância ao sombreamento, ciclagem de nutrientes e o reflexo na produção e qualidade nutricional precisam ser ampliadas (Pereira et al., 2005).

O objetivo deste experimento foi avaliar a qualidade nutricional e caracterização da lignina por estudos de oxidação com nitrobenzeno da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em dois sistemas arborizados: Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa* Vell. Bur.) com densidade arbórea de 208 árvores/ha e Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All.) com densidade arbórea de 526 árvores/ha (Viana, 2002).

Este trabalho foi dividido em dois capítulos. No capítulo I foi apresentado uma revisão geral dos temas abordados. O capítulo II descreve os efeitos do sombreamento do Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) e da Aroeira (*M. urundeuva*) sobre a qualidade nutricional e caracterização da lignina por estudos de oxidação com nitrobenzeno na *B. brizantha* cv. Marandu.

1. CAPITULO I. REVISÃO DE LITERATURA

1.1. Situação das pastagens no Cerrado

O Cerrado possui, aproximadamente, 205 milhões ha (Vilela et al., 2005). Nesta região se concentra a maior área de pastagens cultivadas do país que segundo Sano et al. (2001), representa 49,5 milhões ha. As espécies do gênero *Brachiaria* representam em torno de 85 % dessa área de pastagens cultivadas (Macedo, 2005).

Segundo o IBGE (2002) e Macedo (2005) o Cerrado com rebanho bovino de aproximadamente 70 milhões de cabeça é responsável por 50% da carne produzida no Brasil. Entretanto Vilela et al. (2005) afirma que apesar deste bioma ser a mais importante região produtora de carne bovina do Brasil, possui de 50 a 60% de

suas pastagens cultivadas com algum grau de degradação.

Essa degradação de pastagens no Brasil tem causado grandes prejuízos econômicos com redução de produtividade da ordem de 6% ao ano na produção de carne, principalmente, em áreas de explorações extensivas, caracterizadas pelo uso extrativista e pelo emprego de baixo nível tecnológico e ambientais que refletem na degradação dos solos, assoreamento de rios, igarapés e destruição de áreas de floresta nativa com uma riqueza de recursos potencialmente úteis para o homem, que podem não ter sido sequer conhecidos e identificados (Sánchez, 2001; Fernandes et al., 1994; Martins et al., 1996; Serrão et al., 1998).

A recuperação da produtividade dessas áreas de pastagens devem ser cada vez mais priorizada, uma vez que as restrições ambientais tendem a reduzir as possibilidades de continua incorporação de áreas ainda inalteradas para formação de novas pastagens (Dias-Filho, 2005).

1.2. Alternativas para reverter o quadro de degradação das pastagens no Cerrado

Para reverter o quadro de degradação das pastagens no Cerrado poderiam ser utilizadas segundo Macedo (1995) e Castro et al. (1999) alternativas como:

- Uso de sistemas integrados de produção de lavoura e pecuária;
- Uso intensivo de pastagens de alta produção, como capins do gênero *Pennisetum*, *Cynodom* e *Panicum*, em sistemas de manejo rotacionado e com adubação de manutenção;
- Uso de suplementação alimentar alternativa para aliviar a estacionalidade da produção e o estresse do pastejo sobre as pastagens na seca;
- Utilização de cultivares de gramíneas com baixo potencial de produção de sementes, com ciclos de maturação e portes adequados ao plantio consorciado ou não com culturas anuais;
- Utilização de leguminosas forrageiras para uso em bancos de proteína e plantio consorciado;
- Uso de adubação de manutenção sob pastejo, com fontes alternativas de nutrientes
- Uso de sistemas silvipastoris

1.3. Sistemas silvipastoris

Os sistemas silvipastoris (SSP's) são caracterizados pela combinação de espécies florestais com plantas forrageiras herbáceas ou rasteiras e animais (Macedo, 2000). Este pode ser dividido em

categorias propostas por Veiga e Veiga (2000) que são as seguintes:

SSP's temporários: esses sistemas, muito utilizados no plantio de eucalipto e pinus, priorizam o componente arbóreo. O animal é utilizado para controlar o estrato herbáceo nas fases iniciais de formação do cultivo arbóreo, com o objetivo de reduzir os custos com capinas e o risco de incêndios

SSP's permanentes: onde as árvores e pastagens são planejadas desde o início para serem integrantes permanentes do sistema. Esse é o sistema mais desejável, porque permite em maiores escala a obtenção dos benefícios agroecológicos decorrentes da maior interação entre os componentes bióticos e abióticos, e eleva a produção animal a níveis físicos e economicamente significativos.

SSP's com componente arbóreo não-plantado: Nessa categoria se incluem os SSP's cujo componente arbóreo fazia parte ou regenerou da vegetação natural, não sendo plantado.

SSP's com componente arbóreo plantado: Nesses SSP's, o componente arbóreo é plantado.

1.4. Vantagens da adoção dos sistemas silvipastoris

A presença de árvores beneficia o solo pela manutenção de uma temperatura mais baixa e pelo aumento da atividade microbiológica, auxiliada, também, pelo aumento do teor de matéria orgânica fornecido pela constante queda da folhagem das árvores, o que coopera para manter a fertilidade da terra (Franke et al., 2001).

Segundo Sánchez (2001) a introdução de árvores e arbustos de uso múltiplo ou forrageiro em pastagens pode aumentar não somente a quantidade, mas também a qualidade da forrageira disponível aos animais.

As árvores na pastagem também trazem benefícios para os animais, pois, ao proporcionarem sombra, quebra-vento e abrigo, diminuem o estresse climático, melhorando a produção animal. Há relatos de que quando protegidos do calor, os animais pastam por períodos mais longos, requerem menos água para beber, e apresentam melhor eficiência de conversão de forragem, maior crescimento e produção de lã e de leite, puberdade mais precoce, maior taxa de concepção, maior regularidade do período fértil e maior vida reprodutiva (Polla, 2001; Veiga et al., 2001).

1.5. Implantação de sistemas silvipastoris

A implantação de sistemas silvipastoris (SSP's) passa por pesquisas para identificação de forrageiras tolerantes à sombra, adequação de densidade de plantio de árvores e de opções arbóreas (Pereira et al., 2005).

Quanto às espécies tolerantes ao sombreamento as pesquisas mostraram que as espécies que mais se adaptaram foram: *Panicum maximum*, *Brachiaria decumbens* e a *Brachiaria brizantha* com as duas últimas com mais alto potencial de utilização para formação desse sistema no Cerrado brasileiro, pois estas compõem em torno de 85% da área de pastagem formada nesse bioma (Macedo, 2005 e Pereira et al., 2005).

A adequação da densidade de plantio de árvores deve esta condicionada a espécie

arbórea utilizada, isto é, em função das características da arquitetura da copa e altura da árvore. Outros fatores determinantes do espaçamento seriam a finalidade principal do empreendimento agropecuário e a espécie animal (Dias-Filho, 2006).

Os estudos quanto às espécies arbóreas utilizadas têm sido focados principalmente em espécies exóticas como as do gênero *Eucalyptus* (Carvalho et al., 2002). Estudos envolvendo espécies nativas são escassos na literatura. O uso de espécies como o Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e a Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) estão frequentemente ligados à produção madeireira e recuperação e conservação de ecossistemas (Viana, 1982; Viana et al., 2002).

Com isso há demanda por informações sobre o maior uso de espécies arbóreas nativas, assim como métodos eficientes e econômicos de se introduzir árvores em pastagens já formadas. Observa-se também carência de informações de longa duração sobre SSP's permanentes, principalmente de resultados econômicos, incluindo produção animal e de madeira (Pereira et al., 2005).

1.6. Influência do sombreamento sobre a composição química em forragens

1.6.1. Matéria seca

Diversos trabalhos de pesquisa têm evidenciado que, normalmente forrageiras cultivadas à sombra possuem maiores teores de água, ou seja, possuem menores teores de matéria seca (Samarakoon et al., 1990a; Carvalho et al., 1995; Castro et al., 1999; Sousa et al., 2005).

Segundo Jefferies (1965) a diminuição na concentração da matéria seca (MS) se deve ao desenvolvimento mais lento das plantas a sombra, com reduzida velocidade de perda de água pelos seus tecidos, os quais permanecem mais tenros e suculentos por período maior de tempo.

Posteriormente Carvalho et al. (1995) trabalhando com cinco gramíneas forrageiras tropicais sob a copa de Angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) encontraram que a diminuição da MS está ligada a maiores proporções de folhas verdes dessas forragens nas áreas sombreadas, o que representa uma vantagem do ponto de vista do pastejo uma vez que as folhas geralmente têm melhor qualidade nutricional que os caules.

1.6.2. Proteína bruta

O aumento nos teores de proteína bruta (PB) em forrageiras sob árvores ou sombra artificial é observado em diversos trabalhos de pesquisa (Samarakoon et al., 1990a; Wilson et al., 1990; Belsky, 1992; Carvalho et al., 1995; Ribask 2000; Andrade et al., 2002; Sousa et al., 2005).

Esses maiores teores de PB nas forrageiras sombreados podem ser considerados como um aspecto favorável à produção animal (maior teor de PB disponível) tendo em vista que os solos tropicais são pobres em nitrogênio (N) e a fertilização com N é frequentemente insuficiente e onerosa. Assim, pode haver uma vantagem significativa na produção de gramíneas forrageiras em sistemas silvipastoris (Ribask, 2000).

1.6.3. Fibra detergente neutro

Os efeitos do sombreamento sobre os teores de fibra em detergente neutro

(FDN) foram observados por Samarakoon et al. (1990a) trabalhando com as forrageiras *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* com 50% de sombreamento artificial, onde encontraram menores teores de FDN nas áreas sombreadas quando comparadas às cultivadas a pleno sol.

Mesmo comportamento foi observado por Kephart e Buxton (1993) em experimento com as gramíneas *Panicum clandestinum*, *Panicum virgatum*, *Phalaris arundinacea*, *Fescula arundinacea* e *Andropogon gerardii*, onde os teores de FDN foram menores nas áreas sombreadas, quando comparadas às áreas a pleno sol.

Entretanto Moraes et al. (2006) em experimento com as espécies *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Colômbio observaram maiores teores de FDN nas forrageiras submetidas a sombreamento artificial de 80% quando comparadas as forrageiras cultivadas a pleno sol.

Porém Sousa et al. (2005) trabalhando com a espécie *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetidos a dois sistemas arborizados compostos por duas espécies de arbóreas nativas Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) não encontraram diferenças entre os teores de FDN nas áreas sombreadas quando comparadas as seus controles (áreas a pleno sol).

1.6.4. Fibra detergente ácido

Os efeitos do sombreamento sobre os teores de fibra em detergente ácido (FDA) em forrageiras sob árvores ou sombra artificial são muito variáveis (Belsky 1992; Samarakoon et al. 1990a, Castro 1996).

Belsky (1992) trabalhando com duas áreas nativas de pastagens sob o dossel de *Acacia tortilis* e *Adansonia digitata* em pastagens nativas com alto e baixo índice pluviométrico obteve decréscimo nos teores de FDA nas áreas sombreadas quando comparadas às áreas a pleno sol.

Entretanto Samarakoon et al. (1990a) anteriormente trabalhando com as forragens *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* com 50% de sombreamento artificial, não encontraram diferenças significativas nos teores de FDA nas áreas sombreadas quando comparadas às cultivadas a pleno sol.

Porém Castro (1996) avaliando o comportamento de seis forrageiras sob 30% de sombreamento artificial encontrou maiores teores de FDA nas áreas sombreadas, quando comparadas às áreas a pleno sol.

1.6.5. Lignina

Com relação aos efeitos do sombreamento sobre os teores de lignina Castro (1996) avaliando o comportamento de seis forrageiras em regime de sombreamento artificial (30 e 60% de sombra), encontrou aumento nos teores de lignina, nas áreas sombreadas quando comparadas às áreas cultivadas a pleno sol.

Semelhantemente em experimentos conduzidos anteriormente por Samarakoon et al. (1990a) com as forrageiras *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* com 50% de sombreamento artificial, encontraram maiores teores de lignina nas áreas sombreadas quando comparadas às cultivadas a pleno sol.

Entretanto Nunes et al. (2004a) avaliando a influência do sombreamento proporcionado pelas árvores de Algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC) sobre os teores de lignina no capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) plantado a sombra e ao sol, no período seco e chuvoso, não encontraram diferenças significativas para os teores de lignina entre os locais de amostragem no período seco.

1.6.6. Digestibilidade

A idade fisiológica da planta forrageira e as condições ambientais em que ela se desenvolve constitui fatores de grande importância que afetam a sua composição química e, por conseguinte, a digestibilidade de seus nutrientes e a eficiência de sua utilização (Bressani et al., 1968). Com isso os resultados disponíveis na literatura relacionados com o efeito do sombreamento sobre a digestibilidade em forragens são muito variáveis (Carvalho, 1997).

Samarakoon et al. (1990a) em experimento com as forrageiras *Stenotaphrum secundatum* e *Pennisetum clandestinum* com 50% de sombreamento artificial, não encontraram efeito do sombreamento sobre a digestibilidade *in vitro* e *in vivo* da MS.

Semelhantemente Samarakoon et al. (1990b) trabalhando com as espécies *S. secundatum*, *P. clandestinum* e *Axonopus compressus* e três níveis de sombreamento artificial (42, 59, 68%), encontraram aumento na digestibilidade da matéria seca das forrageiras com o aumento do sombreamento, porém a resposta foi pouco variável e muito pequena (1-3%).

Entretanto Carvalho et al. (2002) em experimento com cinco cultivares de *B.*

Brizantha sob a copa de Angico-Vermelho (*Anadenanthera macrocarpa*) encontraram digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) da gramínea sombreada significativamente mais elevada que nas áreas sem árvores.

Porém Castro (1996) avaliando o comportamento de seis forrageiras em regime de sombreamento artificial (30 e 60% de sombra), encontraram DIVMS inferior a da forragem obtida a pleno sol.

Nunes et al. (2004b) avaliando a influência do sombreamento proporcionado pelas árvores de algaroba (*Prosopis juliflora* (SW). DC) sobre a degradabilidade do capim Buffel (*Cenchrus ciliaris* L.) plantado a sombra e ao sol, no período seco e chuvoso, não encontraram diferenças significativas para a degradabilidade entre os locais de amostragem no período seco, porém no período chuvoso, houve diferença significativa para essa variável, com superioridade para a gramínea colhida em condições de exposição completa ao sol. Com relação ao efeito de período do ano houve superioridade para a gramínea colhida no período de menor déficit hídrico.

1.7. Caracterização da lignina por estudos de oxidação com nitrobenzeno

1.7.1. Lignina

A lignina é um polímero formado por três álcoois, p-coumaril, coniferil e sinapil, que se interligam numa malha complexa, resistente à hidrólise ácida e alcalina e a vários complexos enzimáticos, inclusive as enzimas microbianas e tissulares do trato gastrointestinal dos animais superiores. À medida que as plantas forrageiras amadurecem, maior é a concentração da lignina, bem como maior

é seu efeito deletério sobre a utilização da parede celular (Van Soest, 1994).

Estes efeitos são mais pronunciados nas gramíneas tropicais. Deve ser considerado que a disponibilidade de energia luminosa nos trópicos permite elevadas taxas de crescimento das forrageiras, como parte da sua adaptação fisiológica (metabolismo-C4). Este elevado potencial de produção não pode ser adequadamente aproveitado, principalmente pelos efeitos negativos da deposição da lignina, resultantes da maturação fisiológica da planta (Deschamps e Ramos, 2002).

Muito embora a lignina pareça ser o principal fator afetando a digestibilidade das forragens, algumas vezes, ela por si mesma não consegue explicar algumas discrepâncias (Nogueira, 2002).

Deste modo, pouca relação se poderia esperar entre a composição da lignina como unidade polimérica e a digestão da parede celular das forragens. Assim, a concentração de seus precursores (compostos fenólicos) e principalmente a associação destes com os carboidratos constituintes da parede celular, desempenhariam então, um papel mais importante (Deschamps e Ramos, 2002).

1.7.2. Efeito dos compostos fenólicos da lignina sobre a digestibilidade da parede celular

A lignificação das plantas é um dos fatores que mais afetam a degradabilidade das forragens pelos microrganismos, devido principalmente a sua ligação com as cadeias de hemiceluloses. Estas são feitas através das unidades de arabinose das cadeias laterais de xilanas que se ligam aos ácidos p-cumárico e ferúlico, que estabelecem ligações com as cadeias de lignina. Estes compostos fenólicos,

especialmente o ácido p-cumárico, são tóxicos para a população microbiana ruminal, entretanto sua concentração no conteúdo ruminal é provavelmente insuficiente para gerar este efeito. Contudo, sua solubilização a partir das paredes celulares pode provocar nas zonas de ativa degradação uma concentração de fenóis próxima aos níveis tóxicos, que podem inibir, ou mesmo diminuir a atividade fibrilolítica bacteriana (Jung et al., 1983; Chesson et al., 1986; Fondevila et al., 1997).

Semelhantemente em experimentos realizados por diversos autores em culturas puras ou mistas de microrganismos, os compostos fenólicos derivados da lignina inibiram a digestão da celulose e da hemiceluloses. Sendo que alguns fenóis apresentam maior toxicidade (Akin, 1982; Varel e Jung, 1986; Akin e Benner, 1988).

1.7.3. Oxidação da lignina por nitrobenzeno

Um método para quantificação dos compostos fenólicos da lignina é a oxidação por nitrobenzeno que degrada a macromolécula de lignina preservando seus anéis aromáticos auxiliando no seu estudo estrutural. No caso de gramíneas os principais monômeros fenólicos produzidos através dessa oxidação com nitrobenzeno são: vanilina, siringaldeído e o p-hidroxibenzaldeído. Além desses aldeídos, a oxidação com nitrobenzeno dá origem também, em quantidades muito inferiores, aos respectivos ácidos: ácido vanílico e ácido ferúlico, ácido siríngico e ácido p-cumárico (Fengel, 1984).

Segundo Saliba et al. (1999) os aldeídos obtidos através da oxidação com nitrobenzeno, interferem diferentemente

na digestão dos carboidratos das plantas nos animais.

Akin (1986) encontrou que o ácido p-cumárico foi consideravelmente mais tóxico que o ácido ferúlico, sendo que este teve pequeno ou nenhum efeito sobre a degradação dos tecidos das forrageiras estudadas.

Akin e Chesson (1989) encontraram que a lignina rica em unidades siringílicas (siringaldeído e o ácido siríngico) é mais facilmente degradada do que aquelas ricas em núcleos guaiacílicos (vanilina, ácido vanílico e ácido ferúlico).

Semelhantemente Saliba (1998) encontrou que os grupamentos guaiacílicos influenciaram mais na degradação da parede celular que os grupamentos siringílicos em estudos de degradação onde foram utilizadas palhas de milho e de soja.

1.8. Avaliação de forrageiras pela técnica de degradabilidade *in situ*

Na avaliação de forrageiras, os resultados mais próximos da realidade são obtidos com ensaios *in vivo*. Porém esses ensaios são muitos trabalhosos, demorados e de custos mais elevados quando comparados às técnicas *in vitro* e *in situ* (Bueno, 2003).

A técnica *in situ* de avaliação de forragens consiste em determinar o desaparecimento de componentes da amostra de alimentos acondicionados em sacos de náilon, ou outro material sintético e incubá-los no rúmen, através de cânulas ruminais, por períodos variáveis, utilizando pequenas quantidades de alimento (Reis, 2000).

Essa técnica de incubação de substratos no rúmen (*in situ*) para estimativa da degradabilidade dos alimentos não é nova, sendo descrita primeiramente por Quin et al. (1938) que usou sacolas cilíndricas de seda natural em ensaios de digestão de alimentos em ovinos canulados no rúmen.

A sua popularidade está ligada a sua rápida e fácil execução, pois requer pequena quantidade de amostra do alimento e possibilita a exposição do alimento ao contato íntimo com o ambiente ruminal, apesar do alimento não estar sujeito às ações do processo de mastigação e ruminação ou fluxo para o trato digestivo posterior, fornece ainda informações sobre a extensão e a taxa de degradação dos nutrientes permitindo estudos da cinética de digestão dos alimentos de fundamental importância para avaliação da quantidade de nutrientes que estará disponível para os microrganismos do rúmen e a quantidade de nutrientes que chega no intestino (Mehrez e Ørkov, 1977; Sampaio, 1988; Barbosa, 1996; Reis, 2000).

Com isso devido a sua ampla utilização, muitas pesquisas foram desenvolvidas com o intuito de se estabelecer padrões apropriados e uniformizar a técnica *in situ* visando à obtenção de repetibilidade aceitável dos resultados (Reis, 2000). A tabela 1 apresenta as recomendações para o procedimento da digestão ruminal *in situ*.

Tabela 1. Recomendações para o procedimento da digestão ruminal *in situ*.

Variável	Recomendação
Material utilizado para confecção dos sacos de incubação	seda, náilon, poliéster e dacron
Tamanho dos poros da bolsa	40 a 60 µm
Tamanho de partícula da amostra incubada	Suplementos protéicos e energéticos – 2mm; Grãos de cereais, subprodutos fibrosos, fenos e forragens (MS acima de 60%) – 5mm; Silagens e forragens (MS abaixo de 60%) – 5mm
Peso da amostra x área superficial da bolsa	10 a 20 mg/cm ²
Contaminação microbiana	Sem considerar o marcador utilizado (DAPA, RNA, N ¹⁵ , S ³⁵ , etc) a correção deve ser utilizada, principalmente, para forragens de baixa qualidade
Dieta	Alimentar segundo as exigências do animal Documentar a composição da ração Alimentar com proporções de forragem/concentrado de acordo com as exigências do animal Fornecer os ingredientes na dieta basal que serão testados Fornecer uma ração total, á vontade
Animal/período	Utilizar o tipo de animal para o qual as determinações serão utilizadas Pelo menos duas repetições no tempo devem ser utilizadas se um animal é utilizado Inserir os sacos em um mesmo tempo em relação á alimentação de cada animal e período
Incubação pré-ruminal	Mergulhar os sacos em água ou solução tampão antes da incubação
Inserção dos sacos	Inserir em um determinado intervalo de tempo e retirar todo o grupo
Lavagem pós-ruminal	Lavar em água corrente até a água ficar clara
Tempos de incubação	0 a 6 h: 3 a 6 tempos; 6 a 24 h 3 a 6 tempos; 25h: intervalos de 6 a 12 h
Ingrediente padrão	Um saco por cada tempo de incubação, inseridos com o alimento teste

Fonte: Nocek, (1997).

2. CAPITULO II. AVALIAÇÃO NUTRICIONAL E CARACTERIZAÇÃO DA LIGNINA DA *BRACHIARIA BRIZANTHA* EM DOIS SISTEMAS SILVIPASTORIS

2.1. Introdução

A *Zeyheria tuberculosa* - conhecida popularmente como Ipê Felpudo, pertencente à família Bignoniaceae é de ocorrência natural do litoral ao interior, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, Espírito Santo, Goiás, Bahia, agreste de Pernambuco e o norte de Mato Grosso é uma árvore de médio a grande porte que atinge mais de 30 m de altura e diâmetro superior a 80 cm, sendo a copa colunar quando jovem e cônica a globosa quando adulta. O Tronco é reto, cilíndrico, com mais de 2/3 da altura da árvore, sendo a casca grossa com 2 a 5 cm de espessura, cinza-clara a pardo-amarelada, profundamente sulcada e muito fissurada. Os ramos são grossos, gretados, ásperos e felpudos quando novos. As folhas são em tufo terminais, opostas cruzadas, pentadigitadas. A folha inteira, assim como o resto da planta, é recoberta por um tomento espesso, semelhante a um veludo, pulverulento, origem do nome felpudo. A inflorescência surge após a brotação das folhas, em panícula terminal densa, ereta, piramidal, felpuda, com dezenas de pequenas flores. Os frutos são em forma de cápsula do tipo síliqua, lenhosa, grande, achatada, oval a oblonga. Externamente é muricada, isto é, revestida de densas expansões semelhantes a um pêlo grosso. Esta é a razão do nome da espécie, *Z. tuberculosa*, termo alusivo a pequenas saliências; pelo mesmo motivo, vulgarmente também é conhecida por bucho-de-boi. A madeira é pesada (0,75 a 0,80 g/cm³), dura, resistente, flexível e de alta durabilidade. Pelas suas excelentes qualidades, é muito usada em construções (estruturas de casas e telhados, pisos, paredes de tábuas,

pontes) e atividades agropecuárias (cercas, moirões, postes, currais, paióis, ideal para cabos de ferramentas, etc.), principalmente em pequenas propriedades rurais (Hoehne, 1951; Pickel, 1953; Tavares, 1959; Mainieri e Pereira, 1965; Luz, 1984; Luz, 1985).

A *Myracrodruon urundeuva* conhecida popularmente como Aroeira, pertence à família Anacardiaceae de ocorrência natural desde o Ceará até a Argentina e o Paraguai, sendo encontrada em formações vegetais de Caatinga, Cerrado e Mata Atlântica, é dióica, caracterizada como secundária tardia, decídua, que inicia a derrubada das suas folhas nos meses de junho-julho, ou seja, é uma árvore caducifólia, cujo porte varia correspondentemente com a região onde é encontrada. A queda total da folhagem e o início da floração vão do final de julho até setembro, respectivamente. Os primeiros frutos amadurecem no final de agosto e início de setembro, estendendo o período de frutificação até outubro (Pio Correa, 1926; Rizzini, 1971; Silva, 1978; FAO, 1986; Santin, 1989). A madeira é pardo-avermelhada, com sabor adstringente, muito dura e de alta durabilidade, desse modo, o seu uso ocorreu em construções rurais instaladas pelo interior de todo o país. Também foi muito utilizada na rede de transmissão elétrica brasileira, antes do uso de postes de concreto. A casca é subdividida em placas nos troncos mais velhos, sendo íntegra nas árvores jovens, contendo 15% de tanino, muito usado na indústria de curtume (Andrade et al., 2000). Além das utilizações citadas anteriormente, a Aroeira é usada em reflorestamento, em sistemas agroflorestais e como componente de essências farmacológicas,

pois na sua entrecasca foram constados sete componentes fitoquímicos, dos quais dois chalconasdiméricas naturais, que possuem a propriedade de antiinflamatório e foram denominadas Urundeuveína A e B (Viana et al., 1995).

Esta arbóreas foram escolhidas e utilizadas para formação de dois sistemas silvipastoris (SSP's) no município de Lagoa Santa – MG, pertencente ao bioma de Cerrado, baseando-se nos seguintes preceitos: qualidade da madeira, velocidade de crescimento, arquitetura da copa, arquitetura do caule, presença no bioma ao qual pertence à propriedade e resistência ao pastejo. O sistema começou a ser desenvolvido em 1982 em solos classificados como latossolos vermelho-amarelo através de regeneração natural utilizando-se da técnica de roçada seletiva, que consiste em eliminar através de roçado as espécies não desejadas, tendo como regra de seleção da densidade arbórea a manutenção de uma distância mínima de quatro metros entre árvores. A gramínea utilizada para compor esse sistema foi a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu plantada em substituição a uma pastagem de capim Jaraguá (*Hiparrhenia ruffa*) existente nessa área. A implantação foi feita utilizando-se tração animal com o uso de fertilizantes, fosfato natural e calcário, além de sementes de *B. brizantha* cv. Marandu, que foram esparramadas manualmente entre as árvores. A área não foi queimada, e desde então é utilizada como fonte de forragem para os animais (Viana et al., 2002).

Apesar desses SSP's estarem implantados desde 1982, poucos estudos foram feitos sobre a influência dessas arbóreas sobre a qualidade nutricional da *B. brizantha* cv. Marandu (Sousa et al., 2005; Sousa, 2005). Desta forma o objetivo desse estudo foi avaliar a influência dessas

arbóreas sobre a qualidade nutricional e caracterização da lignina por estudos de oxidação com nitrobenzeno na *B. brizantha* cv. Marandu.

2.2. Material e métodos

2.2.1. Localização e instalação do experimento

O experimento foi conduzido em dois sistemas silvipastoris localizados na fazenda Grota Funda nas seguintes coordenadas geográficas: 19°, 35', 36" Sul, 43°, 51', 56" Oeste; altitude 747m, correspondente ao bioma Cerrado do município de Lagoa Santa, no Estado de Minas Gerais, Brasil (Viana et al., 2002).

O experimento foi composto de dois sistemas arborizados e seus respectivos controles (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu a pleno sol) com área total de 3,9 ha, sendo os tratamentos:

Sistema 1 - Tratamento 1 (T1) – *B. brizantha* cv. Marandu sombreada com Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) com densidade arbórea de 208 árvores/ha (área = 1,6 ha) e Tratamento 2 (T2) – Controle do T1 *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (área = 1,0 ha).

Sistema 2 - Tratamento 3 (T3) – *B. brizantha* cv. Marandu sombreado com Aroeira (*Myracrodruon Urundeuva*) com densidade arbórea de 526 árvores/ha (área = 0,3 ha) e Tratamento 4 (T4) – Controle do T3, *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (área = 1,0 ha)

Foram delimitadas três áreas para cada tratamento sendo estas as repetições do tratamento perfazendo seis áreas. As áreas correspondentes aos tratamentos foram de 4 x 4m (16m²) e estas foram

localizadas através de sorteio e cercadas (cercas de arame farpado com cinco fios).

2.2.2. Colheita da forragem

Em novembro de 2004, começo da estação chuvosa, foi feito um corte de uniformização a 30 cm do solo. Amostras (arremesso do quadrado 1 x 1m) foram colhidas a cada 30 dias depois do corte de uniformização, através de cortes a 30 cm do solo, visando simular o manejo de pastejo da *B. brizantha* cv. Marandu, respeitando as características morfofisiológicas da planta (Silva, 1995). O período de coleta das amostras foi de dezembro de 2004 a abril de 2005.

Essas amostras foram posteriormente pré-secas em estufa a 65°C por 72h. Logo após foram processadas em peneira de 1 e 5mm, sendo posteriormente acondicionados em recipientes plásticos, fechados e identificados.

2.2.3. Experimento *in situ*

A avaliação nutricional da forragem no Sistema 1 e Sistema 2 coletados nos meses de dezembro de 2004 a abril de 2005 pela degradabilidade *in situ* foi dividida em duas etapas: sendo as análises laboratoriais realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Veterinária da UFMG e o procedimento experimental com os animais sendo conduzido nas dependências do Campo Agropecuário e Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB, Campus de Vitória da Conquista – BA no período de 03 de outubro de 2005 a 30 de novembro de 2005.

Foram utilizadas três vacas mestiças Holandês x Zebu canulados no rúmen. Os

animais utilizados durante o período experimental foram mantidos em uma área de 10 ha formada por *B. decumbens*. Os animais tinham livre acesso à água e a suplementação mineral.

Devido ao grande número de observações por sistema (dois tratamentos x três repetições x cinco épocas de corte = 30 observações) para a incubação *in situ* foi feito um *pool*, onde as repetições de cada tratamento foram misturadas nas mesmas proporções totalizando assim 10 observações (dois tratamentos x cinco épocas de corte) para o estudo da degradabilidade.

Foram utilizados sacos de náilon de 10cm de largura x 20cm de altura e tamanho médio dos poros de 50µm (*Dacron bags*) devidamente identificados. Os sacos foram secos a 65°C por 24h tendo seus pesos registrados e receberam 6g de matéria seca (MS) moídas a 5mm do material a ser incubado, o que corresponde à relação de 15mg de MS da amostra por cm² (Nocek, 1997).

Uma argola de metal com aproximadamente dois centímetros de diâmetro foi colocada na extremidade aberta de cada saco, sendo o fechamento dos sacos realizado com elástico de borracha modelo 18 – Mercur.

Os sacos incubados foram fixados em uma corrente com peso de aproximadamente 500g de forma a mantê-los em contato permanente com o líquido ruminal e posicionados no saco ventral do rúmen.

Os tempos de incubação usados para avaliação da digestibilidade *in situ* da *B. brizantha* cv. Marandu nos dois sistemas estudos foram: 6, 24 e 96 h. Foram utilizadas duas réplicas para 6 h e três

para 24 e 96 h, obtidas a partir do *pool* incubadas sempre no mesmo horário (8:00 da manhã). Logo, o máximo de bolsas dentro do rúmen dos animais canulados era de 30 bolsas, ou seja, dois tratamentos (T1 e T2 ou T3 e T4), cinco

épocas de corte e três replicas (no caso dos tempos de 24 e 96h). A estratégia de incubação das bolsas em relação ao animal e ao período experimental pode ser visualizada na Tabela 2.

Tabela 2. Estratégia de incubação das bolsas de náilon no rúmen, em função dos animais experimentais e do período experimental.

Dia	Hora	Animais		
		Animal 1	Animal 2	Animal 3
11/out	08:00	C 6 h	C 24 h	C 96 h
11/out	14:00	R 6 h		
12/out	08:00	C 24 h	R 24 h, C 6 h	
12/out	14:00		R 6 h	
13/out	08:00	R 24 h, C 96 h	C 96 h	
14/out	08:00			
15/out	08:00			R 96 h, C 6 h
15/out	14:00			R 6 h
16/out	08:00			C 24 h
17/out	08:00	R 96 h	R 96 h	R 24 h

C= colocação das bolsas no tempo de e R= remoção das bolsas no tempo de

Uma vez retiradas do rúmen, as bolsas foram mergulhadas em água gelada para cessar o crescimento e a fermentação microbiana. A lavagem das bolsas foi efetuada em máquina de lavar, em dois ciclos de 2 minutos. A secagem foi realizada em estufa 65°C por 72 horas. Após 30 minutos dentro do dessecador tiveram seus pesos brutos registrados. Deste peso bruto, subtraiu-se o peso da sacola vazia, obtendo-se desta forma, a proporção de MS pré-seca que desapareceu das bolsas durante a incubação ruminal. Os resíduos de incubação foram homogeneizados (mistura das réplicas referentes a cada tempo de incubação para cada tratamento), moídas em peneiras de 1mm e acondicionadas em fracos de plásticos fechados e identificados, para posteriores análises químicas.

A determinação do tempo zero (t_0) foi feita colocando-se aproximadamente 6g de MS da amostra moída a 5mm nas bolsas de náilon e lavando-as seguindo os

mesmos procedimentos dos outros tempos de incubação. Por esse procedimento, foi possível determinar a fração solúvel de cada tratamento.

As análises químicas da forragem colhida a campo e dos resíduos de incubação dos Sistemas 1 e 2 foram precedidas da moagem das amostras em peneira de 1mm, para análise dos teores de MS em estufa 105°C e proteína bruta (PB) pelo método de Kjeldhal (AOAC, 1995) e fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) e lignina pelo método seqüencial de Van Soest et al. (1991).

Os parâmetros de degradabilidade *in situ* foram estimados com a utilização do programa de computador F Curve – desenvolvido por Chen (1995), próprio para ajuste de dados e determinação de degradabilidade ruminal.

A degradabilidade efetiva (DE) de cada componente nutricional foi calculada a partir do modelo proposto por Ørskov e McDonald (1979):

$$DE = a + b [b \times c / (c+k)]$$

a= é o intercepto da curva de degradação no tempo zero que representa o substrato solúvel e completamente degradado;

b= é a degradabilidade potencial do material que permaneceu no saco no tempo zero e que será degradado com o tempo (substrato insolúvel, mas potencialmente degradado).

c= é a taxa fracional constante de degradação deste material (fração b) remanescente, a partir do tempo zero

k=é a taxa fracional de passagem, sendo consideradas para este experimento as taxas de 0,02 e 0,05 hora⁻¹, correspondente respectivamente aos tempos de permanência no rúmen de 50 e 20 horas.

O delineamento estatístico utilizado para comparação dos teores de MS, PB, FDN e FDA da forragem colhida nos sistemas 1 e 2 foi o de blocos casualizados (DBC) com cinco blocos (épocas de corte), dois tratamentos (T1 x T2 ou T3 x T4) e três repetições por tratamento. Somente houve comparações dentro dos sistemas (T1 x T2) e (T3 x T4), devido ao fato dos solos destes, sistema 1 e sistema 2, serem diferentes (Viana et al., 2002). As comparações das médias dos resultados desses parâmetros foram feitas pelo teste de Tukey a cinco % de probabilidade.

As análises estatísticas para comparação dentro dos sistemas 1 (T1 x T2) e 2 (T3 x T4), devido ao fato dos solos destes, serem diferentes (Viana et al., 2002), quanto aos valores de degradação da MS, PB, FDN e FDA foram feitas segundo delineamento em blocos ao acaso sob

esquema de parcelas sub-divididas (split plot), sendo os três animais equivalentes aos blocos, as parcelas os tratamentos (T1 x T2 e T3 x T4) e nas sub-parcelas os tempos de degradação (0, 6, 24 e 96 horas). O efeito dos animais foi bloqueado em concordância com o seguinte modelo:

$$Y_{i,jk} = \mu + G_i + \epsilon_{ik} + T_j + (G \times T)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Sendo:

$Y_{i,jk}$ = observação no grupo I, no tempo j da repetição k

μ = efeito médio geral

G_i = efeito do grupo I, sendo I= sombra e sol

ϵ_{ik} = erro aleatório da parcela do grupo i na repetição k

T_j = efeito do tempo j, sendo j=0, 6, 24 e 96 horas

$(G \times T)_{ij}$ = efeito da interação do grupo i no tempo j

ϵ_{ijk} = erro aleatório da subparcela do grupo i, no tempo j da repetição k.

Para avaliar se houve diferença entre as médias obtidas nesse estudo utilizou-se o teste SNK (Student Newman Keuls) a cinco % de significância comparando-se os valores dos diferentes tempos de incubação para cada tratamento.

2.2.4. Oxidação com nitrobenzeno

Para a determinação dos monômeros fenólicos da lignina (p-hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído) nos sistemas estudados, as amostras coletadas por sistema (2 tratamentos x 3 repetições x 5 épocas de corte = 30 observações) foram agrupadas em um *pool* onde as repetições de cada tratamento foram misturadas nas mesmas proporções totalizando assim 10 observações por sistema estudado (2 tratamentos x 5 épocas de corte).

O isolamento dos monômeros fenólicos da lignina foi feito utilizando-se a técnica de oxidação com nitrobenzeno através de um reator Parr modelo 4841, onde foram adicionados 25mg de amostra, 9mL de NaOH 2,5N e 1mL de nitrobenzeno. Em seguida fechou-se o sistema deixando a reação ocorrer a 170°C durante três horas. Posteriormente a mistura oxidada foi transferida para um balão de decantação onde foram efetuados cinco lavagens com clorofórmio, permanecendo em cada lavagem à parte sobrenadante. Ao final dessas cinco lavagens o sobrenadante que permaneceu da quinta lavagem foi acidificado com a adição de 4mL de HCl 3,0N, para novamente serem efetuadas três lavagens com clorofórmio utilizando-se 5mL em cada lavagem, sendo capturado a parte não sobrenadante dessas três lavagens. Essa parte capturada foi evaporada a temperatura ambiente e retomada com 5mL de acetonitrila de forma a aumentar a concentração dos monômeros fenólicos na amostra. 1mL dessa amostra retomada foi colocado em eppendorf onde novamente foi evaporada a temperatura ambiente. Posteriormente

foi adicionado a essa amostra evaporada 25µL de acetonitrila e 25µL de BSTFA (agente silitante), o eppendorf foi fechado e levado para o ultra-som onde permaneceu por 5 cinco minutos, para que a amostra fosse misturada. A etapa seguinte foi a derivatização no qual a amostra foi retirada do ultra-som e levada ao forno de microondas doméstico, na potência 40% por 2 minutos.

Finalmente 2µL desta solução de reação foi analisada por cromatografia gasosa nas seguintes condições: Aparelho: cromatógrafo Varian CP-3380; coluna capilar: SE54 – 30m x 0,32mm (marca Alltech); gás de arraste: (2mL/min); temperatura de detecção: 300°C; temperatura de injetor: 270°C; temperatura de coluna: 120°C, 1 min, 10°C/min até 300°C; detetor de ionização de chamas (FID); volume injetado: razão split 1/100.

Os seguintes fenóis foram utilizados como padrões de referência: p-hidroxibenzaldeído, vanilina e siringaldeído (tabela 3).

Tabela 3. Curvas de calibração dos compostos fenólicos da lignina p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S).

Amostra	Tempo de retenção (min)	Correlação linear
H	4,10	0,99
V	5,50	0,99
S	7,43	0,99

2.3. Resultados e discussão

2.3.1. Composição bromatológica

Os resultados da composição bromatológica da forrageira estudada são demonstrados na apresentada na tabela 4.

Tabela 4. Teores percentuais de (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do sistema composto pelo Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) (T1) e seu controle, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T2) e do sistema composto pela Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (T3) e seu controle, *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T4).

Tratamentos	MS (%)	PB* (%)	FDN* (%)	FDA* (%)
T1	22,1 b	9,7 a	67,7 a	34,2 a
T2	26,6 a	6,9 b	68,0 a	32,1 b
DMS	1,2	0,6	1,0	1,1
CV (%)	6,4	9,0	1,9	4,5
T3	25,8 b	7,1 a	68,4 a	32,7 a
T4	29,4 a	5,8 b	69,7 a	33,0 a
DMS	0,7	0,4	1,3	1,5
CV (%)	3,3	7,5	2,4	5,7

Valores acompanhados por letras diferentes na mesma coluna para o mesmo sistema diferem significativamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. DMS (Tukey) - Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. CV - coeficiente de variação. * Percentual da base seca.

O sombreamento proporcionado pelas arbóreas *Zeyheria tuberculosa* e *Myracrodruon urundeuva* reduziram ($P < 0,05$) o teor de matéria seca (MS) da forrageira estudada quando comparada a seus respectivos controles (tabela 4). Esses resultados estão de acordo a diversos trabalhos de pesquisa que têm evidenciado que, normalmente forrageiras cultivadas à sombra possuem maiores teores de água (Samarakoon et al., 1990a; Carvalho et al., 1995; Castro et al., 1999). Provavelmente os menores teores de MS observado na forrageira sombreada por essas arbóreas esteja ligado segundo Kinyamario et al. (1995) à menor evapotranspiração existente nesses ambientes, o que resulta em maior quantidade de água nos tecidos de plantas que crescem sob luminosidade reduzida.

Os teores de proteína bruta (PB) foram maiores ($P < 0,05$) nas áreas sombreadas com Ipê Felpudo (9,7%) e Aroeira (7,1%), sendo que seus controles (6,9 e 5,8% respectivamente) não apresentaram

um teor mínimo de 7% de PB recomendado para manutenção da microflora ruminal (Van Soest, 1994). Observações semelhantes de aumento nos teores de PB em forrageiras sob árvores ou sombra artificial foram também observados anteriormente em diversos trabalhos de pesquisa (Samarakoon et al., 1990a; Wilson et al., 1990; Belsky, 1992; Carvalho et al., 1995; Ribask 2000; Andrade et al., 2002). Segundo Kephart et al. (1992) os maiores teores de PB nas plantas sombreadas estão ligados ao maior tamanho das células dessas plantas o que ocasiona maior conteúdo celular e conseqüentemente maiores teores de PB.

Não houve influência ($P > 0,05$) sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN) entre as áreas sombreadas e seus controles (tabela 4). Estes resultados estão compatíveis com os obtidos por Kephart e Buxton (1993) trabalhando com espécies de gramíneas C_4 que concluirão não haver evidências concretas de que a adaptação a ambientes

sombreados afete a composição da parede celular. O que parece ser vantajoso, pois segundo Van Soest (1994) os teores destes constituintes da parede celular estão correlacionados negativamente com a ingestão, taxa de enchimento e passagem do alimento no sistema digestivo dos ruminantes.

Entretanto os teores de fibra em detergente ácido (FDA) foram superiores ($P < 0,05$) na forrageira sombreada pela *Z. tuberculosa* quando comparada a seu controle (tabela 4). Porém no sistema composto pela *M. urundeuva* não houve influência ($P > 0,05$) nos teores de FDA entre os tratamentos (tabela 4). Esses resultados estão de acordo com a literatura, em que, para diferentes espécies de forrageiras e diferentes níveis de sombreamento, observam-se variações de resultados quanto aos efeitos do sombreamento sobre os teores de FDA

(Samarakoon et al, 1990a; Belsky, 1992; Castro, 1996; Morais, 2006). Provavelmente os diferentes níveis de sombreamento entre os sistemas com 74% para o sistema composto pela *Z. tuberculosa* e 58% para o sistema composto pela *M. urundeuva* observado por Sousa (2005) sejam o responsável pelas diferentes respostas encontradas nesse experimento quanto aos teores de FDA.

2.3.2. Teor de lignina e concentração dos monômeros fenólicos da lignina

Os teores de lignina e a concentração dos monômeros fenólicos da lignina (g/kg de amostra) p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S) e a relação vanilina/siringaldeído (V/S) da forrageira estudada são observados na tabela 5.

Tabela 5. Teores de lignina e concentração dos monômeros fenólicos da lignina (g/kg de amostra) p-hidroxibenzaldeído (H), vanilina (V) e siringaldeído (S) e relação vanilina/siringaldeído (V/S) do sistema composto pelo Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) (T1) e seu controle, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T2) e do sistema composto pela Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (T3) e seu controle, *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T4).

Tratamentos	*Lig ₁ (%)	H ₁ (g/kg)	V ₁ (g/kg)	S ₁ (g/kg)	V/S ₁ (g/kg)
T1	7,9	83,8	44,1	34,8	1,3
T2	5,7	50,8	56,7	15,5	3,7
T3	6,3	48,4	45,2	74,1	0,6
T4	5,9	65,0	36,9	5,9	6,2

1- dados não analisados estatisticamente. *Percentual da base seca.

O teor de lignina foi 30 e 6,3% respectivamente maior na forragem sombreada com as arbóreas *Zeyheria tuberculosa* e *Myracrodruon urundeuva* quando comparados a seus controles (áreas a pleno sol). Semelhantemente aos teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) os efeitos do sombreamento, sejam natural ou artificial, sobre os teores de

lignina nas forrageiras são muito variáveis na literatura (Wong e Wilson, 1980; Fleicher et al. 1984; Samarakoon et al, 1990a; Belsky, 1992; Muoghalu e Isichei, 1995; Castro, 1996; Morais, 2006). Provavelmente os maiores teores de lignina nas forrageiras sombreadas nesse experimento (tabela 5) estão ligados a maior altura média do relvado, observado anteriormente por Sousa

(2005) nas forragens submetidas aos sombreamentos das arbóreas *Z. tuberculosa* e *M. urundeuva*, o que vêm a comprovar estudos anteriores de Mitchell e Soper (1958) e Wilkson e Beard (1975) que relatam que plantas submetidas ao sombreamento possuem maior desenvolvimento dos tecidos vasculares e de sustentação nas folhas, esse último composto principalmente por lignina.

A concentração dos monômeros fenólicos da lignina na *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sombreada com a arbórea *Z. tuberculosa* apresentou maiores concentrações de H, S e menores valores de V e relação V/S quando comparada a seu controle (tabela 5). Entretanto a *B. brizantha* cv. Marandu sombreada com a arbórea *M. urundeuva* apresentou maiores concentrações de V e S, porém menor concentração de H e relação V/S quando comparada a seu controle (tabela 5). Maiores teores de S e menores relações V/S parece ser uma tendência em forragens sombreadas como ficou comprovado nesse estudo (tabela 5) e em estudos anteriores de Saliba et al. (2005) em amostras da forrageira *B. decumbens* sombreada sob a copa das arbóreas *Acacia mangium* e *Mimosa artemisiana* que também encontraram maiores teores de S e menores relação V/S. Provavelmente os maiores teores de S e conseqüentemente menores relações V/S estão relacionados segundo Bjorkman et al. (1972) e Boardman, (1977) a mudanças no metabolismo feitas pelas forragens quando mantidas sob diferentes níveis de luz. Esta modificação é determinada pelo genótipo, e a sua intensidade é regulada pelo nível de luminosidade a qual está submetida. O conhecimento das alterações fisiológicas que as plantas apresentam para se adequar a diferentes níveis de sombreamento pode ser uma ferramenta importante para a

escolha das espécies que melhor se adaptam em ambiente sombreados (Lima, 2006).

2.3.3. Degradabilidade ruminal

Os resultados obtidos para a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) da forrageira estudada são observados na tabela 6.

Tabela 6. Degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do Sistema 1 composto pelo Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) (T1) e seu controle, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T2) e do Sistema 2 composto pela Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (T3) e seu controle, *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T4).

Variável	Tempos de incubação (h)	Sistema 1		Sistema 2	
		T1	T2	T3	T4
		Degradabilidade ruminal (%)			
MS	0	18,0aD	15,7aD	20,2aD	18,1aD
	6	23,5aC	22,9aC	23,2aC	22,8aC
	24	46,3aB	44,4aB	42,6aB	41,9aB
	96	74,7aA	74,7aA	75,0aA	74,1aA
	CV (%)	4,8		4,5	
PB	0	17,7 bD	19,3 aD	14,0aD	15,7aD
	6	23,2 aC	18,6 bC	22,4aC	21,2aC
	24	51,6 aB	39,9 bB	41,0aB	34,8aB
	96	79,0 aA	70,9 bA	73,6aA	69,5aA
	CV (%)	16,2		13,0	
FDN	0	10,5aC	7,6aC	11,2aC	9,5aC
	6	12,1aC	10,9aC	12,5aC	12,7aC
	24	38,2aB	36,8aB	35,6aB	35,1aB
	96	72,4aA	74,1aA	73,0aA	72,3aA
	CV (%)	8,4		5,9	
FDA	0	9,9aC	5,2aC	4,3aC	6,9aC
	6	13,1aC	8,5aC	6,3aC	7,0aC
	24	33,4aB	32,5aB	28,5aB	30,3aB
	96	70,9aA	72,2aA	70,3aA	69,4aA
	CV (%)	9,5		8,2	

Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas diferentes na linha para um mesmo sistema representam diferença estatística pelo teste SNK (P<0,05).

Nenhuma diferença (P>0,05) foi verificada na degradabilidade ruminal da MS entre a forragem sombreada pelas arbóreas Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) e Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) quando comparado a seus controles nos diversos horários avaliados (tabela 6). O tempo de 96 horas de incubação correspondeu ao tempo com maior (P<0,05) degradabilidade ruminal da MS na forragem estudada em ambos os sistemas (tabela 5). Provavelmente as diferenças entre a composição bromatológica (tabela 4), teores de lignina e a concentração dos monômeros fenólicos da lignina (tabela 5) foram os

responsáveis por não haver diferenças (P>0,05) entre os tratamentos dentro de cada sistema (tabela 5). Os valores encontrados no presente experimento para a degradabilidade ruminal da MS às 96 horas (tabela 6) foram próximos aos encontrados por Castro (2004) onde obteve 75,9% de degradabilidade da MS trabalhando com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cortado aos 28 dias de idade.

Exceção feita ao tempo 0 a degradabilidade ruminal da PB na forrageira sombreada pelo Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) foi maior (p<0,05) quando comparado a seu controle em

todos os tempos de incubação (tabela 6). Entretanto não houve diferença ($P>0,05$) de degradabilidade ruminal da PB entre os tratamentos no Sistema 2 (tabela 6). O valor máximo ($P>0,05$) de degradabilidade ruminal da PB foi alcançado em ambos os sistemas às 96 horas de incubação (tabela 6). As diferenças de resultados entre os sistemas para a degradabilidade ruminal da PB quando comparado a seus controles (tabela 6), provavelmente estão ligados a maior diferença ($P<0,05$) encontrada no teor de proteína bruta entre as forragens dentro de cada sistema (tabela 4). Enquanto no Sistema 1 a diferença nos teores de PB entre os tratamento é de 29% (tabela 4), no Sistema 2 a diferenças entre os teores de PB entre as forragens é de 18% (tabela 4). Provavelmente essa maior diferença entre os teores de PB entre os tratamentos dentro do sistema composto pelo Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) foi o responsável pela maior degradabilidade ruminal da PB encontrada na forrageira sombreada por essa arbórea quando comparada a seu controle (tabela 6), enquanto que a menor diferença encontrada entre os tratamentos dentro do sistema composto pela Aroeira (*M. urundeuva*) provavelmente foi insuficiente para provocar mudanças de degradabilidade ruminal da PB entre as forragens (tabela 6). Diferentemente da degradabilidade ruminal da MS os valores de degradabilidade ruminal da PB às 96 horas foram inferiores aos encontrados por Castro (2004) trabalhando com a *B. brizantha* cv. Marandu cortado aos 28 dias de idade que obteve 88,4% de degradabilidade da PB.

A degradabilidade ruminal da FDN e FDA atingiu o valor máximo ($P<0,05$) no tempo de 96 horas em ambos os sistemas (tabela 5). Nenhuma diferença ($P>0,05$) foi verificada na degradabilidade ruminal

da FDN e FDA entre a forragem sombreada pelas arbóreas Aroeira (*M. urundeuva*) e Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) quando comparado a seus controles nos diversos horários avaliados (tabela 6). Estes dados sugerem que mais importante que o teor dessas frações (tabela 4) e o teor de lignina (tabela 5) na forragem estudada, as interações da lignina com os componentes da parede celular provavelmente tiveram marcada influencia sobre a degradabilidade da parede celular. Como as forrageiras sombreadas apresentaram maiores teores de siringaldeído (S) e menores relação vanilina (V)/S dos monômeros fenólicos da lignina (tabela 5) e segundo Jung e Deetz (1993) forragens com menores teores de S e menores relações V/S tem menor interação da lignina com os componentes da parede celular, pois enquanto a V pode se ligar aos compostos da parede celular, o S não o fazem, assim as relações V/S têm direto efeito sobre a degradabilidade dos componentes da parede celular. Por isso as forrageiras sombreadas mesmo apresentando maiores concentrações de lignina (tabela 5), que segundo Hatfield et al. (1999) tem sido reconhecida como o principal componente químico da parede celular a limitar a digestibilidade de forragens, em ambos os sistemas, foram favorecidos positivamente, pois provavelmente tiveram menor interação da lignina com os componentes da parede celular e conseqüentemente não apresentaram diferenças ($P>0,05$) de degradabilidade ruminal da FDN e FDA quando comparado a seus controles (tabela 6). Os valores de degradabilidade ruminal da FDN e FDA às 96 horas foram superiores aos encontrados por Castro (2004) estudando a *B. brizantha* cv. Marandu cortada aos 28 dias de idade, cujos valores médios foram 67,5 e 63,7%

respectivamente para a degradabilidade das frações FDN e FDA.

em detergente ácido (FDA) da forrageira estudada são mostrados na tabela 7.

2.3.4. Parâmetros de degradação ruminal

Os Parâmetros de degradação ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra

Tabela 7. Parâmetros de degradação ruminal (PDR) da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) do Sistema 1 composto pelo Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) (T1) e seu controle, *Brachiaria brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T2) e do Sistema 2 composto pela Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) (T3) e seu controle, *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol (T4).

Variável	PDR	Sistema 1		Sistema 2	
		T1	T2	T3	T4
MS	a (%)	12,7	13,2	14,8	14,6
	b (%)	66,0	67,1	70,1	69,3
	c (%/h)	3,0	2,6	2,1	2,1
	DE 2%/h (%)	52,0	51,2	50,6	49,8
	DE 5%/h (%)	37,3	36,2	35,5	34,9
PB	a (%)	11,0	9,9	10,0	10,0
	b (%)	72,3	71,4	74,7	70,0
	c (%/h)	3,0	2,3	2,8	2,2
	DE 2%/h (%)	55,0	47,6	51,2	44,8
	DE 5%/h (%)	39,0	32,2	35,2	30,0
FDN	a (%)	-2,9	-0,7	3,2	3,4
	b (%)	85,5	84,7	81,0	78,8
	c (%/h)	2,2	2,1	2,1	2,2
	DE 2%/h (%)	40,7	40,8	44,7	44,4
	DE 5%/h (%)	22,7	23,2	27,3	27,3
FDA	a (%)	-0,3	-1,9	-4,6	-1,8
	b (%)	80,3	84,4	84,8	82,1
	c (%/h)	2,2	2,1	2,4	2,2
	DE 2%/h (%)	41,8	41,4	40,7	40,6
	DE 5%/h (%)	24,3	23,1	22,3	22,9

a- fração solúvel em água; b- substrato insolúvel mas potencialmente degradado; c- taxa de degradação da fração b; DE- degradabilidade efetiva.

A fração solúvel *a* corresponde à parte solúvel do alimento mais as partículas eliminadas através da malha dos sacos, sendo que a última pode ser justificada pela granulometria a que é submetida à amostra durante a moagem e posterior lavagem em água (Santos, 2001; Sampaio, 1988 e Campos, 2001).

A fração solúvel *a* da MS, PB, FDN e FDA foram semelhantes entre os tratamentos dentro de cada sistema (tabela 7). Observa-se que as frações *a* são superiores na MS e PB quando comparado as frações *a* da FDN e FDA (tabela 7), isto porque, na fibra, todo material solúvel é extraído durante o processo de determinação em detergente

(Van Soest, 1994). Os valores negativos observados no Sistema 1 (tabela 7) nesse estudo para a fração *a* da FDN podem ser explicados pela perda de partículas pulverizadas durante o processo de moagem e podem ser também devido a erros analíticos para obtenção desse componente (Van Soest, 1994), no entanto, os valores da fração *a* da FDN encontrados no Sistema 2 (tabela 7) podem ser considerados uma perda de partículas durante a lavagem, pois essa fração não é solúvel em água (Stensig et al., 1994). Os valores negativos encontrados para a fração *a* na FDA nesse estudo (tabela 7) podem ser explicados segundo Mehrez e Ørskov (1977) como sendo o influxo de fluido ruminal para as bolsas de incubação. Os valores encontrados para a fração *a* da MS, PB, FDN e FDA nesse estudo (tabela 7), foram inferiores aos de Castro (2004) estudando a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu cortada aos 28 dias de idade com valores médios de 19,6% para a MS; 48,3% para a PB; 4,3% para o FDN e 6,3% para a FDA. Provavelmente tais diferenças entre os estudos podem estar ligadas ao estágio de coleta e altura de corte da forragem em estudo.

A fração insolúvel *b* é aquela dependente do tempo de permanência da digesta no rúmen. Sua degradabilidade pode variar de pouco a completamente degradável (Santos, 2001).

Para a fração *b* o Sistema 1 apresentou valores superiores de fração *b* da PB e FDN para a forragem sombreada com a arbórea Ipê Felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) quando comparado a seu controle (tabela 7), entretanto a fração *b* da MS e FDA foi superior na *B. brizantha* cv. Marandu a pleno sol quando comparada a forragem sombreada (tabela 7), porém essas respostas foram pouco

variáveis e muito pequenas (1,1 a 4,6%). A fração *b* da MS, PB, FDN e FDA do Sistema 2 foi superior na forragem sombreada com a arbórea Aroeira (*Myracrodruon urundeuva*) quando comparado a seu controle (tabela 7), semelhantemente ao Sistema 1 as respostas também foram pouco variáveis e muito pequenas (1,1 a 6,3%). Os valores encontrados para a fração “b” da MS, PB, FDN e FDA em ambos os sistemas (tabela 7), foram superiores aos de Castro (2004) estudando a *B. brizantha* cv. Marandu cortada aos 28 dias de idade com valores médios de fração *b* de 54,5% para a MS; 42,0% para a PB; 65,1% para o FDN e 59,4% para a FDA. Provavelmente o maior valor da fração *b* nesse estudo quando comparado ao de Castro (2004) esteja ligado ao menor valor da fração *a* nesse estudo, pois segundo Van Soest (1994) a fração *a* tem direto efeito sobre a fração *b*.

Os resultados encontrados de taxa de degradação *c* (tabela 7) para a forragem trabalhada estão dentro do intervalo observado por Sampaio (1988) que seria de 2 a 6%/h para a maioria dos alimentos vegetais, segundo esse autor taxa de degradação inferior a 2 %/h seria próprio de uma forrageira de baixo valor nutritivo, necessitando de maior tempo de permanência no rúmen para melhor degradação, o que classificaria a forragem estudada como de boa qualidade.

A degradabilidade efetiva (DE) pode ser estimada assumindo-se um valor de taxa de passagem, ou estimando-se a taxa de passagem das partículas pequenas (*k*) (Ørskov e McDonald, 1979).

Segundo o AFRC (1992) uma taxa de passagem de 2 %/h é adotada para bovinos e ovinos alimentados sob exigência de manutenção. A taxa de 5 %/h é

utilizada para vacas de baixa produção (abaixo de 15 kg de leite/dia), para bovinos de corte e ovinos alimentados à vontade com dietas mistas.

Os valores de DE da MS, FDN e FDA para a taxa de passagem de 2% e 5%/h foram semelhantes entre os tratamentos dentro de cada sistema (tabela 7). As variações entre os parâmetros de degradação ruminal (*a*, *b* e *c*) entre os tratamentos dentro dos sistemas avaliados foram os responsáveis pelas respostas encontradas. Houve uma tendência de aumento na DE da PB para a taxa de passagem de 2% e 5%/h em ambos os sistemas para as forrageiras sombreadas com as arbóreas Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) e Aroeira (*M. urundeuva*) quando comparado a seus controles. Os maiores valores de DE para a taxa de passagem de 2% e 5%/h na fração protéica nas forrageiras sombreadas em ambos os sistemas quando comparados a seus controles (tabela 7) foram devido principalmente aos maiores valores dos parâmetros *b* e *c* encontrados nas forrageiras sombreadas com as arbóreas Ipê Felpudo (*Z. tuberculosa*) e Aroeira (*M. urundeuva*). Os valores de DE da MS e PB para a taxa de passagem de 2% e 5%/h foram superiores aos valores de DE da FDN e FDA em ambos os sistemas (tabela 7). Isto pode ser explicado provavelmente pelo fato das frações FDN e FDA não conterem os carboidratos solúveis (foram solubilizados na extração com o detergente) os quais são degradados totalmente no rúmen (Van Soest, 1994).

Os valores de DE encontrados para MS para a taxa de passagem de 2%/h nesse experimento (tabela 7) foram inferiores aos encontrados por Rodrigues et al. (2001) trabalhando com três cultivares de *B. Brizantha* cortados aos 21 dias de

idade que encontraram valor médio de DE da MS de 56,8% para taxa de passagem de 2%/h, porém próximo ao observado por Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de silagens de *B. Brizantha* cv. Marandu pura ou com aditivos que encontrou valores médios de DE da MS para a taxa de passagem de 2 %/h de 51,1%, no entanto os valores estudados nesse experimento foram inferiores aos trabalhados por Castro (2004) estudando a *B. Brizantha* cv. Marandu cortada aos 28 dias de idade com valores de DE da MS para a taxa de passagem de 2 %/h de 74,5%.

Para a taxa de passagem de 5%/h, os valores DE da MS encontrados no presente experimento (tabela 7) foram superiores aos encontrados por Reis (2000) trabalhando com *B. Brizantha* cortada em 12 diferentes idades que encontrou valores de DE da MS para a taxa de passagem de 5%/h variando de 22,8 a 31,7%, no entanto os valores estudados nesse trabalho ficaram dentro do intervalo do estudo de Rodrigues et al. (2001) que observaram valores de DE da MS para a taxa de passagem de 5%/h de três acessos de *B. Brizantha* cortado em três diferentes idades (21,42, 63 dias) variando de 31,0 a 45,9%.

Os valores de DE encontrados para PB para a taxa de passagem de 2%/h nesse trabalho (tabela 7) foram inferiores aos encontrados por Castro (2004) estudando a *B. Brizantha* cv. Marandu cortada aos 28 dias de idade que observou valores de DE da PB para a taxa de passagem de 2%/h de 75,4% e Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de silagens de *B. Brizantha* cv. Marandu pura ou com aditivos que encontrou valores de DE da PB para a taxa de passagem de 2 %/h de variando de 63,6 a 73,8% .

Para a taxa de passagem de 5 %/h os valores DE da PB encontrados no presente experimento (tabela 7) foram semelhantes ou inferiores aos encontrados por Reis (2000) trabalhando com *B. Brizantha* cortada em 12 diferentes idades que encontrou valores de DE da PB para a taxa de passagem de 5 %/h variando de 39,0 a 75,2%. Entretanto os valores estudados (tabela 7) foram inferiores aos encontrados por Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* da *B. Brizantha* cv. Marandu ensilada pura ou com aditivos que encontrou valores médios de DE da PB para a taxa de passagem de 5 %/h variando de 57,1 a 69,7%.

Os valores de DE encontrados para FDN para a taxa de passagem de 2%/h nesse experimento (tabela 7) ficaram dentro do intervalo ou foram inferiores aos estudos de Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de silagens de *B. Brizantha* cv. Marandu pura ou com aditivos que encontrou valores de DE da FDN para a taxa de passagem de 2%/h variando de 42,7 a 55,0%. e Castro (2004) estudando a *B. Brizantha* cv. Marandu cortada aos 28, 56, 84 e 112 dias de rebrota que observou valores de DE da FDN para a taxa de passagem de 2%/h variando de 36,3 a 47,3 %

Para a taxa de passagem de 5 %/h os valores de DE da FDN encontrados no presente experimento (tabela 7) ficaram dentro do intervalo ou foram inferiores aos trabalhados por Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de quatro tratamentos de *B. Brizantha* cv. Marandu, ensilada pura ou com aditivos que encontrou valores de DE da FDN para a taxa de passagem de 5%/h variando de 26,1 a 42,5% e Reis (2000) trabalhando com *B. brizantha* cortada em 12 diferentes idades que encontrou valores de DE da FDN para a taxa de

passagem de 5%/h variando de 21,5 a 38,2%.

Os valores de DE encontrados para FDA para a taxa de passagem de 2%/h nesse experimento foram próximos ou ficaram dentro dos intervalos encontrados por Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de silagens de *B. brizantha* cv. Marandu pura ou com aditivos que encontrou valores de DE da FDA para a taxa de passagem de 2 %/h variando de 41,7 a 56,0% e por Castro (2004) estudando a *B. brizantha* cv. Marandu cortada aos 28, 56, 84 e 112 dias de rebrota que encontrou valores de DE da FDA para a taxa de passagem de 2%/ variando de 28,6 a 44,1%.

Para a taxa de passagem de 5 %/h os valores DE da FDA encontrados nesse estudo foram inferiores aos encontrados por Patrizi (2004) estudando a degradabilidade *in situ* de quatro tratamentos de *B. brizantha*, ensilada pura ou com aditivos que encontrou valores de DE da FDA para a taxa de passagem de 5 %/h variando de 24,7 a 44,4%.

As diferenças entre as DE da MS, PB, FDN e FDA para a taxa de passagem de 2%/h e 5 %/h nos resultados encontrados nesse estudo (tabela 7) quando comparados à literatura (Reis, 2000; Rodrigues et al., 2001; Castro, 2004 e Patrizi, 2004) provavelmente ocorreram, devido aos diferentes estágios de colheita, composição química e adição de aditivos que ocorreram na *B. brizantha* consultada na literatura e que foi confrontada com esse estudo.

2.4. Conclusões

As respostas nutricionais encontradas nas condições experimentais para os sistemas compostos pelas arbóreas Ipê Felpudo

(*Zeyheria tuberculosa*) e (*Myracrodruon urundeuva*) indicam uma tendência favorável de utilização desses sistemas na pecuária.

2.5. Considerações finais

Como os sistemas silvipastoris são associação de árvores, pastagens e animais somente respostas nutricionais de avaliação de forrageiras como as trabalhadas nesse estudo são incapazes de avaliar eficientemente tais sistemas, fazendo-se necessárias avaliações de desempenho animal, produção florestal e fisiologia de plantas forrageiras.

2.6. Referências bibliográficas

AFRC. Agricultural and Food Research Council: Technical committee on responses to nutrients: Nutritive requirements of ruminant animal protein. *Nutr. Abst. Rev.*, v. 68, n. 9, p. 65-71, 1992.

AKIN, D.C.; CHESSON, A. Lignification as the major factor limiting forage feeding value specially in warm conditions. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 16, 1989, Nice. *Proceedings...* Nice: 1989. p. 1753-1758.

AKIN, D.E.; BENNER, Y.R. Degradation of polysaccharides and lignin by ruminal bacteria and fungi. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 54, n. 5, p. 1117-1125, 1988.

AKIN, D.C. Interaction of ruminal bacteria and fungi with southern forages. *J. Anim. Sci.*, v. 63, p. 962-977, 1986.

AKIN, D.E. Section to slide technique for study of forage anatomy and digestion. *Crop Sci.*, v. 22, p. 444-446, 1982.

ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.R.; CARNEIRO, J. C. Árvores de Baginha (*Stryphnodendron guianense* (Aubl.) Benth.)

em Ecossistemas de pastagens cultivadas na Amazônia Ocidental. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, n. 2, p. 574-582, 2002.

ANDRADE, M.W.; LUZ, J.M.Q.; LACERDA, A.S. et al. Micropropagação da Aroeira (*Myracrodruon urundeuva* Fr. All). *Ciênc. agrotec.*, v. 24, n. 1, p. 174-180, 2000.

ASSOCIATION OF OFFICIAL CHEMISTS-AOAC. *Official methods of analyses*, 16.ed., Washington, D. C.: AOAC, 1995. 1094 p.

BARBOSA, G.S.S.C. *Influência das condições experimentais sobre a estimativa de parâmetros do modelo de Ørskov para avaliação de digestibilidade em ruminantes*. 1996. 74f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

BELSKY, A.J. Effects of trees on nutritional quality of understore gramineous forage in tropical savannas. *Trop. Grassl.*, v. 26, n. 1, p. 12-20, 1992.

BJORKMAN, O.; PEARCH, R.W.; HARRISON, A.T. et al. Photosynthetic adaptation to high temperature: a field study in Death Valley, California. *Science*, v. 175, p. 786-789, 1972.

BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annu. Rev. Plant Physiol.*, v. 28, p. 355-377, 1977.

BRESSANI, R.; JARQUIM, R.; ELIAS, L.G. Composición química e digestibilidade de siete plantas forrajeras em Guatemala. *Turrialba*, v. 8, n. 9, p. 117-122, 1968.

BUENO, I.C.S.; CABRAL FILHO, S.L.; ABADÍA, A.L. Correlações entre parâmetros de técnicas *in vitro*, *in situ* e *in vivo* de avaliação de forragens para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2003, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: SBZ, 2003, CD-ROM.

- CAMPOS, W.E. *Degradabilidade in situ de componentes nutricionais das silagens de quatro genótipos de sorgo com (CMS-XS e BR 701) e sem tanino (CMS-xs e BR 007)*. 2001. 85f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras sob condição de sombreamento natural. *Rev. Pesqui. Agropecu. Bras.*, v. 37, n. 5, p. 17-722, 2002.
- CARVALHO, M.M. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. In: SUSTENTABILIDADE DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE LEITE A PASTO E EM CONFINAMENTO, 3., 2001. Juiz de Fora - MG. *Anais...* Juiz de Fora - MG: Embrapa Gado de Leite, 2001. p. 85-107.
- CARVALHO, M.M. Utilização de sistemas agroflorestais. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS DE PASTAGENS, 2., 1997, Jaboticabal. *Anais...* Jaboticabal: UNESP, 1997. p. 164-207.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um sub-bosque de Angico-Vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). *Past. Trop.*, v. 17, n. 1, p. 24-30, 1995.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R., CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 28, n. 6, p. 919-927, 1999.
- CASTRO, C.R.T. *Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento*. 1996. 245f. Tese (Doutorado) - Universidade de Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- CASTRO, G.H.F. *Cinética da degradação e fermentação ruminal da Brachiaria brizantha cv. Marandu em quatro idades de corte*. 2004. 56f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- CHEN, X.B. *Neway Excel – A utility for processing data of feed degradability and in vitro gas production*. Version 4.0. Aberdeen, 1995. CD-ROM.
- CHESSON, A.; STEWART C.S.; DALGARNO, K. et al. Degradation of isolated grass mesophyl, epidermis and fibre cell walls in the rumen and by cellulolytic rumen bacteria in axenic culture. *J. Appl. Bacteriol.*, v. 60, p. 327-336, 1986.
- DESCHAMPS, F.C.; RAMOS, L.F. Método para a determinação de ácidos fenólicos na parede celular de forragens. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 31, n. 3, supl. 0, 2002.
- DIAS FILHO, M.B. *Degradação de pastagens: processos, causas e estratégias de recuperação*. 2 ed. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 173p.
- DIAS FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa, *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. p.535-553.
- FAO. *Databook on endangered tree and shrub species and provenances*. Rome, 1986. p. 116-125.
- FENGEL, D., WEGENER, G. *Wood, chemistry, ultrastructure, reactions*. New York : Waster & Grugter, 1984. 613p.
- FERNANDES, E.C.M.; NEVES, E.J.M.; MATOS, J.C.S. Agroforestry, managed fallows and forest plantations for rehabilitating deforested areas in the Brazilian Amazon. In: FORESTRY FOR DEVELOPMENT: POLICY, ENVIROMENT, TECHNOLOGY AND MARKETS. PANAMERICAN FORESTRY

- CONGRESS, BRAZILIAN FOREST CONGRESS, 1994, São Paulo. *Anais...* São Paulo - Brasil: Brazilian Society of Silviculture Brazilian Society of Forestry, 1994. p. 96-101.
- FLEISCHER, J.E.; MATUDA, Y.; GOTO, I. The effect of light intensity on the productivity and nutritive of green panic (*Panicum maximum* var. Trichoglume cv. Petrie). *J. Japan. Grass. Sci.*, v. 30, n. 2, p. 191-194, 1984.
- FONDEVILA, M.; MUÑOZ, G.C.; CASTRILLO, F. et al. Differences in microbial fermentation of barley straw induced by its treatment with anhydrous ammonia. *Anim. Sci.*, v.65 (en prensa), 1997.
- FRANKE, I.L.; LUNZ, A.M.P.; VALENTIM, J.F. et al. Situação atual e potencial dos sistemas silvipastoris no Estado do Acre. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2001. Cap. 2, p. 19-40.
- HATFIELD, R.D.; WILSON, J.R.; MERTENS, D.R. Composition of cell walls isolated from cell types of grain sorghum stems. *J. Sci. Food Agric.*, v. 79, n. 6, p. 891-899, 1999.
- HOEHNE, F. *Índice bibliográfico e numérico das plantas colhidas pela comissão Rondon*. São Paulo: Secretaria da Agricultura, 1951. p. 363-366.
- IBGE. *Pesquisa pecuária municipal*. Rio de Janeiro, 2002. 21p.
- JEFFERIES, N.W. Herbage production on gambel oak range in south western Colorado. *J. Range Manag.*, v. 18, n. 2, p. 212-213, 1965.
- JUNG, H.G.; DEETZ, D.A. Cell wall lignification and degradability. In: JUNG, H. G.; BUXTON, D. R.; HATFIELD, R. D. et al. (Eds.) *Forage cell wall structure and digestibility*. Madison: ASA/CSSA/SSSA, 1993. p.315-346.
- JUNG, H.G.; FAHEY JR, G.C.; MERCHEN, N.R. Effects on ruminant digestion and metabolism of phenolic monomers of forages. *Br. J. Nutr.*, v. 50, n. 3, p. 637-651, 1983.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R.F. Forage quality responses of C₃ and C₄ perennial to shade. *Crop Sci.*, v. 33, n. 4, p. 831-837, 1993.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R.F.; TAYLOR, S. E. Growth of C₃ and C₄ perennial grasses under reduced irradiance. *Crop Sci.*, v. 32, n. 4, p. 1033-1038, 1992.
- KINYAMARIO, J.I.; TRILICA, M.J.; NJOKA, T.J. Influence of tree shade on plant water status, gas exchange and water use efficiency os *Panicum maximum* Jacq. and *Themeda triandra* Forsk. in a Kenia savana. *Afr. J. Ecol.*, v. 33, p. 114-123, 1995.
- LIMA, D.P. *Efeito da redução da intensidade luminosa sobre o crescimento, eficiência fotoquímica e qualidade da forragem em *Brachiaria decumbes* vc. *Basilisk* e *Panicum maximum* vc. *Colonião**. 2006. 129f. Dissertação (Mestrado em Biologia vegetal) – Instituto de Ciências Biológicas (ICB) , Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- LUZ, H.F. Conservação genética do Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 4, 1984, Taubaté. *Anais...* Taubaté, 1984, p.27.
- LUZ, H.F. Teste de procedências e ensaio de espaçamento e adubação do Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa*). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA. EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 5, 1985, Lavras-MG. *Anais...* Lavras-MG, 1985.

- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema cerrados: Pesquisa para o desenvolvimento sustentável. In: SIMPÓSIO SOBRE PASTAGENS NOS ECOSISTEMAS BRASILEIROS: PESQUISAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, 32, 1995, Brasília - DF. *Anais...* Brasília - DF: SBZ, 1995. p. 28-62.
- MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrado: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia, *Anais...* Goiânia: SBZ, 2005. p.56-84.
- MACEDO, R.L.G.; VENTURIN, N.; FILHO, A.A.T. Princípios de agrossilvicultura como subsídio do manejo sustentável. *Inf. Agropecu.*, v. 21, n. 202, p. 93-98, 2000.
- MAINIERI, C. PEREIRA, J.A. Madeiras do Brasil: caracterização macroscópica, usos comuns e índices qualitativos físicos e mecânicos. *Anu. Bras. Econ. Florest.*, v. 17, n. 17, p. 169-70, 1965.
- MARTINS, O.C.; VIVIANI, C.A.; BORGES, F.G.; et al. Causas da degradação das pastagens e rentabilidade econômica das pastagens corretamente adubadas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RAÇAS ZEBUÍNAS, 2., 1996, Uberaba. *Anais...*Uberaba: ABCZ/SEBRAE, 1996. não paginado.
- MEHREZ, A.Z.; ØRSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. *J. Agric. Sci.*, v. 88, n. 3, p. 645-650, 1977.
- MITCHELL, K.J.; SOPER, K. Effects of differences in light intensity and temperature on the anatomy and development of leaves of *Lolium perenne* and *Paspalum dilatatum*. *New Zeal. J. Agric. Res.*, v. 1, n. 1, p. 1-16, 1958.
- MORAIS, S.A.; LIMA, D.P.; MOREIRA, G.R. et al. Influência do sombreamento artificial sobre a composição bromatológica da *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk e *Panicum maximum* cv. Colômbio. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, 2006, João Pessoa, *Anais...* João Pessoa: SBZ, 2006. CD-ROM.
- MORRISON, T.A.; JUNG, H.G.; BUXTON, D.R. et al. Cell wall composition of maize internode of varying maturity. *Crop Sci.*, v. 38, p. 455-460, 1998.
- MUOGHALU, J.I.; ISICHEI A.O. Effect of tree canopy cover on grass species in Nigerian Guinea savanna. *Trop. Agricult.*, v. 72, n. 2, p. 97-101, 1995.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein energy digestibility: A review. In: TEIXEIRA, J.C. (ed.). *Digestibilidade em ruminantes*. Lavras: UFLA (Universidade Federal de Lavras) - FAEPE (Fundação de Apoio ao Ensino, Pesquisa e Extensão), 1997. Cap 10, p. 197-240.
- NOGUERA, J.R.R. *Estudo químico e microscópico da parede celular de cinco genótipos de sorgo colhidos em três épocas de corte*. 2002. 143f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.
- NUNES, P.M.M.; QUEIROZ, A.C.; MAURÍCIO, R.M. et al. Composição química e fracionamento de carboidratos do capim Buffel cultivado em associação com a algaroba. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004a, Campo Grande-MS. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.
- NUNES, P.M.M.; QUEIROZ, A.C.; MAURÍCIO, R.M. et al. Cinética da fermentação e extensão da degradação do capim Buffel cultivado em associação com a algaroba. In: REUNIÃO ANUAL DA

SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41, 2004b, Campo Grande-MS. *Anais...* Campo Grande: SBZ, 2004. CD-ROM.

ØRSKOV, E.R.; McDONALD, T. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci Camb.*, v. 92, n. 2, p. 499-503, 1979.

PATRIZI, W.L. *Degradabilidade in situ de silagens de Brachiaria brizantha cv. Marandu pura ou com aditivos*. 72f. Dissertação (Mestrado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

PEREIRA, J.M.; RESENDE, C.P.; RUIZ, M.A.M. Pastagens no ecossistema Mata Atlântica: atualidades e perspectivas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40, 2005, Goiânia, *Anais...* Goiânia: SBZ, 2005. p.36-55.

PICKEL, B.J. As principais árvores que dão madeira: método prático para seu reconhecimento. *Anu. Bras. Econ. Florest.*, v. 6, p. 73-74, 1953.

PIO CORREA, M. *Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926. v. 3.

POLLA, M.C. Sistemas silvipastoris no Uruguai In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2001. Cap. 15, p. 285-301.

QUIN, J.I.; VAN DER WATH, J.G.; MYBURGH, S. Studies on the alimentary tract of merino sheep in South Africa. IV. Description of experimental technique. *Onders. J. Veterin. Sci. Anim. Industr.*, v. 11, p. 341-360, 1938.

REIS, S.T. *Valor nutricional de gramíneas tropicais em diferentes idades de corte*. 2000. 99f. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

RIBASK, J. *Influência da Algaroba (Prosopis juliflora (SW). DC) sobre a disponibilidade e qualidade da forragem de capim buffel (Cenchrus ciliaris L.) na região semi-árida brasileira*. 2000. 165f. Tese (Doutorado) - Universidade de Federal do Paraná, Curitiba, PR.

RIZZINI, C.T. *Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira*. São Paulo: Edgard Bucher, 1971. 294p.

RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.; CARNEIRO, J. Degradabilidade da matéria seca de forrageiras tropicais (Andropogon gayanus cv. Planaltina, acessos de Brachiaria brizantha, Cenchrus ciliaries e Panicum maximum) em três épocas de corte (21, 42 e 63d). In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Piracicaba - SP. *Anais...* Piracicaba - SP: SBZ, 2001. CD-ROM.

SALIBA, E.O.S. *Caracterização química e microscópica das ligninas dos resíduos agrícolas de milho e soja submetidas a degradação ruminal e seu efeito sobre a digestibilidade dos carboidratos estruturais*. 1998. 251f. Tese (Doutorado) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG

SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R.; MAURÍCIO, R.M. et al. Chemical composition in aldehydes of the lignins from diferents forages in silvipastoral system. In I CONGRESSO INTERNACIONAL DE GANADERÍA SOSTENIBLE, 1, 2005, Havana. *Anais...* Havana, 2005. CD-ROM.

SALIBA, E.O.S.; RODRIGUEZ, N.M.; GONÇALVES, L C. et al. Caracterização microscópica da lignina dos resíduos agrícolas de milho e de soja submetidos à fermentação ruminal e seus efeitos sobre a

digestibilidade da fibra. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v. 51, n. 1, p. 89-96, 1999.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Voluntary feed intake by sheep and digestibility of shaded Stenotaphrum secundatum and Pennisetum clandestinum herbage. *J. Agric. Sci.*, v. 114, n. 2, p. 143-150, 1990a.

SAMARAKOON, S.P.; SHELTON, H.M.; WILSON, J.R. Growth, morphology and nutritive quality of shaded Stenotaphrum secundatum, Axonopus compressus and Pennisetum clandestinum. *J. Agric. Sci.*, v. 114, n. 2, p. 161-169, 1990b.

SAMPAIO, I.B.M. *Experimental designs and modelling techniques in the study of roughage degradation in the rumen and growth of ruminants*. 1988. 228f. Thesis (PhD) – University of Reading, Reading, UK.

SÁNCHEZ, M.D. Panorama dos sistemas agroflorestais pecuários na América Latina. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2001. Cap. 1, p. 9-17.

SANO, E.E.; BARCELLOS, A.O.; BECERRA, H.S. Assessing the spatial distribution of cultivated pastures in the Brazilian Savanna. *Past. Trop.*, v. 22, n. 3, p. 2-15, 2001.

SANTIN, D.A. *Revisão taxonômica do gênero Astronium Jacq. e reavaliação do gênero Myracrodruon Fr. All. (Anacardiaceae)*. 1989. 178f. Dissertação (Mestrado), Universidade de Campinas, Campinas, SP.

SANTOS, R.S. *Comparação das técnicas in situ e produção de gás na avaliação de alimentos para ruminantes*. 2001. 100f. Tese (Doutorado) - Universidade de Federal de Lavras, Lavras, MG.

SERRÃO, E.A.; NEPSTAD, D.C.; WALKER, R.T. Desenvolvimento agropecuário e florestal de terra firme na Amazônia: sustentabilidade, criticabilidade e resiliência. In: HOMMA, A. K. O. (Ed.) *Amazônia meio ambiente desenvolvimento agrícola*. Brasília: Embrapa, 1998. Cap. 14, p. 367-386.

SILVA, L.B.X. Avaliação do comportamento inicial de diversas essências nativas e exóticas. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ECOLOGIA, 1, 1978, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1978.

SILVA, S.C. Manejo das plantas forrageiras dos gêneros *Brachiaria*, *Cynodon* e *Setaria*. In: PEIXOTO, A. M.; MOURA, J. C.; FARIA, V. P. (Ed.). *Volumosos para bovinos*. 2.ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 1995. p. 29-57.

SOUSA, L.F. *Valor nutritivo da forrageira em sistemas silvipastoris compostos pelas arbóreas, Bolsa de Pastor (Zeyheria tuberculosa Vell. Bur.) e Aroeira (Myracrodruon urundeuva Fr. All.) e a gramínea Braquiarião (Brachiaria brizantha) cv. Marandu*. 2005. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; MOREIRA, G.R. et al. Influência do sombreamento sobre a produção e composição bromatológica da Brachiaria brizantha cv. Marandu em um sistema silvipastoril. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia-GO. *Anais...* Goiânia: SBZ, 2005. CD-ROM.

STENSING, T., WEISBJERG, M.R., HVELPLUND, T. Estimation of ruminal digestibility of NDF from in sacco degradation and rumen fractional outflow rate. *Acta Agric. Scand.*, n.2, p.96-109, 1994.

- TAVARES, S. *Madeiras do Nordeste do Brasil*. Recife: Ministério da Agricultura, 1959. p. 134-135.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. Ithaca, New York: Cornell, 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. *J. Dairy Sci.*, v. 74, p. 3583-3597, 1991.
- VAREL, V.H.; JUNG, H.G. Influence of forage phenolics on ruminal fibrolytic bacteria and in vitro fiber degradation. *Appl. Environ. Microbiol.*, v. 52, n. 2, p. 275-280, 1986.
- VEIGA, J.B.; ALVES, C.P.; MARQUES, L.C.T.; et al. Sistemas silvipastis na Amazônia Oriental. In: CARVALHO, M. M.; ALVIM, M. J.; CARNEIRO, J. C. (Eds.) *Sistemas agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais*. Juiz de Fora: Embrapa gado de leite, 2001. Cap. 3, p. 41-76.
- VEIGA, J.B.; VEIGA, D.F. Sistemas silvipastoris na Amazônia oriental. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL "SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS NA AMÉRICA DO SUL", 2000, Juiz de Fora - MG: *Anais...* Juiz de Fora - MG: Embrapa Dairy Cattle - FAO. CD-ROM.
- VIANA, G.S.B., MATOS, J.A., BANDEIRA, M. A. M. Et al. *Aroeira-do-sertão: estudo botânico, farmacognóstico, químico e farmacológico*. Fortaleza: UFC, 1995. 164p.
- VIANA, V.M. Ecologia e conservação genética de populações naturais de Ipê Felpudo (*Zeyhera tuberculosa*). In: CONGRESSO NACIONAL DE ESSÊNCIAS NATIVAS, 1982, Campos do Jordão - SP. *Anais...* Campos do Jordão - SP, 1982.
- VIANA, V.M.; MAURÍCIO, R.M.; MATTAMACHADO, R. et al. Manejo de la regeneración natural de especies nativas para la formación de sistemas silvopastoriles en las zonas de bosques secos del sureste de Brasil. *Agrof. Am.*, v. 9, n. 33-34, p. 48-52, 2002.
- VILELA, L.; MARTHA JÚNIOR, G.; BARIONI, B.I. et al. Pasture degradation and long-term sustainability of beef cattle systems in the Brazilian Cerrado. "discussion draft presented at the symposium Cerrado land-use and conservation: assessing trade-off between human and ecological needs" XIX Annual Meeting of Society for conservation biology capacity building & practice in a globalized world" Brazil. 15-19 July, 2005
- WILKINSON, J. F.; BEARD, J. B. Anatomical responses of "Merion" Kentucky bluegrass and "Pennlawn red fescue at reduced light intensities. *Crop Sci.*, v. 16, n. 2, p. 189-194, 1975.
- WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M. et al. The growth of *Paspalum notatum* under shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. *Trop. Grassl.*, v. 24, p. 24-28, 1990.
- WONG, C.C.; WILSON, J.R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. *Australian J. Agric. Res.*, v. 31, n. 3, p. 269-285, 1980.