

IVAN JANNOTTI WENDLING

**PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM
SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO E ACÁCIA ADUBADOS
COM NITROGÊNIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

IVAN JANNOTTI WENDLING

**PRODUTIVIDADE E VALOR NUTRITIVO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA EM
SISTEMAS SILVIPASTORIS COM EUCALIPTO E ACÁCIA ADUBADOS
COM NITROGÊNIO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 31 de outubro de 2011.

Prof. Júlio César Lima Neves
(Coorientador)

Prof. Dilermando Miranda da
Fonseca
(Coorientador)

Dr. Domingos Sávio Campos
Paciullo

Prof. Sílvio Nolasco de Oliveria
Neto

Prof. Rasmão Garcia
(Orientador)

Ao meu incrível pai Newton Wendling (*in memoriam*).

À minha mãe Maria Célia Jannotti Wendling, exemplo de amor, dedicação e carinho.

Aos meus irmãos Newton Wendling Júnior, Tatiana Jannotti Wendling e Ana Paula Wendling Gomes.

À minha namorada Tatiana Fernandes da Silva, fonte de dedicação e amor.

AGRADECIMENTOS

A Deus acima de tudo e a Nossa Senhora que sempre me acompanhou.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

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

Ao professor Rasmão Garcia, pela orientação, compreensão, dedicação, amizade e inteira disponibilidade durante a realização deste trabalho.

Aos Professores Dilermando Miranda da Fonseca, Júlio César Lima Neves e Sílvio Nolasco de Oliveira Neto, pelos conselhos, sugestões, amizade e pela participação na banca de defesa de tese.

Ao Dr. Domingos Sávio Campos Paciullo, pelas sugestões, amizade e pela participação na banca de defesa de tese.

Ao Prof. Osvaldo, pela disponibilização de abrigo nas dependências do Setor Ranicultura, sem o qual a condução do experimento seria muito mais difícil.

Aos estagiários e amigos da UFV (Sérgio, Gustavo, Anderson, Nilo, Thiago, Natanael, Rennan, Marcela, William, Luis Gustavo, Matheus, César, Raul, Daniel, Carolina, Priscila, João Paulo; de Alagoas (Gerlane e Paulo); do Pará (Tiéurri e Lúcio), de Goiás (Danilo, Gustavo, Marcelo, Leandro e Guilherme), sem os quais seria impossível realizar este trabalho.

Aos amigos Pedrinho e Sr. Dival, que não mediram esforços e contribuíram imensamente na condução do experimento em campo.

Aos funcionários da Agrostologia Vilmar, Egídio e Nicolau, pelo apoio na condução deste trabalho.

À Prof^a Márcia Vitória Santos, pela amizade e exemplo de superação.

Aos amigos da Pós-graduação Bráulio, Thiago, Virgílio, Márcia, Wander, Luíza, Hélio, Hellen, Rafael, Francisco e Cely pela amizade sempre presentes.

Ao amigo Dr. Roberto Giolo e funcionários do Laboratório de Forragicultura da Embrapa Gado de Corte pelas análises laboratoriais.

E a todos, que de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

IVAN JANNOTTI WENDLING, filho de Newton Wendling (*in memoriam*) e Maria Célia Jannotti Wendling, nasceu em Viçosa, MG, em 10 de maio de 1967.

Em janeiro de 1993 graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa.

Em fevereiro de 1993 ingressou na Nestlé Ind. e Com. Ltda, na condição de extensionista em pecuária leiteira, na cidade de Carneirinho, MG.

Em julho de 1997 concluiu o curso de mestrado em Zootecnia, na área de Forragicultura e Pastagens, pela Universidade Federal de Viçosa.

Em fevereiro de 1998 atuou como Bolsista de Desenvolvimento Científico Regional na Embrapa Acre.

Em fevereiro de 2000 foi admitido pela Universidade Vale do Rio Doce, em Governador Valadares, MG, na condição de professor das disciplinas Pastagens e Forragicultura e Bovinos de Corte e Leite.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	viii
RESUMO	ix
ABSTRACT	xi
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	2
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	12
3.1. Caracterização do local e condições edafoclimáticas	12
3.2. Histórico da área experimental	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	21
4.1. Intervalo de pastejo e número de ciclos de pastejo.....	21
4.1.1. Intervalo de pastejo.....	21
4.1.2. Número de ciclos de pastejo.....	22
4.2. Acúmulo de forragem	24
4.3. Taxa de acúmulo de forragem.....	27
4.4. Densidade populacional de perfilhos.....	29
4.5. Relação folha:colmo	31
4.6. Acúmulo de material morto.....	32
4.7. Teor e conteúdo de nitrogênio total	33
4.8. Proteína bruta.....	34
4.9. Conteúdo de proteína bruta.....	36
4.10. Digestibilidade in vitro da matéria orgânica	37
4.11. Fibra em detergente neutro	37
4.12. Fibra em detergente ácido.....	39
4.13. Celulose	40
4.14. Lignina.....	41
5. CONCLUSÕES.....	41
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	42
APÊNCIDE 1.....	51
APÊNDICE 2.....	59

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Propriedades químicas do solo dois meses antes da implantação dos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril	13
Tabela 2. Propriedades químicas do solo aos 24 meses após a implantação dos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril.....	13
Tabela 3. Temperaturas médias máximas e mínimas, precipitação acumulada e umidade relativa do ar (UR), obtidas durante o período experimental	15
Tabela 4. Altura média de plantas de eucalipto e acácia em sistema silvipastoril com capim-braquiária e de eucalipto com capim-braquiária, em diferentes idades após o plantio	20
Tabela 5. Intervalo (dias) de pastejo em pastos de capim-braquiária adubados, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V).....	22
Tabela 6. Número de ciclos de pastejo do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)	23
Tabela 7. Acúmulo de forragem (kg ha^{-1} de massa seca de forragem verde) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA) ...	24
Tabela 8. Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de massa seca de forragem verde) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V).....	28
Tabela 9. Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m^{-2}) do capim-braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V).....	29

Tabela 10. Acúmulo de material morto do capim braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA).....	32
Tabela 11. Conteúdo de nitrogênio (kg ha ⁻¹ de N) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA).....	33
Tabela 12. Conteúdo de proteína bruta (kg ha ⁻¹ de PB) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA).....	36
Tabela 13. Teores de fibra em detergente neutro (%) do capim-braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V).....	38
Apêndice 1.1. Resumo da análise de variância para intervalo de pastejo	51
Apêndice 1.2. Resumo da análise de variância para número de ciclos de pastejo	51
Apêndice 1.3. Resumo da análise de variância para acúmulo de forragem	52
Apêndice 1.4. Resumo da análise de variância para taxa de acúmulo de forragem	52
Apêndice 1.5. Resumo da análise de variância para densidade populacional de perfilho	53
Apêndice 1.6. Resumo da análise de variância para relação folha: colmo	53
Apêndice 1.7. Resumo da análise de variância para acúmulo de material morto	54
Apêndice 1.8. Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio	54
Apêndice 1.9. Resumo da análise de variância para conteúdo de nitrogênio...	55
Apêndice 1.10. Resumo da análise de variância para proteína bruta.....	55
Apêndice 1.11. Resumo da análise de variância para conteúdo de proteína bruta.....	56
Apêndice 1.12. Resumo da análise de variância para digestibilidade in vitro da matéria.....	56
Apêndice 1.13. Resumo da análise de variância para fibra em detergente neutro.....	57
Apêndice 1.14. Resumo da análise de variância para fibra em detergente ácido	57
Apêndice 1.15. Resumo da análise de variância para celulose.....	58
Apêndice 1.16. Resumo da análise de variância para lignina.....	58

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Vista da área experimental e pastejo em monocultivo.....	59
Figura 2. Aspecto do pasto no sub-bosque e em sol pleno	59
Figura 3. Aspecto da altura de entrada no dossel forrageiro em monocultivo (primavera-verão)	60
Figura 4. Aspecto da altura de entrada no dossel forrageiro em sistema silvipastoril (primavera-verão).....	60
Figura 6. Resíduo pós-pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril....	61
Figura 7. Ataque do serrador em plantas de acácia mangium aos 24 meses de idade	62
Figura 8. Aspecto da altura das árvores e princípio de morte de acácia mangium	62

RESUMO

WENDLING, Ivan Jannotti, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2011. **Produtividade e valor nutritivo do capim-braquiária em sistemas silvipastoris com eucalipto e acácia adubados com nitrogênio.** Orientador: Rasmão Garcia. Coorientadores: Júlio César Lima Neves e Dilermando Miranda da Fonseca.

A produtividade e o valor nutritivo do capim-braquiária foram estudados em resposta a sistemas de cultivo, doses de nitrogênio e períodos do ano, com o objetivo de se determinar a adaptação desta forrageira ao pastejo em condições de sombreamento. Os sistemas de cultivo foram estabelecidos pelo capim-braquiária em monocultivo (CBM) e o capim-braquiária em sistemas silvipastoris com eucalipto (CBE) e com eucalipto e acácia (CBEA). As doses de N aplicadas foram zero e 150 kg ha⁻¹ de N por ano. Já os períodos do ano compreenderam o outono-inverno e a primavera-verão. O esquema experimental utilizado foi o de parcelas divididas em que os tratamentos na parcela foram constituídos pelo arranjo fatorial entre sistemas de cultivo e doses de N e os da sub-parcela, com restrição à casualização, pelas épocas de amostragem. O delineamento foi de blocos completos casualizados, com três repetições. O intervalo de pastejo (IP) foi menor ($P < 0,05$) em pastos de CBM em relação aos pastos de CBE e CBEA. O arranjo arbóreo não influenciou esta variável. De modo geral, o IP de pastos adubados foi menor ($P < 0,05$) em relação aos não adubados. Na primavera-verão o IP foi menor ($P < 0,05$) em relação ao outono-inverno. Pastos de CBM apresentaram maior ($P < 0,05$) número de ciclos de pastejo em relação aos pastos de CBE e CBEA. O arranjo arbóreo não influenciou o número de ciclos de pastejo. O acúmulo de forragem (AF) foi maior ($P < 0,05$) em pastos de CBM em relação aos pastos de CBE e CBEA. A adubação influenciou somente o AF do CBM, não diferindo entre os sistemas silvipastoris. A taxa de acúmulo de forragem (TXA) obtida em pastos de CBM foi maior ($P < 0,05$) em relação aos pastos de CBE e CBEA. Independente do sistema de cultivo e período do ano, a forrageira adubada apresentou maior ($P < 0,05$) TXA em relação a não adubada. Tanto na primavera-verão quanto no outono-inverno a densidade populacional de

perfilhos (DPP) do CBM foi maior ($P < 0,05$) em relação ao CBE e CBEA. Entretanto, a DPP não diferiu entre os sistemas consorciados, independente do período do ano. Os fatores estudados não influenciaram a relação folha: colmo. O acúmulo de material morto (AMM) foi influenciado apenas pelo sistema de cultivo. De modo geral, pastos de CBM apresentaram maior ($P < 0,05$) AMM em relação aos pastos de CBE e CBEA. Os teores de nitrogênio (N) e de proteína bruta (PB) não foram influenciados pelos fatores estudados. Já o conteúdo de N foi maior ($P < 0,05$) em pastos de CBM em relação aos pastos de CBE e CBEA adubados. A composição de espécies arbóreas não influenciou esta variável, independente da dose de N. O conteúdo de PB foi maior ($P < 0,05$) no monocultivo que nos sistemas silvipastoris, independente da dose de N. A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica não foi influenciada pelos fatores estudados. Padrão semelhante de resposta ocorreu com o teor de fibra em detergente ácido. Já o teor de fibra em detergente neutro (FDN) foi influenciado apenas pela interação sistema de cultivo x período do ano. O teor de FDN do CBM, no outono-inverno, foi maior ($P < 0,05$) em relação ao CBE e CBEA. Já na primavera-verão, o teor de FDN não foi influenciado pelos sistemas de cultivo. O teor de celulose foi influenciado apenas pela interação período do ano x dose de N. O teor de celulose da *Brachiaria decumbens* adubada, no outono-inverno, foi menor ($P < 0,05$) em relação a não adubada, enquanto que na primavera-verão a adubação não influenciou esta variável. O teor de lignina não foi influenciado pelos fatores estudados.

ABSTRACT

WENDLING, Ivan Jannotti, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2011. **Productivity and nutritive value of signalgrass silvopastoral systems with eucalyptus and acacia trees fertilized with nitrogen.** Adviser: Rasmô Garcia. Co-Advisers: Júlio César Lima Neves and Dilermando Miranda da Fonseca.

The productivity and nutritive value of signalgrass were studied in response to cropping systems, nitrogen levels and periods of the year, with the aim of determining its adaptation under grazing in shaded conditions. The cropping systems were established with signalgrass in monoculture (SM), signalgrass with eucalyptus (SE), and signalgrass with eucalyptus and acacia (SEA). The nitrogen levels were zero and 150 kg N ha⁻¹ year. The periods of the year comprised the autumn-winter and spring-summer. The experimental arrangement was a split-plot in which treatments were constituted in part by a factorial arrangement of cropping systems and N levels and the sub-plot, with restrictions on randomization, by the sampling periods. The design was a randomized complete block design with three replications. The grazing interval (GI) was lower ($P < 0.05$) in pastures to SM in relation SE and SEA pastures. The tree arrangement did not influence this variable. In general, the GI in fertilized pastures was lower ($P < 0.05$) compared to non-fertilized. In the spring-summer the GI was lower ($P < 0.05$) compared to autumn-winter. SM pastures had higher ($P < 0.05$) number of grazing cycles in relation to SE and SEA pastures. The tree arrangement did not influence the number of grazing cycles. The accumulation of forage (AF) was greater ($P < 0.05$) in SM pastures in relation to SE and SEA pastures. The fertilization affected only the AF in the signalgrass in monoculture, whereas this parameter did not differ between the silvopastoral systems, regardless of the dose of N. The rate of accumulation of forage (RAF) obtained in SM pastures was greater ($P < 0.05$) compared to the SE and SEA pastures. Regardless of the cultivation system and period of year, forage fertilized had higher ($P < 0.05$) compared to RAF not fertilized. The tiller density (TD) of SM was higher ($P < 0.05$) compared to the SE and SEA, regardless of time of year. However, the TD did not differ among the

intercropping systems, regardless of period of year. The factors studied did not influence the leaf: stem ratio. The accumulation of dead material (ADM) was influenced only by the cultivation system. In general, SM pastures had a higher ($P < 0.05$) compared to ADM pastures SE and SEA. The levels of nitrogen (N) and crude protein (CP) were not influenced by the factors studied. The N content was higher ($P < 0.05$) in SM pastures in relation to fertilized SE and SEA pastures. The composition of tree species did not influence this variable, regardless of the levels of N. The CP content was higher ($P < 0.05$) in the monoculture than in the silvopastoral systems, regardless of the levels of N. The in vitro digestibility of organic matter was not influenced by the factors studied. A similar pattern of response occurred with the content of acid detergent fiber. The content of neutral detergent fiber (NDF) was influenced only by the interaction cropping system x period of years. The NDF content of the SM, in the autumn-winter, was higher ($P < 0.05$) compared to the SE and SEA. In the spring-summer, the NDF content was not influenced by cultivation systems. The cellulose content was influenced only by the interaction time of year x dose of N. The cellulose content of signalgrass fertilized in the autumn-winter, was lower ($P < 0.05$) compared to non-fertilized, while the spring-summer fertilization did not influence this variable. The lignin content was not influenced by the factors studied.

1. INTRODUÇÃO

A pastagem representa um ecossistema particular, onde ocorrem interações ecológicas consideradas dinâmicas e de alta complexidade, dificultando a interpretação exata das respostas produtivas resultantes da condição edafoclimática local e das ações de manejo.

O manejo de pastagens deve se basear em três premissas básicas: a necessidade de ofertar forragem de boa qualidade e em quantidade suficiente para não restringir o consumo animal e a necessidade de manter a capacidade de rebrotação do pasto após sucessivos pastejos, evitando-se a degradação.

No Brasil, os pastos tropicais constituem a base da alimentação para a bovinocultura de corte e leite, contribuindo significativamente para a geração de renda e divisas para o país. Entretanto, em razão de práticas incorretas de manejo do ecossistema pastagem e da baixa disponibilidade de nutrientes, especialmente nitrogênio no solo, é cada vez maior a constatação da degradação de pastagens, resultando em graves problemas ambientais e sócio-econômicos. Como práticas incorretas de manejo de pastagens destacam-se o uso de taxa de lotação animal acima da capacidade de suporte da pastagem e a escolha inapropriada de espécies forrageiras, frente às condições edafoclimáticas locais.

Na condição de taxa de lotação acima da capacidade de suporte da pastagem as plantas forrageiras perdem a capacidade de rebrotação após sucessivos pastejos, resultando em perda de produtividade de forragem, em áreas de solo descobertos e, em casos extremos, em deterioração de suas propriedades químicas, físicas e biológicas.

Particularmente na Zona da Mata de Minas Gerais, o uso incorreto da pastagem é agravado pela topografia acidentada e pelas características do solo, considerados de acidez elevada e de baixa fertilidade natural. A deficiência de nitrogênio no solo é um dos principais fatores que leva à perda de vigor das plantas forrageiras e à degradação da pastagem, fato particularmente importante em áreas montanhosas da Zona da Mata Mineira.

Outro agravante é a ausência de práticas conservacionistas do solo, o que acelera o processo de erosão e provoca o assoreamento de cursos d'água. Assim, na condição de baixa cobertura de solo pelas forrageiras no pasto as águas das chuvas não encontram barreiras no solo e aceleram o processo erosivo, ocorrendo perdas elevadas de nutrientes e alterações estruturais do solo, especialmente em áreas montanhosas. Conseqüentemente, há redução na produção de forragem, comprometimento da produção animal, degradação ambiental, empobrecimento dos produtores rurais e indesejáveis problemas sociais.

Portanto, o avanço da degradação das pastagens é uma das principais limitações à sustentabilidade da produção animal em pasto na região da Zona da Mata de Minas Gerais como em todo o território nacional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

No Brasil, a produção de biomassa alcançada nas pastagens, notadamente daquelas formadas por gramíneas forrageiras do grupo fotossintético C₄, as quais se adaptam às condições de alta temperatura e luminosidade, confere ao país elevada competitividade do agronegócio leite e, principalmente, carne. Entretanto, o desempenho econômico da pecuária brasileira não vem acompanhado de boas práticas de manejo das pastagens. Ao contrário, a degradação das pastagens é o principal problema enfrentado pela pecuária nos dias atuais, inclusive com repercussão mundial.

Além de depender de corretas ações de manejo da pastagem e do solo, e de adequadas condições climáticas, a produtividade da pastagem está relacionada à disponibilidade de nutrientes no solo, especialmente macronutrientes, destacando-se o nitrogênio e fósforo.

Dentre outras funções, o nitrogênio tem participação fundamental no perfilhamento das plantas forrageiras e é componente de aminoácidos que formam proteínas (DECHEN & NACHTIGAAL, 2007). Deste modo, o nitrogênio é importante para o incremento e manutenção da produtividade das forrageiras e para o aumento das concentrações de proteína bruta nas plantas, melhorando a produção animal em pasto.

O nitrogênio é o nutriente com maior impacto sobre as taxas dos processos de crescimento e desenvolvimento vegetativo. Por isso a adubação nitrogenada é uma das práticas agrônômicas mais comumente utilizadas para gerar aumentos de produtividade das plantas. O nitrogênio promove a ativação de gemas dormentes e acelera os processos de aparecimento e morte de perfilhos (GARCEZ NETO et al., 2002; MARTUSCELLO et al., 2006). De acordo com Nabinger (1996), o efeito positivo do nitrogênio no perfilhamento é atribuído à maior rapidez de formação das gemas axilares e à iniciação dos perfilhos correspondentes.

A importância do nitrogênio no solo é inquestionável, estando relacionado diretamente com o tempo para mineralização da matéria orgânica do solo e sua estabilização (SISTI et al., 2004).

Contudo, as pastagens com gramíneas exclusivas produzem resíduos no solo de alta relação carbono: nitrogênio (C:N), fato apontado como uma das principais causas da degradação de pastagens em regiões tropicais (MONTEIRO et al., 2002; BODDEY et al., 2004).

Em condições de alta relação C:N no solo, a biomassa microbiana passa a competir com as plantas pelo nitrogênio mineral disponível, imobilizando-o temporariamente na forma orgânica. Pastagens manejadas com baixa taxa de lotação animal, comum a sistemas de produção de baixo nível tecnológico, maior quantidade de resíduos vegetais são depositados ao solo. Isto mantém níveis satisfatórios de matéria orgânica no solo que na maioria das vezes é suficiente para manter a produtividade da pastagem. No entanto, na condição em que a taxa de lotação animal no pasto é alta, caracterizando pastejo intensivo, a quantidade de resíduos vegetais que retornam ao solo é drasticamente reduzida, o que reduz os teores de matéria orgânica do solo e a ciclagem de nitrogênio e outros nutrientes. Nestas condições, ocorre declínio na taxa de crescimento e perda da qualidade da forragem e degradação da pastagem.

Para Andrade (2000) a baixa sustentabilidade dos sistemas convencionais de uso da terra, demonstrada pela elevada ocorrência de pastagens degradadas e pela freqüente constatação de redução da produtividade das florestas plantadas de ciclo curto, com poucas rotações, é certamente um dos fatores que tem impulsionado o interesse pelo uso de sistemas silvipastoris.

Alternativas de manejo de uso do solo têm sido levantadas como forma de reduzir ou mesmo deter o impacto negativo do crescimento. Dentre as alternativas os sistemas agrossilvipastoris e/ou silvipastoris, modalidades dos Sistemas Agroflorestais, têm-se constituído como opção viável e capaz de agregar importantes aspectos relativos à sustentabilidade, biodiversidade e produção (SÁNCHEZ, 2001).

Os sistemas silvipastoris referem-se à integração entre árvores, animais e o pasto como sub-bosque, resultando em inúmeras vantagens comprovadamente reconhecidas (GARCIA et al., 2010). O consórcio árvores/pastos propicia aos agricultores e pecuaristas a vantagem da diversificação da produção, controle da erosão e maior fertilidade do solo (BELSKY et al., 1993).

Para McGregor et al., (1999) os sistemas silvipastoris contribuem para a proteção da biodiversidade local, melhoram a qualidade da água e do solo e seqüestram maiores quantidades de carbono. Murgueitio (2006) destacou que os sistemas silvipastoris prestam relevantes serviços ambientais, com destaque para a proteção da água em quantidade e qualidade; a conservação e melhoramento da biodiversidade; a mitigação dos gases de efeito estufa, principalmente o dióxido de carbono (CO₂) e a preservação e mitigação de desastres naturais; além do embelezamento paisagístico.

A deterioração do solo pode ser evitada com a presença das árvores, uma vez que suas copas atuam reduzindo o impacto direto da chuva sobre o solo e a velocidade dos ventos. As folhas, frutos, galhos, cascas, entre outros componentes vegetais das árvores incorporados ao solo constituem proteção adicional contra a erosão, contribuindo também para o aumento da ciclagem de nutrientes e melhoria da qualidade deste importante recurso natural. A sombra proporcionada pelas árvores torna as temperaturas ambiente e do solo mais amenas, a umidade do ar mais elevada e reduz a taxa de evapotranspiração, aumentando a umidade do solo (WILSON, 1988). O maior teor de água no solo associado com a temperatura moderada sob sombra, por sua vez, pode resultar na maior taxa de mineralização do nitrogênio, decomposição da serapilheira e ciclagem de nitrogênio e outros nutrientes. Segundo Wilson (1988), a sombra das árvores pode reduzir a temperatura do solo entre 5 a 10 °C, o que tem efeito positivo sobre a atividade microbológica do solo.

Hang et al. (1995) conduziram trabalhos em sistemas silvipastoris naturais do Chaco Árido Argentino e verificaram que o nitrogênio mineralizado, disponível e imobilizado na biomassa microbiana foi mais alto sob as copas das árvores do que na pastagem em monocultivo. Outros autores também reportam que em sistemas silvipastoris as taxas de mineralização de nitrogênio foram maiores quando comparados com a pastagem pura de gramíneas (SIERRA et al., 2002; KAUR et al., 2002).

Os microorganismos do solo apresentam importante papel na decomposição dos vários componentes da serapilheira e a atividade dos microorganismos pode aumentar quando plantas que produzem resíduos vegetais com alto teor de nitrogênio estão presentes. Nestas condições, ocorre redução da relação C:N da serapilheira, aumento da ciclagem de nitrogênio e outros nutrientes e manutenção ou mesmo aumento da matéria orgânica do solo (KELTY & CAMERON, 1995).

No Brasil, são várias as espécies arbóreas com potencial de uso em sistemas silvipastoris, mas o eucalipto é seguramente o mais utilizado em razão de suas características de rápido crescimento, boa adaptação às condições edafoclimáticas existentes no país, arquitetura adequada de copa e fuste e facilidade de comercialização dos produtos obtidos, principalmente a madeira.

O gênero *Eucalyptus* é considerado promissor para o consórcio com espécies forrageiras, desde que o espaçamento e manejo estejam adequados. A arquitetura de copa e fuste do eucalipto permite boa passagem de luz ao sub-bosque, o que pode evitar redução excessiva da produtividade das espécies forrageiras nestes sistemas e viabilizar o consórcio. Adicionalmente, o eucalipto apresenta sistema radicular desenvolvido que explora o solo em maior profundidade (Lucas, 2004), o que pode reduzir a competição com as plantas forrageiras pelos recursos de crescimento na camada superficial do solo, principalmente pela água.

Atualmente, a silvicultura clonal possibilitou a seleção de genótipos superiores quanto à produção e qualidade de madeira. O híbrido urograndis, resultante do cruzamento entre *Eucalyptus grandis* x *E. uroplylla* tem se destacado, existindo clones que apresentam formato de copa e fuste que permite boa passagem da radiação solar ao sub-bosque. Entretanto, a raiz pivotante de plantios clonais de eucalipto têm apresentado menor

aprofundamento no solo, o que pode aumentar a exploração na camada superficial e a competição com as plantas do sub-bosque.

Os resíduos produzidos pelo eucalipto apresentam baixos teores de nutrientes, principalmente os mais móveis na planta (N, P, K), elevando as relações C:N e C:P da serapilheira (GARCIA et al., 2010). Nestas condições, sistemas silvipastoris estabelecidos pelo consórcio gramíneas forrageiras e eucalipto caracterizam-se pela alta competição entre os microrganismos do solo e as plantas pelo nitrogênio mineral, resultando em queda da produtividade do sistema como um todo.

Andrade et al. (2001) conduziram trabalho no Cerrado de Minas Gerais objetivando identificar os principais fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em sistema silvipastoril com eucalipto, aos quatro anos de idade. Os autores constataram que o crescimento da gramínea estava sendo restringido pela baixa disponibilidade de nitrogênio no solo e observaram aumento de 84% na produção de massa seca do capim-tanzânia fertilizado com nitrogênio, em relação à forrageira não adubada. Na mesma região, Bernardino et al. (2011) estudaram doses de adubo nitrogenado na forma de uréia, em sistema silvipastoril composto por eucalipto e *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu). Os autores relatam que a fertilização do sub-bosque com nitrogênio se mostrou necessária para a intensificação do uso de sistemas integrados eucalipto-pasto.

O estabelecimento de sistemas silvipastoris com a inclusão de leguminosas arbóreas fixadoras de nitrogênio atmosférico, as quais apresentam resíduos de baixa relação C:N, pode incrementar a atividade microbiana no solo e a ciclagem de nutrientes, minimizando o problema relacionado à imobilização de nitrogênio que ocorre em pastagens exclusivas de gramíneas (MENEZES et al., 2002). Por outro lado, Balieiro et al. (2004) mencionam que a inserção de espécies fixadoras de nitrogênio atmosférico em solos de baixa fertilidade e, em regiões com escassez de recursos financeiros para aquisição de fertilizantes, pode ser interessante no manejo da cultura do eucalipto. O autor destaca, ainda, que a dinâmica da serapilheira, representada pela entrada (via deposição) e pela saída (via decomposição/mineralização), é essencial à manutenção de florestas ou plantios florestais em sucessão ou rotação.

A leguminosa *Acacia mangium* Willd apresenta alta capacidade de fixação atmosférica de nitrogênio (Wildin, 1990), com possibilidade de promover importantes benefícios às atividades pecuária e silvicultural. Segundo o autor, sua madeira pode ser utilizada na construção civil e fabricação de móveis, para produção de polpa para papel, lenha, fornecimento de sombra e forragem para os animais, além de contribuir com nitrogênio fixado para os demais componentes do sistema. Esta espécie é nativa do extremo norte de Queensland, Austrália; de Papua, Nova Guiné e parte oriental da Indonésia. Adapta-se a solos ácidos de baixa fertilidade e clima tropical quente e úmido, com precipitações médias anuais variando de 1.500 a 3.000 mm (CARVALHO et al., 1994). Segundo esses autores, a *Acacia mangium* tem demonstrado excelente adaptação às condições de solos ácidos e de baixa fertilidade, comuns às áreas montanhosas da Zona da Mata de Minas Gerais.

De acordo com Franco (1994), as árvores fixadoras de nitrogênio atmosférico, como as do gênero *Acacia*, podem contribuir para alta produção de proteína, uso eficiente da água e nutrientes e proteção do solo.

Entretanto, tem-se constatado ataque de besouros serradores (*Oncideres* sp.) em plantas de acácia. Os besouros serradores são coleópteros pertencentes ao gênero *Oncideres* (Cerambycidae) e apresentam o hábito noturno de roletar galhos nos quais os seus ovos são depositados. O ataque dos serradores provoca bifurcações indesejáveis às plantas e diminuição da produção florestal, sendo considerada uma ameaça a várias espécies florestais de importância econômica nas Américas (FORCELLA, 1982). Segundo o autor, os serradores ainda podem causar uma grande perda de área foliar fotossinteticamente ativa que é responsável pela captação de nitrogênio atmosférico, podendo inviabilizar plantios comerciais de várias leguminosas arbóreas, dentre elas a *Acacia mangium*. Morais et al. (2008) verificaram que as injúrias causadas pelo ataque de *Oncideres* sp. em plantas de acácia com idade semelhante às árvores no estudo causou 44% de mortalidade destas plantas.

Xavier et al. (2003) compararam a qualidade do solo cultivado com pastagem de *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) sob a influência de sombra de *Acacia mangium*, com o solo de pastagem de capim-braquiária em pleno sol. As amostras foram retiradas à profundidade de 0-10 cm após oito anos de introdução da leguminosa e, em relação à área não sombreada,

indicaram aumento significativo na matéria orgânica e nos cátions trocáveis do solo.

Estudos conduzidos com a presença de leguminosas arbóreas em florestas de *Eucalyptus* sp. indicam aumento da produção de biomassa do eucalipto, quando comparado à produção deste em monocultivo. Isso foi verificado no Brasil (Ballieiro et al., 2004; Coelho et al. 2007) e em outras partes do mundo (BINKLEY et al., 1992; FORRESTER et al., 2004).

Contudo, a produção de forragem sob influência das árvores é influenciada por inúmeros fatores, incluindo clima, produtividade local, práticas de manejo e dinâmica de competição acima e abaixo do nível do solo (GOBBI, 2007). A presença de árvores tem efeito sobre a luminosidade, temperatura, umidade do solo, etc., afetando o ambiente, a produção e qualidade da forragem e os animais. No entanto, quantificar a intensidade dessa competição e, ao mesmo tempo, separar a que ocorre na parte aérea das plantas por radiação solar, daquela que ocorre no sistema radicular por água e nutrientes, tem sido uma tarefa difícil em experimentos em campo.

O sombreamento leva a uma redução da radiação incidente, principalmente da relação do espectro vermelho:vermelho extremo (FELDHAKKE, 2001). A copa das árvores absorve parte da radiação na faixa do vermelho, o que diminui a relação vermelho:vermelho extremo que chega à região meristemática, reduzindo a atividade das gemas axilares e basais e o perfilhamento da forrageira sombreada (BAHMANI et al., 2000). Adicionalmente, sob baixa radiação incidente, o suprimento reduzido de fotoassimilados é alocado preferencialmente para os perfilhos existentes, em detrimento às gemas axilares (Robson et al., 1988), inibindo a produção de novos perfilhos.

Em diversos trabalhos foi demonstrado redução da densidade populacional de perfilhos de gramíneas tropicais (Gobbi et al. 2009; Paciullo et al., 2008; Paciullo et al., 2007) e temperadas (Garcez Neto, 2006; Peri et al., 2007) sob níveis crescentes de sombreamento. Apesar de algumas plantas forrageiras serem mais tolerantes à sombra que outras, de modo geral a diminuição da intensidade luminosa provoca redução na produtividade das plantas (Ericksen & Whitney, 1981), uma vez que a produção de forragem é produto da densidade populacional de perfilhos e peso do perfilho (NELSON & ZARROUGH, 1981; VALENTINE & MATTHEW, 2000).

O sombreamento também pode influenciar o teor de massa seca das plantas, o que influencia o acúmulo de massa seca e de material morto nas plantas forrageiras. As gramíneas cultivadas à sombra tendem a ser mais suculentas e com menor teor de massa seca, devido ao desenvolvimento mais lento das plantas e a menor taxa de perda de água pelos tecidos (CASTRO et al., 1999; PERI et al., 2007). Volence & Nelson (2003) atribuíram a menor produção de plantas em ambiente sombreado às menores taxas de transpiração que resulta em maior concentração de água nos tecidos e, conseqüentemente, em menor teor de massa seca.

Desta forma, a escolha de espécies forrageiras que sejam tolerantes ao sombreamento aumenta as possibilidades de sucesso de sistemas silvipastoris. Plantas forrageiras do gênero *Brachiaria* e *Panicum* apresentam boa tolerância em ambientes com restrição de radiação incidente (Garcia & Couto, 1997) e, dentre as espécies do gênero *Brachiaria*, a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e a *Brachiaria decumbens* (capim-braquiária) se destacam.

O capim-braquiária é uma das espécies forrageiras mais importantes para a pecuária no Brasil, uma vez que está presente em sistemas de produção distribuídos em todo o território nacional e em solos de baixa fertilidade natural (Do Valle et al., 2008; Machado et al., 2010), apresentando, também, boa tolerância ao sombreamento (CASTRO et al., 1999; PACIULLO et al., 2008).

Contudo, níveis de sombra acima de 50% de radiação solar plena causam redução acentuada na produção de forragem (CASTRO et al., 1999; ANDRADE et al., 2004; PACIULLO et al., 2007; GOBBI et al., 2011), mesmo para as plantas forrageiras consideradas tolerantes ao sombreamento.

No entanto, a tolerância das forrageiras à sombra deve ser caracterizada não só pela produção satisfatória de massa seca, mas também pelo valor nutritivo adequado da forragem (GARCIA & ANDRADE, 2001). As alterações morfológicas, anatômicas e fisiológicas que ocorrem nas plantas sombreadas influenciam diretamente a qualidade e o valor nutritivo destas plantas.

Os resultados de composição química e de digestibilidade de plantas forrageiras sombreadas são contraditórios, havendo maior consistência para os teores de proteína bruta e de nitrogênio, que geralmente aumentam em plantas sob influência da sombra (GARCEZ NETO, 2006; BELESKY et al., 2006; PACIULLO et al., 2007; PERI et al., 2007).

Para a maioria das forrageiras sombreadas em relação àquelas sem restrição luminosa, os resultados de fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido aumentam ou mantêm (Lin et al., 2001), embora ocorram situações em que as concentrações de fibra em detergente neutro foram menores em plantas forrageiras em consórcio com árvores (PACIULLO et al., 2007).

Existem relatos de que a lignificação e o teor de sílica são maiores em plantas sombreadas (Samarakoon et al., 1990; Castro, 1996), sugerindo menores valores de digestibilidade da forragem à sombra. Contudo, há suposições de que a menor proporção da parede celular secundária de plantas sombreadas (Kephart & Buxton, 1993) e as menores temperaturas em condições de sombreamento (Sharrow 1999) podem aumentar a digestibilidade das plantas.

A espécie florestal utilizada em sistema silvipastoril pode afetar a disponibilidade de nutrientes e, conseqüentemente, o valor nutritivo da forrageira que ocupa o sub-bosque (GARCIA et al., 2005).

Leguminosas arbóreas caracterizam-se pela produção de resíduos de baixa relação C:N, promovendo maior disponibilidade de nitrogênio e outros nutrientes no solo (Xavier et al., 2003; Dias, 2005; Campello et al., 2006), podendo, também, melhorar o valor nutritivo da forragem que se desenvolve à sombra dessas árvores (CARVALHO et al., 1999; PACIULLO, et al., 2008).

Por outro lado, o valor nutritivo das plantas forrageiras depende também do manejo da pastagem, em termos de freqüência e intensidade de pastejos e controle do pastejo baseado na altura das plantas, tanto para a entrada (altura pré-pastejo) quanto para a saída (altura pós-pastejo) dos animais do pasto. Estudos de morfogênese em forrageiras de clima temperado e mais recentemente em forrageiras de clima tropical recomendam que a rebrotação do pasto deva ser interrompida no momento em que o dossel forrageiro intercepta 95% da radiação incidente. Neste ponto, ocorre maior proporção de folhas em relação a colmos e menor acúmulo de material morto na planta (Da Silva & Nascimento Júnior, 2007), o que resulta em dieta de maior valor nutricional (Difante et al., 2011) e em estrutura do dossel mais adequada ao pastejo.

Parsons et al. (1988) validaram o uso do critério de interceptação luminosa como estratégia de manejo da desfolhação. Segundo esses autores,

seria na condição de índice de área foliar crítico, situação em que 95% da luz incidente são interceptados pelo dossel, que a taxa média de acúmulo de forragem atingiria seu máximo, ou seja, o balanço entre os processos de crescimento e senescência seria máximo, permitindo maior acúmulo de forragem de melhor qualidade.

Para facilitar a aplicabilidade do manejo da pastagem, à luz dos conhecimentos de morfogênese, diferentes estudos determinaram as alturas médias em que as plantas estariam interceptando 95% da radiação incidente. Os estudos verificaram que o capim-mombaça intercepta 95% de luz solar aos 90 cm de altura (Carnevali et al., 2006); o capim-marandu aos 25 cm (Trindade et al, 2007) e o capim-braquiária (*Brachiaria decumbens*) aos 19 cm de altura (ZEFERINO, 2006).

Por outro lado, a altura do resíduo pós-pastejo é também uma estratégia de ajuste às metas de manejo do pasto, pois influencia diretamente o ambiente luminoso na base do dossel (Da Silva & Nascimento Júnior, 2006), fato particularmente importante para as plantas forrageiras submetidas ao sombreamento.

Difante et al. (2011) observaram que o capim-marandu em pleno sol apresentou melhor eficiência de utilização quando manejado a 15 cm de altura de resíduo pós-pastejo. Segundo esses autores, plantas manejadas com esta altura de resíduo apresentam maior participação de lâminas foliares, menor taxa de senescência foliar e maior densidade populacional de perfilhos. Em outro estudo, Portela et al. (2011) concluíram que o capim-braquiária apresenta maior densidade populacional de perfilhos basais quando manejado no decorrer dos anos com 5 cm de altura de resíduo pós-pastejo.

Entretanto, são escassos os estudos sobre o manejo das plantas forrageiras tropicais em condições de sombreamento, o que pode restringir a adoção de sistemas silvipastoris.

Não há recomendação de altura em pré e pós-pastejo para as pastagens sombreadas. Tendo em vista as mudanças na estrutura do dossel com o sombreamento, é provável que as alturas indicadas para pastagens em monocultivo não possam ser aplicadas para dosséis forrageiros em sistemas silvipastoris.

O trabalho foi conduzido com o objetivo de verificar a produtividade e o valor nutritivo do capim-braquiária em monocultivo e em sistemas silvipastoris

com eucalipto e *Acacia mangium* adubados com nitrogênio, nos períodos outono-inverno e primavera-verão.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização do local e condições edafoclimáticas

O estudo foi conduzido no período de fevereiro de 2010 e março de 2011, totalizando 342 dias, em área de pastagem degradada de *Melinis minutiflora* (capim-gordura) pertencente ao Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa. A área foi renovada por meio de sistema agrossilvipastoril (SANTOS, 2009).

O município de Viçosa está localizado na região da Zona da Mata de Minas Gerais, a uma altitude de 651 m acima do nível do mar, a 20° 45' 40' de latitude Sul e 42° 52' 40 de longitude Oeste. Segundo classificação de Köppen, o clima é do tipo Cwa e a precipitação média anual é de 1.221 mm, com estação seca e chuvosa bem definida.

Coletaram-se o solo na camada de 0-20 cm (Santos, 2009) anteriormente aos procedimentos de renovação da pastagem, em setembro de 2007. O solo da área experimental é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico, com textura argilo-arenosa. As características químicas encontram-se na (Tabela 1).

Em dezembro de 2009, após 24 meses da implantação do sistema agrossilvipastoril e, anteriormente ao início deste experimento, realizaram-se coletas de solo na camada 0-20 cm. O solo foi coletado nas áreas com a *Brachiaria decumbens* em monocultivo (BM), *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril com eucalipto e acácia (BEA) (Tabela 2).

Tabela 1. Propriedades químicas do solo dois meses antes da implantação dos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril

Amostra	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H-Al	CTC-T	SB	MO	P-Rem.
		-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----					dag kg ⁻¹	mg L ⁻¹
0-20 cm	5,6	1,13	41	3,33	0,57	0,03	3,65	5,99	2,34	2,37	20,35

Tabela 2. Propriedades químicas do solo aos 24 meses após a implantação dos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril

Amostra	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H-Al	CTC-T	SB	V	m	N	MO	P-Rem.
0-20 cm		-----mg dm ⁻³ -----			-----cmol _c dm ⁻³ -----					-----%-----	-----dag kg ⁻¹ -----	mg L ⁻¹		
BM	5,6	5,94	118,9	1,98	1,06	0,075	3,94	7,07	3,23	38,74	0,63	0,171	4,36	32,25
BE	5,6	2,5	74,1	2,45	1,14	0,013	4,98	8,78	3,81	43,05	0,51	0,182	4,46	25,71
BEA	5,6	2,99	104,1	2,48	1,16	0,015	4,66	8,15	3,76	45,34	0,32	0,179	4,14	27,56

BM: capim-braquiária em monocultivo; BE: capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto; BEA: capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto e acácia

Os valores de pH não se alteraram com a implantação dos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril (tabela 2), permanecendo em níveis satisfatórios segundo a 5ª Aproximação (ALVAREZ V., et al., 1999).

Com a implantação dos sistemas verificou-se redução dos teores de Ca (tabela 2), provavelmente devido à elevada absorção deste nutriente pelas plantas forrageiras e arbóreas. Contudo, segundo a 5ª Aproximação, os teores de Ca são considerados médio para o solo cultivado com BM e bom para o solo cultivado com BE e BEA.

Já o teor de Mg (tabela 2) aumentou com a implantação dos sistemas, atingindo valores considerados médios (ALVAREZ V., et al., 1999). Isso foi resultado da aplicação do calcário dolomítico por ocasião da implantação do experimento.

Os teores de P e P-remanescente aumentaram em todos os sistemas (tabela 2), provavelmente devido ao efeito da adubação fosfatada por ocasião da implantação do experimento. No entanto, a disponibilidade de P é classificada como muito baixa, segundo a 5ª Aproximação.

Nota-se, pela tabela 2, que o aumento nos teores de P e P-remanescente foi maior no solo cultivado com o capim-brquiária em monocultivo em relação aos sistemas silvipastoris, sugerindo maior absorção desse nutriente pelas árvores.

Em relação ao K, nota-se aumento expressivo nos teores deste nutriente (tabela 2) devido à adubação realizada por ocasião da implantação dos sistemas, atingindo valores acima do nível crítico para K no solo, que é de 70 mg dm⁻³ segundo a 5ª Aproximação (ALVAREZ V. et al., 1999). O aumento nos teores de K foram mais expressivos para os sistemas BM e BEA em relação ao BE (Tabela 2).

Os teores de MO aumentaram com a implantação dos sistemas (tabela 2), evidenciando maior aporte de resíduo nas áreas. Entretanto, devido ao período avaliado, não se esperava aumentos de tal magnitude.

As médias de temperatura máxima e mínima, a umidade relativa bem como a precipitação total nos meses correspondentes às avaliações encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Temperaturas médias máximas e mínimas, precipitação acumulada e umidade relativa do ar (UR), obtidas durante o período experimental

Mês/Ano	Temperatura Média		Precipitação mm	UR (%)
	Máx. °C	Mín. °C		
Março/2010	29,1	19,0	184,8	82,2
Abril/10	27,1	16,3	28,10	80,3
Maió/10	24,8	13,9	35,40	83,0
Junho/10	23,5	9,9	0,5	79,4
Julho/10	24,9	12,3	0,0	77,4
Agosto/10	26,4	9,8	0,20	67,7
Setembro/10	27,0	13,3	22,8	66,3
Outubro/10	26,4	16,8	147,3	74,9
Novembro/10	26,2	18,3	393,0	83,4
Dezembro/10	29,1	19,4	428,2	82,0
Janeiro/2011	29,2	19,8	141,0	77,7
Fevereiro/011	30,9	18,9	119,7	75,3
Março/11	27,4	18,9	249,2	87,1

Fonte: Departamento de Engenharia Agrícola - UFV

3.2. Histórico da área experimental

Os procedimentos para renovação da pastagem degradada de capim-gordura iniciaram-se em setembro de 2007 (Santos, 2009) e serão descritos resumidamente a seguir. Nesta data realizaram-se roçada geral da área experimental devido à infestação por espécies daninhas arbustivas. Esta prática foi realizada visando estimular a rebrotação da vegetação e facilitar a absorção do herbicida dessecante. Assim, após rebrotação da vegetação, em novembro do mesmo ano, realizou-se a dessecação das plantas daninhas na área, utilizando-se 1.800 g ha^{-1} de glyphosate e $0,480 \text{ L ha}^{-1}$ de 2,4-D.

Decorridos uma semana da dessecação, realizou-se a calagem, aplicando-se 1.000 kg ha^{-1} de calcário dolomítico com PRNT de 82%, distribuído a lanço na superfície do solo.

Em dezembro de 2007 iniciou-se o plantio das árvores simultaneamente ao plantio direto do milho e forrageiras, por meio da técnica de renovação de pastagem degradada denominada integração lavoura/pecuária/floresta, ou sistema agrossilvipastoril.

As espécies vegetais utilizadas no sistema agrossilvipastoril foram o *Zea mays* (milho), a *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk (capim-braquiária), a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu (capim-marandu), a *Brachiaria brizantha* cv. Piatã (capim-piatã), além do eucalipto (*Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* - clone 3336) e a leguminosa arbórea *Acacia mangium* (acácia mangium).

As forrageiras e o milho (híbrido duplo DKB 747) foram cultivados em duas áreas distintas. Na primeira área as forrageiras e o milho foram cultivados sem a presença das espécies arbóreas, o que caracterizou, após a colheita do milho, uma pastagem em monocultivo. Numa segunda área as forrageiras e o milho foram cultivados entre as fileiras de árvores, tornando um sistema silvipastoril após a colheita do milho.

O espaçamento na entrelinha do milho nos sistemas em monocultivo e agrossilvipastoril foi 0,8 m entre fileiras e 0,4 m para as forrageiras, uma vez que estas foram semeadas na linha e na entrelinha do milho. Para a semeadura foram utilizados 4 kg ha⁻¹ de sementes puras viáveis para cada espécie forrageira e seis sementes de milho por metro linear. Para a adubação do milho foram aplicados 400 kg ha⁻¹ da formula NPK (8-28-16) na semeadura e 100 kg ha⁻¹ de nitrogênio na forma de uréia, em cobertura.

As espécies florestais foram plantadas em covas com dimensão 0,40 x 0,40 x 0,40 m. Para a adubação das espécies arbóreas foram aplicados 300 g de fosfato reativo por cova. Aos 25 dias após o plantio das mudas aplicou-se 200 g por cova da formula NPK (8-28-16), distribuídos em duas covetas ao lado de cada muda. Após 60 dias do plantio realizou-se a adubação de manutenção, aplicando-se 125 g de cloreto de potássio, 50 g de sulfato de amônio, 10 g de bórax e 5 g de sulfato de zinco por cova.

O eucalipto e a acácia foram cultivados em fileiras simples no espaçamento 12 x 2 m, ou seja, 12 m entre as fileiras e 2 m entre as plantas, resultando em 416 árvores por hectare. As espécies foram cultivadas em dois arranjos arbóreos. O primeiro arranjo foi constituído pelo eucalipto, em número de seis plantas e o segundo arranjo, com o mesmo número de plantas, caracterizou um plantio misto em que o eucalipto e a acácia foram plantados intercaladamente, resultando em 50% de cada espécie por parcela.

O plantio direto do milho/forrageiras e o cultivo das espécies arbóreas foram realizados em nível, a fim de minimizar os problemas de erosão decorrentes da declividade da área experimental.

Em dezembro de 2009, após 24 meses de implantação do sistema agrossilvipastoril, verificou-se ataque de besouros serradores às plantas de acácia. A partir da verificação da existência dos serradores na área experimental, realizaram-se monitoramentos diários e constatou-se que 25% das plantas de acácia mangium foram atacadas.

Aos 25 meses de idade foi realizada a desrama das árvores de eucalipto e acácia, retirando-se os galhos a altura de 1/3 da copa viva. Todo o material das árvores de eucalipto e acácia desramados foi retirado da área experimental e queimado, a fim de se evitar a infestação do serrador.

Durante o ano de 2009 a área experimental foi pastejada por bovinos com peso corporal médio de 250 kg. Os animais eram colocados para pastejo quando se observava mínima disponibilidade de forragem nas parcelas. Já a saída ocorria quando ainda havia suficiente área foliar para garantir rebrotação das plantas. No mês de outubro de 2009 as parcelas foram separadas por meio de cerca eletrificada.

Em fevereiro de 2010 iniciou-se este estudo, aos 26 meses após a implantação do sistema agrossilvipastoril, realizando-se um corte de uniformização nas forrageiras a 15 cm de altura do solo.

Embora o estudo tenha incluído as três espécies forrageiras introduzidas na área experimental consideraram-se apenas os dados relativos ao capim-braquiária, devido à intensa infestação desta forrageira nas parcelas compostas pela *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e pela *Brachiaria brizantha* cv. Piatã.

Os pastos de capim-braquiária foram manejados pelo método de lotação intermitente, sob técnica mob-grazing (Mislevy et al., 1981) com critério de entrada dos animais para pastejo baseado na altura correspondente à 95% da radiação solar incidente, que é de 19 cm (ZEFERINO, 2006). Como critério de saída dos animais dos pastos estabeleceu-se a altura de 15 cm (resíduo pós-pastejo). Para determinação das alturas do pasto no pré e pós-pastejo utilizaram-se uma régua graduada em centímetros, tomando-se a média de 20 leituras, sendo 10 em cada diagonal da parcela.

Utilizaram-se novilhos mestiços HolandêsxZebu com peso corporal médio de 250 kg, pertencentes ao Setor Forragicultura do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

Em cada ciclo de pastejo, anteriormente à entrada dos animais nas parcelas, realizaram-se amostragens para a quantificação do acúmulo de forragem (AF), colhendo a forragem contida no interior de duas molduras de vergalhão de (0,5 x 0,5 m). As amostras pré-pastejo colhidas foram cortadas rente ao solo em pontos da parcela onde o AF representava a altura média do dossel forrageiro. Foram retiradas duas amostras em cada parcela.

Após a retirada dos animais da parcela, colheram-se duas amostras para quantificação da massa de forragem pós-pastejo, utilizando-se as mesmas molduras e critérios de amostragem do pré-pastejo.

As amostras pré-pastejo foram acondicionadas em freezer para posterior separação da parte verde do material morto e contagem do número de perfilhos. As amostras pós-pastejo, que também foram acondicionadas em freezer, foram separadas a parte verde do morto para determinação da produção de massa seca verde do resíduo.

Da amostra original verde (pré-pastejo), após a exclusão da parte senescente, retirou-se uma sub-amostra para estimativa do acúmulo de forragem verde e para determinação do valor nutritivo da forragem verde. Determinaram-se o valor nutritivo da planta inteira. A outra parte da amostra foi utilizada para separar as frações folha e colmo e determinação da relação folha:colmo.

Todas as amostras foram pesadas e levadas para estufa de ventilação forçada a 65°C por 72 horas, para posterior determinação dos teores de massa seca.

O acúmulo de forragem foi estimado, em cada ciclo de pastejo, por meio da diferença entre as massas de forragem verde do pré-pastejo atual e do pós-pastejo anterior. Os dados de acúmulo de forragem são resultantes do somatório dos acúmulos de cada ciclo de crescimento, em cada época do ano (outono-inverno e primavera-verão). O valor de acúmulo de forragem de cada ciclo, dividido pelo número de dias correspondente ao intervalo de pastejo, gerou a taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ dia de MS).

Determinaram-se também o intervalo de pastejo e o número de ciclos de pastejo. O intervalo de pastejo, em dias, foi determinado pelo tempo necessário para que cada dossel forrageiro atingisse a altura pré-pastejo estabelecida de aproximadamente 20 cm, por meio do monitoramento freqüente da altura do

dossel. Já o número de ciclos de pastejo correspondeu ao número de vezes em que os pastos foram submetidos ao pastejo animal.

Para determinação do valor nutritivo utilizaram-se amostras compostas resultantes de três cortes realizados no período outono-inverno e três cortes da primavera-verão. Este procedimento foi tomado para uma melhor caracterização das amostras nas estações estudadas. As amostras foram moídas, utilizando-se peneira com malha de 1 mm em moinho tipo Willey.

As amostras foram enviadas ao Laboratório de Forragicultura da Embrapa Gado de Corte para a determinação de proteína bruta (PB), digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), celulose e lignina, por meio de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), de acordo com os procedimentos de Mertens et al. (1985). Os dados de reflectância das amostras na faixa de comprimento de onda de 1.100 a 2.500 nm foram armazenados por um espectrofotômetro (Modelo NR5000: NIRSystems, Inc., USA) acoplado a um microcomputador. Os valores de PB, DIVMO, FDN, FDA, celulose e lignina foram obtidos por equações de calibração desenvolvidas por métodos convencionais (EUCLIDES & MEDEIROS, 2003).

Para estimativa da disponibilidade de nitrogênio e proteína, em kg ha^{-1} , multiplicou-se o conteúdo de nitrogênio e PB, estimado a partir das determinações realizadas pelo NIRS, pelo acúmulo de forragem estimada conforme metodologia anteriormente citada.

As variáveis-resposta: acúmulo de forragem; taxa de acúmulo de forragem; acúmulo de material morto; densidade populacional de perfilhos; relação folha:colmo; número de ciclos de pastejo; intervalo de pastejo; teor de nitrogênio; conteúdo de nitrogênio; proteína bruta; conteúdo de proteína bruta; digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica; fibra em detergente neutro; fibra em detergente ácido, celulose e lignina, foram agrupadas por época do ano (outono-inverno e primavera-verão).

As alturas pré-pastejo e pós-pastejo foram consideradas variáveis-controle. As alturas médias pré-pastejo obtidas no outono-inverno e primavera-verão foram 19,8 e 21,4 cm, respectivamente. Já as alturas pós-pastejo verificadas nos respectivos períodos foram 12,4 e 13,0 cm.

A altura das plantas de eucalipto e acácia foi medida em diferentes idades do sistema (Tabela 4). Para determinação da altura, procederam-se medições de três plantas arbóreas da fileira central de cada parcela.

Tabela 4. Altura média de plantas de eucalipto e acácia em sistema silvipastoril com capim-braquiária e de eucalipto com capim-braquiária, em diferentes idades após o plantio

Arranjos Arbóreos	Altura das plantas, (m) ^{ns}				
	Dias após o plantio				
	180 ¹	280 ²	360 ³	793 ⁴	1.159 ⁵
	Eucalipto				
Eucalipto/Acácia	2,27	3,45	5,29	15,6	21,20
	Acácia				
	1,12	-	2,41	4,55	7,56
Eucalipto	1,88	3,21	5,08	14,78	22,42

^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F, comparando as alturas entre eucalipto intercalado a acácia com eucalipto.

^{1,2,3} Fonte: Santos (2009); ⁴ Início do experimento, ⁵ Final do experimento

O esquema experimental utilizado foi o de parcelas divididas em que os tratamentos na parcela foram constituídos pelo arranjo fatorial entre sistemas de cultivo e doses de nitrogênio e os da sub-parcela, com restrição à casualização, pelas épocas de amostragem, no delineamento em blocos ao acaso com três repetições.

Os sistemas de cultivo foram estabelecidos pelo capim-braquiária em monocultivo, pelo capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto e pelo capim-braquiária em sistema silvipastoril com eucalipto e *Acacia mangium*. As doses de nitrogênio testadas foram zero (ausência de adubação nitrogenada) e 150 kg ha⁻¹ de N por ano. Os períodos do ano corresponderam ao outono-inverno (22/03 a 21/09) e à primavera-verão (22/09 a 21/03).

A dose de 150 kg ha⁻¹ ano de N foi dividida em três aplicações de 50 kg. A primeira aplicação foi em fevereiro de 2010, dez dias após o corte de uniformização da forrageira; a segunda aplicação foi em março, após o primeiro ciclo de pastejo e a terceira no mês de novembro de 2010. Para a aplicação da primeira e da segunda dose de N utilizou-se o nitrato de amônio. Na aplicação

da terceira parcela do adubo, 50 kg ha⁻¹ de N, utilizou-se a fórmula NPK (20-05-20), o que disponibilizou também 12,5 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 50 kg ha⁻¹ de K₂O.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as interações entre os fatores testados, quando significativas, desdobradas. Nos desdobramentos realizados visando avaliar o efeito de fatores da parcela (sistema de cultivo e dose de N), dentro de cada nível do fator da sub-parcela, ou seja, período de avaliação, foi utilizado como erro o quadrado médio do resíduo combinado e respectivo número de graus de liberdade calculados pela fórmula de Satterthwaite (STEEL, TORRIE & DICKEY, 1997).

Nas comparações envolvendo sistemas de cultivo foi utilizado o teste Tukey a 5% e nas comparações envolvendo dose de N e períodos de avaliação o teste F.

O processamento das análises foi realizado com o auxílio dos softwares Estatística 8.0 (Stat Soft – Inc, 2007) e do Sistema para Análises Estatísticas – SAEG 9.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Intervalo de pastejo e número de ciclos de pastejo

4.1.1. Intervalo de pastejo

O intervalo de pastejo obtido nos pastos de capim-braquiária foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de N e pelo período do ano, sem interação entre os fatores.

Pastos de capim-braquiária em monocultivo apresentaram menor (P<0,05) intervalo de pastejo em relação aos pastos consorciados com árvores (Tabela 5).

O intervalo de pastejo em pastos adubados foi menor (P<0,05) que nos não adubados (Tabela 5).

Na primavera-verão, o intervalo de pastejo foi menor (P<0,05) em relação ao outono-inverno.

Tabela 5. Intervalo (dias) de pastejo em pastos de capim-braquiária adubados, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V)

BM	Sistema de cultivo		Dose de N (kg/ha)		Período do ano	
	BE	BEA	0	150	O/I	P/V
37,6B	45,4A	47,4A	45,9A	40,8B	58,6A	28,1B

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para dose de N e período do ano, médias seguidas por letras iguais não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O menor intervalo de pastejo verificado nos pastos em monocultivo em relação aos pastos consorciados nos dois arranjos arbóreos se deve, em parte, à menor competição pelos recursos de crescimento na condição de céu aberto, especialmente pela radiação solar. De fato, a luz solar é de grande importância para a retomada da capacidade de crescimento de gramíneas forrageiras sob pastejo, exercendo efeitos marcantes sobre a fotossíntese e outros processos fisiológicos, como a transpiração e a absorção de nutrientes (RODRIGUES & RODRIGUES, 1987). Na condição de sombreamento, o capim-braquiária retardou o tempo para atingir a altura pré-pastejo, resultando no maior intervalo de pastejo.

Já o menor ($P < 0,05$) intervalo de pastejo obtido em pastos adubados em relação aos não adubados se deve ao efeito deste nutriente sobre o crescimento das plantas. Reconhecidamente, após o corte ou pastejo, a adubação nitrogenada promove rápida rebrotação das plantas (ALEXANDRINO et al., 2005), o que antecipou o tempo necessário para que o dossel forrageiro atingisse a altura correspondente a 95% IL.

O menor ($P < 0,05$) intervalo de pastejo na primavera-verão, em relação ao outono-inverno, ocorreu devido às melhores condições climáticas observadas na primavera-verão (tabela 3), o que contribuiu para o crescimento mais rápido do capim-braquiária e conseqüentemente para o menor intervalo de pastejo.

4.1.2. Número de ciclos de pastejo

O número de ciclos de pastejo do capim-braquiária foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de N, período do ano e pela interação sistema de cultivo x dose de N (Tabela 6).

O capim-braquiária em monocultivo apresentou maior número de ciclos de pastejo ($P < 0,05$) que a forrageira nos sistemas silvipastoris, independente da dose de N (Tabela 6).

Tabela 6. Número de ciclos de pastejo do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)

Dose de N, kg/ha.ano	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
0	4,98Ab	4,20Ba	4,11Ba
150	5,71Aa	4,49Ba	4,31Ba

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para dose de N, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

A adubação nitrogenada influenciou positivamente o número de ciclos de pastejos somente no monocultivo, não apresentando efeito nas pastagens arborizadas (Tabela 6).

O número de ciclos de pastejo do capim-braquiária na primavera-verão (5,63 ciclos) foi significativamente maior ($P < 0,05$) quando comparado ao outono-inverno (3,24 ciclos).

O maior número de ciclos de pastejo no monocultivo foi resultado do menor intervalo de pastejo obtido na condição de pleno sol (tabela 5), consequência da maior captação de radiação solar e maior capacidade de retomada do crescimento das plantas (RODRIGUES & RODRIGUES, 1987).

Neste estudo, o número de ciclos de pastejo obtidos em pastos de capim-braquiária em monocultivo e adubado com 150 kg ha^{-1} de N por ano foi 15% superior à forrageira não adubada. De fato, o nitrogênio incrementa o acúmulo de forragem, antecipando o tempo necessário para que a planta atinja a altura correspondente a 95% de interceptação luminosa (IL), resultando, conseqüentemente, em maior número de ciclos de pastejo. Freitas et al. (2009) observaram que o número de ciclos de pastejo em pastos de capim-tanzânia, na condição de monocultivo e manejado com 95% IL à entrada dos animais, foi linear e positivamente influenciado pelo aumento das doses de nitrogênio.

O maior número de colheitas verificados nos pastos de capim-braquiária na primavera-verão em relação ao outono-inverno, deveu-se às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (Tabela 3). Com maior disponibilidade de radiação solar, temperatura, água e nutrientes, o capim-

braquiária atingiu a altura correspondente à entrada dos animais em menor tempo, o que resultou no maior número de ciclos de pastejo.

4.2. Acúmulo de forragem

O acúmulo de forragem foi influenciado pelo sistema de cultivo, período do ano e pela interação sistema de cultivo x dose de N (Tabela 7).

O acúmulo de forragem foi maior ($P < 0,05$) no monocultivo que nos sistemas silvipastoris, independente da dose de N (Tabela 7). A composição de espécies arbóreas no sistema silvipastoril não influenciou esta variável (Tabela 7).

A adubação aumentou o acúmulo de forragem somente no monocultivo, não interferindo nos demais sistemas (Tabela 7).

Na primavera-verão, a braquiária decumbens apresentou maior ($P < 0,05$) acúmulo de forragem (4.536 kg ha^{-1}) que no outono-inverno (1.614 kg ha^{-1}).

Tabela 7. Acúmulo de forragem (kg ha^{-1} de massa seca de forragem verde) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)

Dose de N, kg/ha.ano	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
0	4.993Ab	1.976Ba	2.256Ba
150	5.863Aa	2.018Ba	2.052Ba

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para dose de N, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O maior ($P < 0,05$) acúmulo de biomassa do capim-braquiária em monocultivo em relação à forrageira sombreada pelo eucalipto e pelo eucalipto e acácia, pode ter ocorrido pela maior competição pelos recursos de crescimento no sub-bosque, principalmente pela radiação solar. Por ocasião das avaliações, as alturas médias das árvores variaram de 4,5 a 7,5 m e 15,2 a 21,8 m para a acácia mangium e o eucalipto urograndis, respectivamente (Tabela 4). Com estas alturas, principalmente a do eucalipto, ocorreu maior competição pela radiação solar, o que restringiu a transmissão de luz ao sub-bosque e prejudicou a produção de massa seca da forragem sombreada.

De fato, a competição por radiação solar tem sido determinante para o crescimento das plantas forrageiras em sistemas silvipastoris e a redução da

intensidade luminosa provoca decréscimo da produtividade das plantas no sub-bosque (ERICKSEN & WHITNEY, 1981), sobretudo com níveis acima de 50% de sombreamento (CASTRO et al, 1999; PACIULLO et al., 2007).

Na condição de adubação nitrogenada, o acúmulo de forragem em monocultivo foi 188% superior em relação à forrageira consorciada nos dois arranjos arbóreos (Tabela 7). Já na ausência de nitrogênio, esta variável foi 135% superior para a forrageira em monocultivo em relação à sombreada pelas plantas de eucalipto e acácia (Tabela 7). Castro et al. (1999) verificaram redução de 50% na produção de forragem de capim-braquiária cultivado com 60% de sombreamento artificial. Paciullo et al. (2007) observaram redução de 53% na produção de matéria seca desta forrageira sob 65% de sombra e de 8 % sob 35% de sombra, em relação ao monocultivo. Trabalhando com o capim-braquiária sob sombra artificial de 50 e 70%, GOBBI et al. (2009) verificaram redução de 15 e 35% na produção de massa seca, respectivamente.

Já Soares et al. (2009), ao estudarem a *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril com *Pinus taeda*, em espaçamento 15 x 3 m e 9 x 3 m, verificaram queda de 42 e 80% na produção de matéria seca da forragem sombreada em relação ao monocultivo, respectivamente.

O menor acúmulo de forragem do capim-braquiária em sistemas silvipastoris pode ter ocorrido pelo fato de os plantios clonais de eucalipto apresentar menor aprofundamento da raiz pivotante, aumentando a exploração da camada superficial do solo pelas raízes finas. Segundo Mello (2004) e Coelho et al., (2007), a maioria das raízes finas das árvores concentra-se nos primeiros 30 cm de solo, fato atribuído à maior concentração de nutrientes na camada superficial enriquecida pela ciclagem biogeoquímica de nutrientes (GONÇALVES et al., 2001). Nestas condições, a competição por nutrientes e principalmente por água estaria mais intensa no sub-bosque, já que as raízes de plantas forrageiras normalmente exploram camadas de solo mais superficiais.

De acordo com Scanlan & McKeon (1993), a competição por água e nutrientes pelas árvores, que pode afetar a produção das pastagens é maior quando: i) os solos são rasos; ii) o sistema radicular das árvores é pouco profundo; e iii) ocorrem períodos secos dentro da estação chuvosa, reduzindo o total de água disponível para transpiração.

Adicionalmente, a estratégia de manejo do pastejo utilizada no estudo, com critério de entrada dos animais nos pastos baseado na altura em que o dossel forrageiro estaria interceptando 95% da radiação solar e saída com critério baseado em altura fixa de resíduo pós-pastejo, pode ter agravado ainda mais a competição pelos recursos de crescimento no sub-bosque. Com esta estratégia de manejo, principalmente pelo baixo resíduo pós-pastejo estabelecido, é bem provável que tenha ocorrido uma queda mais acentuada do nível de reservas fisiológicas do capim-braquiária sombreado em relação à forrageira a céu aberto, o que pode ter prejudicado a capacidade de rebrotação daquelas plantas. Reforça esta hipótese o relato de Matthew (1992), segundo o qual o sombreamento excessivo combinado com pastejos intensos pode resultar na redução das reservas orgânicas das plantas.

O acúmulo de forragem não foi influenciado pelos arranjos arbóreos nos sistemas silvipastoris, embora se esperasse maior produtividade do capim-braquiária na presença da acácia. Isso pode ser atribuído ao período relativamente curto de avaliação e, sobretudo, ao reduzido crescimento (tabela 4) da acácia pela alta competição com eucalipto, o que provavelmente resultou em baixa fixação simbiótica de nitrogênio pela leguminosa.

A redução do crescimento das plantas de acácia pelo eucalipto pode ser explicada pelos relatos de Macedo et al. (2010). De acordo com esses autores, na fase inicial de crescimento, a competição interespecífica em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas é mais intensa quando o espaçamento de plantio for mais adensado, caso particular verificado no presente estudo. Adicionalmente, ao início do trabalho experimental, verificou-se que 25% das plantas de acácia foram danificadas pelo ataque de *Oncideres* sp. Estas constatações reforçam a hipótese de que a acácia não alcançou o seu potencial de fixação atmosférica de nitrogênio, o que poderia resultar em maior produtividade do capim-braquiária em sistema silvipastoril com esta leguminosa.

O maior acúmulo de biomassa do capim-braquiária em monocultivo e adubado com nitrogênio em relação à forrageira não adubada se deve ao efeito positivo deste nutriente sobre a produção de massa seca das plantas (FAGUNDES et al., 2006; MAGALHÃES et al., 2007). A forrageira adubada apresentou acúmulo de biomassa 17,4% superior em relação à não adubada.

Esse aumento deve-se principalmente ao estímulo do crescimento, retardando a senescência e alterando a partição de carbono em benefício da parte aérea.

A não constatação de efeito positivo do nitrogênio sobre o acúmulo de biomassa do capim-braquiária em sistemas silvipastoris com eucalipto e com eucalipto e acácia pode ser explicado, em parte, pela baixa eficiência de uso do nitrogênio em ambientes sombreados. Bernadino et al., (2011) obtiveram baixa eficiência de resposta ao nitrogênio aplicado em *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sob sombra intensa de *Eucalyptus camaldulensis*.

Adicionalmente, o eucalipto é considerado uma planta eficiente na absorção de nutrientes e, dessa forma, a competição entre o eucalipto e a gramínea forrageira é, certamente, um fator que diminui ainda mais a disponibilidade de nitrogênio para o crescimento da gramínea (Andrade, 2000). O elevado poder de competição por nutrientes apresentado pelo *Eucalyptus* sp. resulta da combinação da elevada capacidade de absorção de nutrientes com a capacidade de conservação dos nutrientes imobilizados em sua biomassa, devido à eficiente ciclagem biogeoquímica (GROVE et al., 1996; GAMA-RODRIGUES, 1997). A idade do eucalipto durante o período experimental variou de 26 a 38 meses, época em que a planta está em franco crescimento e demanda por maior quantidade de nutrientes e água, o que provavelmente aumentou a competição no sub-bosque e restringiu o crescimento do capim-braquiária.

A superioridade no acúmulo de biomassa do capim-braquiária decumbens na primavera-verão em relação ao outono-inverno se deve às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (tabela 3), o que contribuiu para o aumento das taxas fotossintéticas da forrageira, e, conseqüentemente, para o maior acúmulo de biomassa.

4.3. Taxa de acúmulo de forragem

A taxa de acúmulo foi influenciada pelo sistema de cultivo, dose de N e período do ano, não havendo interação entre os fatores (Tabela 8).

O capim-braquiária em monocultivo apresentou maior ($P < 0,05$) taxa de acúmulo de forragem em relação aos sistemas silvipastoris. Porém, a variável não diferiu entre os sistemas silvipastoris (Tabela 8).

Tabela 8. Taxa de acúmulo de forragem ($\text{kg ha}^{-1}.\text{dia}^{-1}$ de massa seca de forragem verde) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V)

Sistema de cultivo			Dose de N, kg/ha		Período	
BM	BE	BEA	0	150	O/I	P/V
29,4A	7,2B	9,5B	14,8B	17,6A	11,4B	21,1A

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, para sistema de cultivo pelo teste Tukey e para dose de N e período do ano pelo teste F, a 5% de probabilidade.

A *Brachiaria decumbens* adubada com nitrogênio apresentou maior ($P<0,05$) taxa de acúmulo de biomassa quando comparado à não adubada (Tabela 8).

Na primavera-verão, a taxa de acúmulo de biomassa do capim-braquiária foi maior ($P<0,05$) em relação ao outono-inverno (Tabela 8).

A taxa de acúmulo do capim-braquiária em monocultivo foi 196% maior em relação à forrageira sombreada pelo eucalipto e pelo eucalipto e acácia.

A taxa de acúmulo de forragem do capim-braquiária consorciado com eucalipto não diferiu daquela obtida com eucalipto e acácia (tabela 8), embora se esperasse que esta variável fosse influenciada positivamente pela presença da acácia, principalmente na ausência de aplicação de N no solo. Entretanto, como já citado anteriormente, alguns fatores prejudicaram o crescimento das plantas de acácia, destacando-se a maior altura média das plantas de eucalipto (tabela 4) e o danos causados pelo ataque de *Oncideres* sp. àquelas plantas.

A maior taxa de acúmulo de forragem do capim-braquiária adubado com nitrogênio em relação ao não adubado (tabela 8), se deve ao efeito positivo deste nutriente sobre a produção de massa seca da forragem. Nesse estudo, a taxa de acúmulo foi 19% superior para o capim-braquiária adubado em relação ao não adubado.

A maior taxa de acúmulo da *Brachiaria decumbens* na primavera-verão em relação ao outono-inverno (tabela 8) foi devido às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (tabela 3), o que promoveu maior acúmulo de forragem.

4.4. Densidade populacional de perfilhos

Para a variável densidade populacional de perfilhos (DPP) houve efeito significativo de sistema de cultivo, período do ano e interação sistema de cultivo x período do ano (Tabela 9).

Tabela 9. Densidade populacional de perfilhos (perfilhos m⁻²) do capim-braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V)

Período	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
O/I	663Ab	375Ba	374Bb
P/V	953Aa	458Ba	520Ba

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para período do ano, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Independente do período do ano, a *Brachiaria decumbens* em pleno sol apresentou maior ($P < 0,05$) DPP em relação aos sistemas silvipastoris, tanto com eucalipto quanto com eucalipto e acácia (Tabela 9). Entretanto, a DPP da forrageira não diferiu entre os sistemas consorciados, independente do período do ano (Tabela 9).

A DPP do capim-braquiária em monocultivo e consorciado com eucalipto e acácia foi influenciada pelo período do ano, com maiores valores na primavera-verão (Tabela 9). No consórcio apenas com eucalipto a diferença não alcançou significância entre os períodos do ano.

A maior DPP em monocultivo em relação à forrageira consorciada com eucalipto e com eucalipto e acácia (tabela 9) se deve, em parte, à maior captação de radiação solar pelo dossel forrageiro em monocultivo. A radiação solar, tanto em quantidade como principalmente em qualidade, é reconhecidamente importante no processo de crescimento das plantas forrageiras (Feldhake, 2001), ao promover maior atividade das gemas axilares e basais que resulta em novos perfilhos (BAHMANI et al., 2000).

Davies et al. (1983), em experimento com azevém perene sombreado, demonstraram que maior quantidade de fotoassimilados era alocada para o crescimento de perfilhos existentes em relação àquela alocada para o desenvolvimento de novos perfilhos.

Adicionalmente, a estratégia de manejo do pastejo utilizada neste estudo pode ter provocado a redução do nível de reservas fisiológicas das plantas sombreadas, resultando no menor número de perfilhos dessas plantas.

Matthew (1992) relata que o sombreamento excessivo, combinado com pastejos intensos, pode resultar na redução das reservas orgânicas das plantas.

Alguns trabalhos encontraram menor emissão de perfilhos em plantas desenvolvidas em ambientes com restrição de radiação solar, água e nutrientes, o que se agrava ainda mais na condição de desfolhações severas (GOMIDE et al., 2002; TURNER et al., 2006). Segundo esses autores, a menor emissão de perfilhos está associada ao baixo estoque de carboidratos não estruturais armazenados na base do colmo e, possivelmente, à escassez de reservas nitrogenadas, o que pode inclusive comprometer o crescimento do sistema radicular. De fato, Paciullo et al., (2010) verificaram redução na produção de biomassa de raízes de plantas de capim-braquiária cultivadas em ambiente de reduzida luminosidade, especialmente na camada de 0 a 40 cm de profundidade do solo. De acordo com esses autores, em condições de sombreamento, o padrão de alocação de fotoassimilados pelas plantas é alterado, resultando na maior relação parte aérea/raiz.

Na primavera-verão, a densidade populacional de perfilhos da *Brachiaria decumbens* em monocultivo foi 95% superior em relação aos sistemas silvipastoris (Tabela 9). Já no outono-inverno, o número de perfilhos da forrageira em monocultivo superou àquela em sistemas silvipastoris em 77% (Tabela 9). Paciullo et al. (2008) estudaram a densidade populacional de perfilhos do capim-braquiária em pleno sol e sob sombra moderada. Embora em proporções menores àquelas encontradas no presente estudo, os autores também verificaram redução na densidade populacional de perfilhos da forrageira na condição de sombra na primavera-verão e outono-inverno, respectivamente, 44 e 29%.

Gobbi et al., (2009) verificaram que a densidade populacional de perfilhos do capim-braquiária, sob 70% de sombra artificial, foi reduzida em 136% em relação à forrageira em monocultivo. Trabalhando com a mesma forrageira, Paciullo et al. (2007) verificaram que o aumento da radiação incidente de 35 para 65% da luz solar plena proporcionou aumento de 76% no número de perfilhos. De acordo com esses autores, os resultados encontrados

reforçam a importância da radiação solar para o surgimento de novos perfilhos em plantas forrageiras.

A igualdade verificada no número de perfilhos do capim-braquiária consorciado nos dois arranjos arbóreos, independente do período do ano (tabela 9) pode ser explicado pela elevada altura das plantas de eucalipto, o que provavelmente causou excessivo sombreamento no sub-bosque desses sistemas.

Esperava-se melhor resposta da forrageira consorciada com eucalipto e acácia, em razão dos benefícios que esta leguminosa, em geral, proporciona ao sistema. No entanto, como já descritos anteriormente, diversos fatores prejudicaram o crescimento das plantas de acácia, o que impossibilitou que tivessem efeitos benéficos sobre quaisquer variáveis estudadas, tão pouco sobre a DPP, a qual depende essencialmente de luz solar.

A maior ($P < 0,05$) DPP da *Brachiaria decumbens* em monocultivo e em sistema silvipastoril com eucalipto e acácia verificada na primavera-verão, quando comparada ao outono-inverno (tabela 9), pode ter ocorrido devido às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (Tabela 3). De fato, quando há maior disponibilidade de radiação solar, temperatura, água e nutrientes, as variáveis morfogênicas são positivamente influenciadas, entre elas, a densidade de perfilhos (CUNHA et al., 2007; DIFANTE et al., 2008).

Fagundes et al. (2006) também verificaram maior DPP do capim-braquiária em monocultivo sob pastejo na primavera e verão, quando comparado ao inverno. Padrão semelhante de resposta foi reportado por Carvalho et al. (2000), em *Cynodon* spp. e por Uebele (2002) em *Panicum maximum* cv. Mombaça, ambas as forrageiras cultivadas sem restrição luminosa. Já na condição de sombra, Paciullo et al. (2008) também observaram maior DPP na *Brachiaria decumbens* em épocas com maior disponibilidade de recursos de crescimento.

4.5. Relação folha:colmo

A relação folha:colmo do capim-braquiária não foi influenciada pelo sistema de cultivo, dose de N e período do ano. Em média, a relação folha:colmo da forrageira foi de 1,30. Padrão semelhante de resposta foi

encontrado por Gobbi et al. (2009), que estudaram o capim-braquiária a pleno sol e sob 50 e 70% de sombra artificial. Soares et al. (2009) também não verificaram diferença significativa na relação folha:colmo da *Brachiaria decumbens* em monocultivo e sob sombra de *Pinus taeda*.

Segundo Paciullo et al. (2008), o capim-braquiária apresenta plasticidade fenotípica em resposta às variações sazonais das condições climáticas e de sombreamento. Segundo esses autores, o sombreamento eleva as taxas de alongamento de folhas e colmos do capim-braquiária, o que pode ter ocorrido no presente estudo a ponto de não alterar a relação folha:colmo.

Trabalhando com o *Lolium perenne* cv. Grassland Nui (Azevém perene) e *Trifolium pratense* cv. Pawera (Trevo vermelho) submetidos a níveis crescentes de sombreamento (0, 25, 50 e 70%), Garcez Neto et al. (2006) observaram aumento e decréscimo da relação folha:colmo para o azevém e trevo vermelho, respectivamente.

4.6. Acúmulo de material morto

O acúmulo de material morto (kg ha^{-1} de massa seca) foi influenciado apenas pelo sistema de cultivo (Tabela 10).

De modo geral, o acúmulo de material morto do capim-braquiária em monocultivo foi maior ($P < 0,05$) em relação aos sistemas silvipastoris com eucalipto e com eucalipto e acácia (Tabela 10). Entretanto, não houve diferença desta variável entre os sistemas silvipastoris (Tabela 10).

Tabela 10. Acúmulo de material morto do capim braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)

Sistema de cultivo		
BM	BE	BEA
628A	205B	214B

Médias seguidas por letras iguais não diferem entre si, pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O acúmulo de material morto da *Brachiaria decumbens* em pleno sol foi 200% superior em relação aos sistemas silvipastoris (Tabela 10).

Gobbi et al. (2009) mencionam que a proporção de material morto do capim-braquiária sob os níveis de 50 e 70% de sombra artificial foi 62 e 60% menor, respectivamente, quando comparada ao tratamento a pleno sol.

Wilson et al. (1990) verificaram maior proporção de folhas verdes e menor de material morto em plantas de *Paspalum notatum* crescendo no sub-bosque de *Eucalyptus grandis*. Já Castro et al. (1999) estudaram a resposta de algumas forrageiras tropicais sob sombreamento artificial e verificaram redução no acúmulo de material morto destas plantas. Os autores sugerem que a redução no acúmulo de material morto em plantas sombreadas, ou a sua não alteração, pode estar relacionada com as condições microclimáticas do ambiente sombreado, como maior teor de umidade do solo e temperaturas mais amenas.

No estudo de Cruz (1997), o autor constatou redução no acúmulo de tecidos mortos da gramínea tropical *Dichanthium aristatum* submetida ao sombreamento crescente, sugerindo que as plantas priorizam as folhas verdes na alocação de carbono e nitrogênio sob sombra.

4.7. Teor e conteúdo de nitrogênio total

O teor de nitrogênio (N) da *Brachiaria decumbens* não foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de nitrogênio ou período do ano. Em média, o teor de N foi de 1,93%.

Trabalhando com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sub-bosque de *Eucalyptus camaldulensis*, Bernadino et al. (2011) observaram aumento do teor de N da forrageira submetida a doses crescentes de N (0, 75 e 150 kg ha⁻¹ de N).

Já o conteúdo de N total foi influenciado pelo período do ano e pela interação sistema de cultivo x dose de N (Tabela 11).

Tabela 11. Conteúdo de nitrogênio (kg ha⁻¹ de N) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)

Dose de N, kg/ha	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
0	73,6Aa	47,1Aa	39,4Aa
150	107,7Aa	43,6Ba	40,4Ba

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para dose de N, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O conteúdo de N total foi maior ($P < 0,05$) no monocultivo que nos sistemas silvipastoris somente na condição de adubação (Tabela 11). A composição de espécies arbóreas no sistema silvipastoril não influenciou esta variável, independente da dose de N (Tabela 11).

A adubação nitrogenada não influenciou o conteúdo de N total, para nenhum dos sistemas de cultivo estudados (Tabela 11).

De modo geral, na primavera-verão, a *Brachiaria decumbens* apresentou maior ($P < 0,05$) conteúdo de N ($84,7 \text{ kg ha}^{-1}$) em relação ao outono-inverno ($30,5 \text{ kg ha}^{-1}$).

O maior conteúdo de N total em pastos em monocultivo em relação aos sistemas silvipastoris, adubados, se deve ao efeito positivo do nitrogênio sobre a produção de massa seca da *Brachiaria decumbens* em pleno sol. Neste sistema de cultivo, o acúmulo de forragem foi positivamente influenciado pela adubação nitrogenada, o que resultou no maior rendimento de N por hectare.

Carvalho et al. (1997) não verificaram diferença significativa no conteúdo de N do capim-braquiária em monocultivo e em sistema silvipastoril. Os autores reportam que a igualdade observada se deve ao fato de os teores de N obtidos em pastos sombreados terem sido maiores em relação aos pastos em pleno sol, o que compensou a menor produção de massa seca obtida naquele sistema de cultivo.

O maior conteúdo de N total obtido na primavera-verão em relação ao outono-inverno se deve às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (Tabela 3).

4.8. Proteína bruta

O teor de proteína bruta (PB) do capim-braquiária não foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de nitrogênio ou período do ano.

Em média, o teor de PB foi de 12,0%. Clason (1999) também não verificou influência da sombra sobre o teor de PB de plantas forrageiras tropicais.

Apesar da não constatação de efeito significativo, o teor de PB do capim-braquiária consorciado com as árvores nos dois arranjos arbóreos foi,

numericamente, 10% maior em relação à forrageira em pleno sol (12,4 vs 11,5 %).

De fato, o teor de PB ou o conteúdo de nitrogênio geralmente aumentam em plantas sombreadas (Paciullo et al., 2007; Souza et al., 2007; Soares, et al., 2009; Gobbi et al., 2009), especialmente quando leguminosas de alta capacidade de fixação de nitrogênio atmosférico estão presentes (PACIULLO et al., 2007).

Neste estudo, alguns fatores podem explicar a não significativa diferença nos teores de proteína nos sistemas consorciados em relação ao monocultivo, destacando-se a alta eficiência de absorção de nutrientes apresentada pelo eucalipto (GROVE et al., 1996; GAMA-RODRIGUES, 1997) e a alta demanda por água e nutrientes apresentada pelo eucalipto durante o período de condução deste trabalho (Tabela 4). A associação desses fatores reforça a hipótese de Andrade (2000), segundo a qual a disponibilidade de nitrogênio para a gramínea que ocupa o sub-bosque é drasticamente reduzida em sistemas silvipastoris com eucalipto.

Por outro lado, esperava-se que a *Acacia mangium* influenciasse positivamente o teor de PB da braquiária decumbens sombreada por esta leguminosa. No entanto, as plantas de acácia apresentavam 26 e 38 meses de idade (tabela 4), por ocasião do início e término das avaliações, respectivamente. Este período, provavelmente, foi insuficiente para maior eficiência de fixação biológica de nitrogênio e melhoria da qualidade do solo. Por outro lado, o eucalipto apresentou, consistentemente, maior taxa de crescimento em relação à acácia, resultando em alturas médias superiores às da leguminosa, em diferentes épocas de avaliação (Tabela 4). Uma explicação para a redução do crescimento das plantas de acácia pelo eucalipto pode ser atribuído aos efeitos relatados por Macedo et al. (2010). Segundo esses autores, na fase inicial de crescimento a competição interespecífica em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas é mais intensa quando o espaçamento de plantio é mais adensado.

Adicionalmente, em dezembro de 2009, após 24 meses de implantação do sistema agrossilvipastoril, verificou-se ataque de besouros serradores às plantas de acácia. A partir do monitoramento do ataque constatou-se que 25% das plantas de acácia foram atacadas. Estas constatações reforçam a hipótese de que a acácia não contribuiu de forma plena para a melhoria da qualidade do

solo e, conseqüentemente, para melhor resposta do capim-braquiária em sistema silvipastoril na presença desta leguminosa.

4.9. Conteúdo de proteína bruta

O conteúdo de proteína bruta (PB) foi influenciado pelo período do ano e pela interação sistema de cultivo x dose de N (Tabela 12).

Tabela 12. Conteúdo de proteína bruta (kg ha⁻¹ de PB) do capim-braquiária adubado, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA)

Dose de N, kg/ha	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
0	460,0Ab	294,3Ba	246,2Ba
150	673,5Aa	272,8Ba	252,3Ba

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para dose de N, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O conteúdo de PB foi maior ($P < 0,05$) no monocultivo que nos sistemas silvipastoris, independente da dose de N (Tabela 12). A composição de espécies arbóreas no sistema silvipastoril não influenciou esta variável (Tabela 12).

A adubação aumentou o conteúdo de PB somente no monocultivo, não interferindo nos demais sistemas (Tabela 12).

De modo geral, na primavera-verão, a *Brachiaria decumbens* apresentou maior ($P < 0,05$) conteúdo de PB (529,43 kg ha⁻¹) em relação ao outono-inverno (190,74 kg ha⁻¹).

O maior conteúdo de PB em monocultivo em relação aos sistemas silvipastoris se deve ao maior acúmulo de forragem obtido naquele sistema de cultivo (Tabela 7).

O maior conteúdo de PB do capim-braquiária em monocultivo adubado em relação ao não adubado se deve ao efeito positivo do N sobre o acúmulo de forragem (Tabela 7).

Já o maior conteúdo de PB na primavera-verão em relação ao outono-inverno se deve às melhores condições climáticas verificadas naquele período do ano (Tabela 3).

4.10. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica

A digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) do capim-braquiária não foi influenciada pelo sistema de cultivo, dose de N ou período do ano.

Em média, a DIVMO da braquiária decumbens foi de 55,3%.

Trabalhando com o capim-braquiária submetido a níveis crescentes de sombreamento (0, 50 e 70%), Gobbi et al. (2009) verificaram que a digestibilidade do capim-braquiária também não foi afetada de modo significativo. Padrão semelhante de resposta foi obtido por Norton et al. (1991) e Peri et al. (2007), que também não observaram efeito significativo da sombra sobre os coeficientes de digestibilidade de gramíneas de clima tropical e temperado submetidas ao sombreamento.

Entretanto, os resultados de digestibilidade de plantas sombreadas são conflitantes. Há suposições de que a menor proporção da parede celular secundária de plantas sombreadas (Kephart & Buxton, 1993) e as menores temperaturas em condições de sombreamento (Sharrow, 1999) podem aumentar a digestibilidade das plantas. De fato, alguns estudos constataram redução do teor de parede celular (Kephart & Buxton, 1993; Deinum et al., 1996) e aumento na digestibilidade de plantas sombreadas (CARVALHO et al., 1997; PACIULLO et al., 2007).

Contudo, sob maiores níveis de sombra, o teor de carboidratos solúveis nas plantas diminui (Belesky et al., 2006), o que normalmente resulta em aumento da parede celular e em redução da digestibilidade, tanto para as plantas forrageiras tropicais (Castro et al., 1996), quanto para as de clima temperado (LIN et al., 2001; JOHNSON et al., 2002). Existem relatos de que a lignificação e o teor de sílica são maiores em plantas sombreadas (Samarakoon et al., 1990; Castro, 1996), sugerindo menores valores de digestibilidade da forragem à sombra.

4.11. Fibra em detergente neutro

O teor de fibra em detergente neutro foi influenciado apenas pela interação sistema de cultivo x período do ano (Tabela 13).

Tabela 13. Teores de fibra em detergente neutro (%) do capim-braquiária, em monocultivo (BM) e em sistema silvipastoril com eucalipto (BE) e com eucalipto e acácia (BEA), nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V)

Período	Sistema de cultivo		
	BM	BE	BEA
O/I	77,9Aa	73,4Ba	71,6Ba
P/V	70,4Ab	71,9Aa	71,5Aa

Para sistema de cultivo, médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e para período do ano, médias seguidas por letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O teor de fibra em detergente neutro (FDN) da *Brachiaria decumbens* em monocultivo, no outono-inverno, foi maior ($P < 0,05$) em relação à forrageira em sistemas silvipastoris com eucalipto e com eucalipto e acácia. Já na primavera-verão, a concentração de FDN não foi influenciada pelos sistemas de cultivo (Tabela 13).

O capim-braquiária em monocultivo apresentou maior ($P < 0,05$) concentração de FDN no outono-inverno em relação à primavera-verão. Entretanto, na condição de sombra, tanto por eucalipto quanto por eucalipto e acácia, a variável não foi influenciada pelo período do ano (Tabela 13).

Para a maioria das forrageiras sombreadas em relação àquelas em pleno sol, os resultados de fibra em detergente neutro aumentam ou se mantêm (LIN et al. 2001; SOUZA et al., 2007; SOARES et al., 2009). Contudo, existem situações em que as concentrações de FDN foram menores em plantas sombreadas por árvores (Denium et al., 1996; Carvalho et al, 2002; Paciullo et al., 2007) ou mesmo sob sombra artificial (GOBBI et al., 2009).

A maior ($P < 0,05$) concentração de FDN verificada no capim-braquiária em pleno sol em relação à sombreada pelas árvores, no outono-inverno, pode ser explicada, em parte, pelo maior crescimento da forrageira naquele sistema de cultivo. Nestas condições, ocorre maior investimento da planta em tecidos de sustentação. Kephart & Buxton, (1993) e Denium et al., (1996) relatam que a maior concentração de FDN observada em plantas forrageiras que se desenvolvem sem restrição de luz é consequência da maior disponibilidade de fotoassimilados, o que resulta no aumento da quantidade de tecido esclerenquimático, no maior número de células e em paredes celulares mais espessas.

Neste estudo, o teor de FDN do capim-braquiária em monocultivo, no outono-inverno, foi 7% superior ao verificado no capim-braquiária consorciado

com as árvores (Tabela 13). Padrão semelhante de resposta foi obtido por Gobbi et al. (2009), ao verificarem redução no teor de FDN do capim-braquiária em 5 e 8%, sob 50 e 70% de sombra artificial, respectivamente, em relação a estas plantas em pleno sol.

Já na primavera-verão a concentração de FDN não diferiu entre os sistemas de cultivo estudados (Tabela 13). A constatação de efeito significativo verificado no outono-inverno e não significativo na primavera-verão se deve, em parte, ao maior intervalo de pastejo obtido naquele período do ano (Tabela 5). Na condição de maior número de dias de crescimento no outono-inverno, o capim-braquiária em monocultivo apresentou maior acúmulo de tecidos constituintes da parede celular neste período do ano, o que resultou na maior concentração de FDN. De fato, as estruturas da parede celular são incrementadas pelas plantas que apresentam maior período de crescimento (BRETT & WALDRON, 1996). Segundo esses autores, isto ocorre devido ao aumento no tamanho das células e aumento da espessura da parede celular com o tempo de vida das células, como resposta ao maior peso dos componentes morfológicos da planta e, conseqüentemente, maior necessidade de sustentação.

O período do ano influenciou o teor de FDN da *Brachiaria decumbens* em monocultivo. Neste sistema de cultivo, a variável foi 11% superior no outono-inverno em relação à primavera-verão. O maior intervalo de pastejo obtido em pastos de capim-braquiária no outono-inverno, o que resultou em maior acúmulo dos tecidos constituintes da parede celular, explica a maior concentração de FDN apresentado pela forrageira neste período do ano.

4.12. Fibra em detergente ácido

O teor de fibra em detergente ácido (FDA) do capim-braquiária não foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de nitrogênio ou período do ano.

Em média, a FDA da braquiária decumbens foi de 36,7%.

Pouca ou nenhuma variação nos teores dos constituintes da parede celular de forrageiras submetidas ao sombreamento é encontrada na literatura (Lin et al., 2001; Paciullo et al., 2007) e, quando ocorre, parece estar relacionada às alterações morfológicas das plantas à sombra, principalmente a relação folha:colmo (LIN et al., 2001). Em condições de elevado sombreamento

as plantas tendem a estiolar com o avanço da maturidade, como estratégia em busca por luminosidade. O estiolamento normalmente ocorre pelo alongamento do colmo, o que resulta em aumento dos tecidos de sustentação da planta. Entretanto, neste estudo, não foi verificada alteração da relação folha:colmo, o que explica, em parte, a ausência de influência de sombra sobre o teor de FDA da *Brachiaria decumbens*.

Padrão de resposta diferente para esta variável foi observado por Souza et al. (2007). Trabalhando com a *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril com *Zeyheria tabebuia*, os autores verificaram que o teor de FDA da forrageira à sombra foi significativamente maior em relação à forrageira em pleno sol.

4.13. Celulose

O teor de celulose foi influenciado apenas pela interação dose de nitrogênio x período do ano (Tabela 14).

Tabela 14. Teor de celulose (%) do capim-braquiária adubado com nitrogênio nos períodos outono-inverno (O/I) e primavera-verão (P/V)

Período	Dose de N, kg/ha	
	0	150
O/I	25,9Aa	24,2Ba
P/V	24,7Ab	24,7Aa

Médias seguidas por letras maiúsculas, iguais, na linha, e letras minúsculas, iguais, na coluna, não diferem entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

O teor de celulose da *Brachiaria decumbens* adubada, no outono-inverno, foi menor ($P < 0,05$) em relação a não adubada (Tabela 14). Porém, a adubação não influenciou o teor de celulose da forrageira na primavera-verão (Tabela 14).

Na ausência de adubação, o teor de celulose da *Brachiaria decumbens* foi menor ($P < 0,05$) na primavera-verão em relação ao outono-inverno (Tabela 14). Já na condição de adubação a variável não diferiu entre os períodos do ano (Tabela 14).

O menor teor de celulose do capim-braquiária adubado em relação ao não adubado, no outono-inverno, pode ser explicado, em parte, pelo aumento do conteúdo celular das plantas adubadas com N. De fato, o N pode prolongar o tempo de vida dos tecidos verdes das plantas, o que provavelmente compensou o maior período de crescimento da forrageira no outono-inverno,

resultando no menor teor de celulose. O efeito positivo do N sobre o tempo de vida das plantas poderia explicar, também, a não significância dos teores de celulose entre os períodos do ano (tabela 14), embora se esperasse que a variável fosse maior no outono-inverno.

4.14. Lignina

O teor de lignina não foi influenciado pelo sistema de cultivo, dose de N e período do ano. Em média, o teor de lignina foi de 3,24%.

Padrão semelhante de resposta foi obtido por Gobbi et al. (2009), os quais trabalharam com a *Brachiaria decumbens* submetida a níveis crescentes de sombreamento artificial (0, 50 e 70%) e encontraram, para os respectivos níveis de sombra, 3,0; 2,96 e 3,13% de lignina (média de 03 cortes).

5. CONCLUSÕES

A produtividade do pasto de *Brachiaria decumbens* foi menor nos sistemas silvipastoris com eucalipto e acácia em relação ao monocultivo.

A adubação nitrogenada não influencia a produtividade do capim-braquiária no sub-bosque de eucalipto e de eucalipto e acácia.

A produtividade do capim-braquiária em monocultivo foi influenciada pela adubação nitrogenada.

O valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* não é influenciado pelo sistema de cultivo, exceto o teor de FDN no outono-inverno.

O valor nutritivo da *Brachiaria decumbens* não é influenciado pela adubação nitrogenada, exceto o teor de celulose no outono-inverno.

O conteúdo de PB é influenciado pelo sistema de cultivo, independente da dose de nitrogênio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDRINO, E.; GOMIDE, J.A.; GOMIDE, C.A.M. Crescimento e desenvolvimento do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 6, p. 2164-2173, nov./dez. 2005.
- ALVAREZ, V., V.H.; et al. Interpretação dos resultados das análises de solos. In: RIBEIRO, A.C; GUIMARÃES, P.T.G.; ALVAREZ V., V.H. (Ed.). Recomendação para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5ª Aproximação. Viçosa: Editora UFV, 1999. p.25-32.
- ANDRADE, C.M.S. **Estudo de um sistema agrossilvipastoril, constituído por *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake e *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1, na região dos Cerrados de Minas Gerais, Brasil.** Viçosa: UFV, 2000. 102 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2000.
- ANDRADE, C.M.S.; GARCIA, R.; COUTO, L. et al. Fatores limitantes ao crescimento do capim-tanzânia em um sistema agrossilvipastoril com eucalipto, na região dos cerrados de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 4, p. 1178-1185, 2001.
- ANDRADE, C.M.S.; VALENTIM, J.F.; CARNEIRO, J.C. et al. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 3, p. 263-270, 2004.
- BAHMANI, I.; HARZARD, L.; VARLET-GRANCHER, C. et al. Differences in tillering of long- and short-leaved Perennial Ryegrass genetic lines under full light and shade treatments. **Crop Science**, v. 40, p.1095-1102, 2000.
- BALIEIRO, F. C., FRANCO, A. A, PEREIRA, M. G., CAMPELLO, E. F. C., DIAS, L. E., FARIA, S. M., ALVES, B. J. R. Dinâmica da serapilheira e transferência de nitrogênio ao solo, em plantios de *Pseudosamanea guachapele* e *Eucalyptus grandis*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 6, p. 597-601, 2004.
- BELESKY, D.P.; CHATTERTON, N.J.; NEEL, J.P.S. *Dactylis glomerata* growing along a light gradient in the central Appalachian region of the eastern USA: III. Nonstructural carbohydrates and nutritive value. **Agroforestry Systems**, v. 67, p. 51-61, 2006.
- BELSKY, A.J.; MWONGA, S.M.; AMUNDSON, R.G. et al. Comparative effects of solated trees on their undercanopy environment in high- and low-rainfall savannas. **Journal of Applied Ecology**, v. 30, p. 143-155, 1993.
- BERNADINO, F.S.; TONUCCI, R.G.; GARCIA, R.; NEVES, J.C.L.; ROCHA, G.C. Produção de forragem e desempenho de novilhos de corte em um sistema silvipastoril: Efeito de doses de nitrogênio e oferta de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7 p. 1412-1419, 2011.

- BINKLEY, D., Dunkin, K.A., DeBell, D., Ryan, M.G. Production and nutrient cycling in mixed plantations of Eucalyptus and Albizia in Hawaii. **Forest Science**. v.38, p.393-408, 1992.
- BODDEY, R. M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R. M. et al. Nitrogen cycling in Brachiaria pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 103, p. 389-403, 2004.
- BRETT, C.; WALDRON, K. Physiology and Biochemistry of Plant Cells Walls. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1996. p. 76-111.
- CAMPELLO, E.F.C.; DIAS, P.F.; SOUTO, S.M.; et al. Implantação e manejo de SAFs na Mata Atlântica: a experiência da Embrapa Agrobiologia com ênfase em sistemas silvipastoris. In: Workshop **Potencial dos sistemas silvipastoris no desenvolvimento de modelos sustentáveis de exploração pecuária**. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite. Juiz de Fora, 28 e 29 de novembro de 2006. Em CD-Rom.
- CARNEVALLI, R.A.; DA SILVA, S.C.; BUENO, A.A.O. et al. Herbage production and grazing losses in *Panicum maximum* cv. Mombaça under four grazing managements. **Tropical Grasslands**, v. 40, n. 3, p. 165-176, 2006.
- CARVALHO, C.A.B.; DA SILVA, S.C.; CARNEVALLI, R.A. et al. Perfilhamento e acúmulo de forragem em pastagens de Florakirk (*Cynodon* spp.) sob pastejo. **Boletim da Indústria Animal**, v. 57, n. 1, p. 39-51, 2000.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem em pastagens de braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 23, n. 5, p. 709-718, 1994.
- CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JUNIOR, B.A. Produção de matéria seca e composição mineral da forragem de seis gramíneas tropicais estabelecidas em um sub-bosque de angico-vermelho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 26, n. 2, p. 213-218, 1997.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F.. Comportamento de cinco leguminosas arbóreas exóticas em pastagem formada em Latossolo Vermelho-Amarelo de baixa fertilidade. **Revista Árvore**, v. 23, n. 2, p. 187-192. 1999.
- CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; XAVIER, D.F. Início do florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condições de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 5, p. 717-722, 2002.
- CASTRO, C.R.T. **Tolerância de gramíneas forrageiras tropicais ao sombreamento**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1996. 247f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 1996.
- CASTRO, C.R.T.; GARCIA, R.; CARVALHO, M.M. et al. Produção forrageira de gramíneas cultivadas sob luminosidade reduzida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, n. 5, p. 919-927, 1999.
- CLASON, T.R. Silvopastoral practices sustain timber and forage production in commercial loblolly pine plantations of northwest Louisiana, USA. **Agroforestry Systems**, v. 44, p. 293-303, 1999.

- COELHO, R.F.C.; GONÇALVES, L.M.; MELLO, S.L.M.; MOREIRA, M.R.; DA SILVA, E.V.; LACLAU, JEAN-PAUL. Crescimento, nutrição e fixação biológica de nitrogênio em plantios mistos de eucalipto e leguminosas arbóreas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42. n. 6, p. 759-768, 2007.
- CRUZ, P. Effect of shade on the carbon and nitrogen allocation in a perennial tropical grass, *Dichanthium aristatum*. **Journal of Experimental Botany**, v. 48, n. 306, p.15-24, 1997.
- CUNHA, F.F. da; SOARES, A.A.; PEREIRA, O.G.; LAMBERTUCCI, D.M.; ABREU, F.V. de S. Características morfogênicas e perfilhamento do *Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia irrigado. **Ciência Agrotecnologia**, v.31, p.628-635, 2007.
- DAVIES, A.; EVANS, M.E.; EXLEY, J.K. Regrowth of perennial ryegrass as affected by simulated leaf sheaths. **Journal of Agricultural Science**, v. 101, p. 131-137, 1983.
- DA SILVA & NASCIMENTO JÚNIOR. Ecofisiologia de plantas forrageiras. In: PEREIRA, O.G.; OBEID, J.A.; NASCIMENTO Jr., D.; FONSECA, D.M. (Eds.). Simpósio sobre manejo estratégico da pastagem, III, Viçosa, 2006. **Anais...** Viçosa: UFV, 2006, p.1-42, 430p.
- DA SILVA, S.C.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avanços na pesquisa com plantas forrageiras tropicais em pastagens: características morfofisiológicas e manejo do pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, *suplemento especial*, p. 121-138, 2007.
- DECHEN, A.R.; NACHTIGALL, G.R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ V., V.H.; BARROS, N.F. et al. (Ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p. 91-132.
- DEINUM, B.; SULASTRI, R.D.; ZEINAB, M.H.J. et al. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. *Trichoglume*). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, p.111-124, 1996.
- DIAS, P.F. **Importância da arborização de pastagens com leguminosas fixadoras de nitrogênio**. 2005. 128 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal do Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ.
- DIFANTE, G. dos S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SILVA, S.C. da; EUCLIDES, V.P.B.; ZANINE, A. de M.; ADESE, B. Dinâmica do perfilhamento do capim-marandu cultivado em duas alturas e três intervalos de corte. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 37, p. 189-196, 2008.
- DIFANTE, G.S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S.C.; et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 955-963, 2011.
- DO VALLE, C.B.; SIMIONI, C.; RESENDE, R.M.S.; JANK, L. Melhoramento genético da Braquiária. In. RESENDE, R.M.S.; DO VALLE, C.B.; JANK, L. **Melhoramento de forrageiras tropicais**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2008. p. 13-53.

- ERICKSEN, F.I.; WHITNEY, A.S. Effect of light intensity on growth of some tropical forage species. I. Interaction of light intensity and nitrogen fertilization on six forage grasses. **Agronomy Journal**, v. 73, p. 427-433, 1981.
- EUCLIDES, V.P.B. & MEDEIROS, S.R. Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil. Campo Grande: **Embrapa Gado de Corte**, 43 p. (Documentos, 139), 2003.
- FAGUNDES, L.R.; FONSECA, D.M da. MORAIS, R.V. de; MISTURA, C.; et al. Avaliação das características estruturais do capim-braquiária em pastagens adubadas com nitrogênio nas quatro estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 1, p. 30-37, 2006.
- FELDHAKE, C.M. Microclimate of a nature pasture under planted Rabinia pseudoacacia in central Appalachia, West Virginia. *Agroforestry Systems*, v. 53, p. 297-303, 2001.
- FORCELLA, F. Why Twig-girdling beetles girdle twigs. **Naturwissenschaften**, v. 69, p. 398- 400, 1982.
- FORRESTER, D.I., BANHUS, J., KHANNA, P.K. Growth dynamics in a mixedspecies plantation of Eucalyptus globulus and Acacia mearnsii. **For. Ecol. Manag.**, v. 193, p. 81-95, 2004.
- FRANCO, A.A. Fixação de nitrogênio em árvores e fertilidade do solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, p. 253-261, 1994.
- FREITAS, F.P de. **Produtividade e valor nutritivo do capim-tanzânia com diferentes densidades de plantas e doses de nitrogênio**. Viçosa: UFV, 2009. 44 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- GAMA-RODRIGUES, A.C. **Ciclagem de nutrientes por espécies florestais em povoamentos puros e mistos, em solos de tabuleiro da Bahia, Brasil**. Viçosa: UFV, 1997. 107 f. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal de Viçosa, 1997.
- GARCEZ NETO, A.F.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; REGAZZI, A.J.; et al. Respostas morfogênicas e estruturais de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob diferentes níveis de adubação nitrogenada e alturas de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 5, p. 1890-1900, 2002.
- GARCEZ NETO, A.F. **Avaliação fisiológica, morfológica e estrutural de forrageiras de clima temperado sob diferentes regimes de luminosidade**. Viçosa: UFV, 2006. 102 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- GARCIA, R., COUTO, L. Silvopastoral systems: emergent technology of sustainability. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ANIMAL PRODUCTION UNDER GRAZING, 1997, Viçosa. **Anais...** Viçosa: DZO/UFV, 1997. p. 281-302.
- GARCIA, R.; ANDRADE, C.M.S. Sistemas silvipastoris na região sudeste. In: SISTEMAS AGROFLORESTAIS PECUÁRIOS: OPÇÕES DE SUSTENTABILIDADE PARA ÁREAS TROPICAIS E SUBTROPICAIS. Juiz de Fora. **Anais...** Brasília: FAO, 2001.

- GARCIA, R.; BERNARDINO, F.S.; GARCEZ NETO, A.F. Sistemas Silvopastoris. In: FORRAGICULTURA E PASTAGENS: TEMAS EM EVIDÊNCIA, 5, Lavras, 2005. **Anais...** Lavras:Editora UFLA, 2005, p. 41-64
- GARCIA, R.; TONUCCI, R.G; GOBBI, K. F. Sistemas Silvopastoris: uma integração Pasto, Árvore e Animal. Ed. OLIVEIRA NETO, S.N.de; et al. SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL – Integração Lavoura, Pecuária e Floresta, Viçosa, MG: Sociedade de Investigações Florestais, 189 p, 2010.
- GOBBI, K. F. **Características morfoanatômicas, nutricionais e produtividade de forrageiras tropicais submetidas ao sombreamento.** Viçosa: UFV, 2007. 82 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2007.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A.F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M.C.; ROCHA, G.C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, 2009.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, O. G.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.
- GOMIDE, C.A.M.; GOMIDE, J.A.; MARTINEZ, Y HUAMAN, C.A.; PACIULLO, D.S.C. Fotossíntese, reservas orgânicas e rebrota do capim-Mombaça (*Panicum maximum* Jacq.) sob diferentes intensidades de desfolha do perfilho principal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 6, p. 2165-2175, 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; MENDES, K.C.F.S.; SASAKI, C.M. Mineralização de nitrogênio em ecossistemas florestais naturais implantados do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, p. 601-616, 2001.
- GROVE, T.S., THOMSON, B.D., MALAJCZUK, N. 1996. Nutritional physiology of eucalypts: uptake, distribution and utilization. In: ATTIWILL, P.M., ADAMS, M.A. (Eds.) **Nutrition of eucalypts**. Australia: CSIRO. p.77-108.
- HANG, S.; MAZZARINO, M.J.; NUÑEZ, G.; OLIVA, L. Influencia del desmonte selectivo sobre la disponibilidad de nitrógeno en años húmedos y secos en sistemas silvopastoriles en el Chaco árido argentino. **Agroforesteria en las Americas**, Turrialba, v. 2, n. 6, p. 9-14, 1995.
- JOHNSON, S.E.; SOLLENBERBER, L.E.; ANDRADE, I.F. et al. Nutritive value of rhizoma peanut growing under varying levels of artificial shade. **Agronomy Journal**, v. 94, p. 1071-1077, 2002.
- KAUR, B.; GUPTA, S.R.; SINGH, G. Bioamelioration of a solodic soil by silvopastoral systems in northwestern India. **Agroforestry Systems**, v. 54, p. 13-20, 2002.
- KELTY, M.J., CAMERON, I.R., 1995. Plot designs for the analysis of species interactions in mixed stands. **Common Wealth For. Rev.** 74, 322–332.
- KEPHART, K.D.; BUXTON, D.R. Forage quality response of C3 and C4 perennial grasses to shade. **Crop Science**, v. 33, p. 831-837, 1993.

- LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; et al. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forages species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 59, p. 269-281, 2001.
- LUCAS, N.M. **Desempenho animal em sistema silvipastoril com Acácia negra (*Acacia mearnsii* De Wild) e rendimento de matéria seca de cultivares de *Panicum maximum* Jacq. sob dois regimes de luz solar.** 118f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2004.
- MACEDO, R.L.G.; VALE, A.B. do.; VENTURIN, N. (Ed.). Eucalipto em Sistemas Agroflorestais. Lavras: UFLA, 2010. 331 p.
- MACHADO, L.A.Z.; LEMPP, B.; DO VALLE, C.B.; JANK, L.; et al. Principais espécies forrageiras utilizadas em pastagens para gado de corte. In: PIRES, A.V. (Ed.). **Bovinocultura de corte**. Piracicaba: FEALQ, 2010. p. 375-417.
- MAGALHÃES, A.F.; PIRES, A.J.V.; et al. Influência do nitrogênio e do fósforo na produção do capim-braquiária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 5, p. 1240-1246, 2007.
- MARTUSCELLO, J.A.; FONSECA, D.M. da; NASCIMENTO JÚNIOR, D. do; SANTOS, P.M.; CUNHA, D. de N.F.V. da; MOREIRA, L. de M. Características morfogenéticas e estruturais de capim-massai submetido a adubação nitrogenada e desfolhação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 3, p. 665-671, 2006.
- MATTHEW, C. A study of seasonal root and tiller dynamics and swards perennial ryegrass (*Lolium perenne* grass L). 1992. 210 p. Thesis (Doctor of Philosophy in Plant Science) – Institute of Natural Resources, Massey University, Palmerston North, 1992.
- McGREGOR, E.; MACKAY, A.; DODD, M. et al. Silvopastoralism using tended poplars on New Zealand hill country: The opportunities. In: PROCEEDINGS OF THE NEW ZEALAND GRASSLAND ASSOCIATION, 61., 1999. p. 85.
- MELLO, S.L.M. Dinâmica de raízes finas e aporte de carbono no solo sob povoamento de *Eucalyptus grandis* no Estado de São Paulo. 84 f. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba. 2004.
- MENEZES, R.S.C.; SALCEDO, I.H.; ELLIOTT, E.T. Microclimate and nutrient dynamic in a silvopastoral system of semiarid northeastern Brazil. **Agroforest systems**, v. 56, p. 27-38, 2002.
- MERTENS, G.C.; SHENK, J.S.; BARTON, F.E. Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality. Washington: USDA, ARS, 1985. 110p.
- MISLEVY, P.; MOTT, G.O.; MARTIN, F.G. Screening perennial forages by mob-grazing technique. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 14., 1981, Lexington. **Proceedings**. Boulder: Westview Press, 1981. p.516-519.
- MONTEIRO, H.C.F.; CANTARUTTI, R.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. et al. Dinâmica de Decomposição e Mineralização de Nitrogênio em Função da Qualidade de Resíduos de Gramíneas e Leguminosas Forrageiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 3, p. 1092-1102, 2002.

- MORAIS, W.C.C.; CORDEIRO, G.; ANJOS, N. Época de ocorrência de *Oncideres saga* (Dalman, 1823) em plantio de *Acacia mangium* Willd. In: XXII Congresso Brasileiro de Entomologia, Uberlândia. **Anais...** Uberlândia, 2008, 1 CD-ROM.
- MURGUEITIO, E. R. Granadería y ambiente: retos y oportunidades recientes. In: WORKSHOP SOBRE POTENCIAL DOS SISTEMAS SILVIPASTORIS NO DESENVOLVIMENTO DE MODELOS SUSTENTÁVEIS DE EXPLORAÇÃO PECUÁRIA, 2006, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora, Embrapa Gado de Leite, 2006. 1 CD ROOM.
- NABINGER, C. Princípios da exploração intensiva de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 13., Piracicaba, **Anais...** Piracicaba: ESALQ, p. 59-121.1996.
- NELSON, C.J.; ZARROUGH, K.M. Tiller density and tiller weight as yield determinants of vegetative swards In: WRIGHT, C.E. **Plant physiology and herbage production**. Hurley: British Grassland Society. 1981. p. 25-29.
- NORTON, B. W.; WILSON, J. R.; SHELTON, H. M. ; HILL, K. D. The effect of shade on forage quality. In: SHELTON, H. M.; STUR, W. W. (Ed.). **Forages for plantation crops**. Canberra: ACIAR, 1991. p. 83–88.
- PACIULLO, D.S.C.; CARVALHO, C.A.B.; AROEIRA, L.J.M.; et al. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a pleno sol. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42. n. 4, p. 573-579, 2007.
- PACIULLO, D.S.C.; CAMPOS, N.R.; GOMIDE, C.A.G.; CASTRO, C.R.T.; TAVELA, R.C.; ROSSIELO, R.O.P. Crescimento de capim-braquiária influenciado pelo grau de sombreamento e pela estação do ano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43. n. 7, p. 917-923, 2008.
- PACIULLO D.S.C., CASTRO, C.R.T., GOMIDE, C.A.M., FERNANDES, P.B., ROCHA, W.S.D., MÜLLER, M.D., ROSSIELLO, R.O.P. Soil bulk density and biomass partitioning of *Brachiaria decumbens* in a silvopastoral system. **Scientia Agricola**, v. 67, p. 401-407, 2010.
- PARSONS, A.J.; PENNING, P.D. The effect of the duration of regrowth on photosynthesis, leaf death and the average rate of growth in a rotationally grazed sward. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 1, p. 15-27, 1988.
- PERI, P.L.; LUCAS, R.J.; MOOT, D.J. Dry matter production, morphology and nutritive value of *Dactylis glomerata* growing under different light regimes. **Agroforestry Systems**, v. 70, p. 63-79, 2007.
- PORTELA, J.N.; PEDREIRA, C.G.S.; BRAGA, G.J. Demografia e densidade perfilhos de capim-braquiária sob pastejo em lotação intermitente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.46. n.3, p.315-322, 2011.
- ROBSON, M.J.; RYLE, G.J.A.; WOLEDGE, J. The grass plant – its form and function. In: JONES, M.B.; LAZENBY, A. (Eds.) **The grass crop**. London: Chapman & Hall, 1988. p. 25-83.
- RODRIGUES, L.R. de A.; RODRIGUES, T. de J. D. Ecofisiologia de Plantas Forrageiras. In: **Ecofisiologia da Produção Agrícola**. p. 203-230, 1987.

- SAMARAKOON, S.P.; WILSON, J.R.; SHELTON, H.M. Growth, morphology, and nutritive quality of shaded *Stenotaphrum secundatum*, *Axonopus compressus*, and *Pennisetum clandestinum*. **Journal of Agricultural Science**, v. 114, p. 161-169, 1990.
- 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. **Anais...** Brasília: FAO, 2001. p. 9-17.
- SANTOS, M.V. **Renovação de pastagem em plantio direto e sistema agrossilvipastoril**. Viçosa: UFV, 2009. 127 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- Satt Soft, Inc. 2007 STATISTICA (data analyses software system), version 8.0. www.statsoft.com.
- SCANLAN, J.C.; MCKEON, G.M. Competitive effects of trees on pastures are a function of rainfall distribution and soil depth. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 17., 1993, Rockhampton. *Proceedings...* Rockhampton, 1993. v. 3, p. 2231-2232.
- SHARROW, S.H. Silvopastoralism: Competition and facilitation between trees, livestock, and improved grass-clover pasture on temperate rainfed lands. In: BUCK, L.E., LASSOIE, J.P., FERNANDES, E.C.M. (Eds) **Agroforestry in sustainable agricultural systems**. Boca Raton: CRC Press, p.111-130, 1999.
- SIERRA, J.; DULORMNE, M.; DESFONTAINES, L. Soil nitrogen as affected by *Gliricidia sepium* in a silvopastoral system in Guadeloupe, French Antilles. **Agroforestry Systems**, v. 54, p. 87-97, 2002.
- SISTI, C.P.J.; SANTOS, H.P.; KOHHANN, R.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R.M. Change in carbon and nitrogen stocks in soil under 13 years of conventional or zero tillage in southern Brazil. **Soil and Tillage Research**, v. 76, p. 39-58, 2004.
- SOARES, A.B.; SARTOR, L.R.; et al. Influência da luminosidade no comportamento de onze espécies forrageiras de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 38, n. 3, p. 443-451, 2009.
- SOUZA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, A.C.; SALIBA, E.O.S.; MOREIRA, G.R. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em um sistema silvipastoril. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 59, n. 4, p. 1029-1037, 2007.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H.; DICKEY, D.A. Principles and procedures of statistics - a biometrical approach. 3^a Ed. p. 169-183.1997.
- TRINDADE, J.K.; DA SILVA, S.C.; SOUZA JÚNIOR, S.J. et al. Composição morfológica da forragem consumida por bovinos de corte durante o rebaixamento do capim-marandu submetido a estratégias de pastejo rotativo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n.6, p.883-890, 2007.

- TURNER, L.R.; DOBAGYH, D.J. et al. Effect of defoliation interval on water-soluble carbohydrate and nitrogen energy reserves, regrowth of leaves and roots, and tiller number of cocksfoot (*Dactylis glomerata* L.) plants. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 57, p. 243-249, 2006.
- UEBELE, M.C. **Padrões demográficos de perfilhamento e produção de forragem em pastos de capim mombaça submetidos a regimes de lotação intermitente**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002. 83 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2002.
- VALENTINE, I.; MATTHEW, C. Plant growth, development and yield. In: WHITE, J., HODGSON, J. (Eds) **New Zealand Pasture and Crop Science**. Auckland: Oxford University Press, 2000. p.11-27.
- VOLENCE, J.J.; NELSON, C.J. Environmental aspects of forage management. In: BARNES, R.F.; NELSON, C.J.; COLLINS, M. et al. (Eds.) **Forages: an introduction to grassland agriculture** 6. Ed. Ames: Blackwell, 2003. p. 99-124.
- WILDIN, J.H. **Trees for forage systems en Australia**. Rockhampton: Queensland Department of Primary Industries, 1990. 43p.
- WILSON, J.R.; HILL, K.; CAMERON, D.M. et al. The growth of *Paspalum notatum* under the shade of a *Eucalyptus grandis* plantation canopy or in full sun. **Tropical Grasslands**, v.24, p.24-48, 1990.
- WILSON, J.R. Influence of planting four tree species on the yield and soil water status of green panic pasture in subhumid south-east Queensland. **Tropical Grasslands**, v. 32, p. 209-220, 1998.
- XAVIER, D.F.; CARVALHO, M.M.; ALVIM, M.J.; BOTREL, M.A. Melhoramento da fertilidade do solo em pastagem de *Brachiaria decumbens* associada com leguminosas arbóreas. **Pasturas Tropicales, Nota de Investigación**, Cali, v. 25, n. 1, p. 23-26, 2003.
- ZEFERINO, C.V. **Morfogênese e dinâmica do acúmulo de pastos de capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) submetidos a regimes de lotação intermitente por bovinos de corte**. 2006. 193 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” / Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006.

APÊNCIDE 1

Apêndice 1.1. Resumo da análise de variância para intervalo de pastejo

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	35,5
Sistema de cultivo	2	311*
Dose de N	1	234,4*
Sist. Cultivo x Dose N	2	75,2
Resíduo (A)	10	32,7
Período	1	8379,9*
Resíduo (B)	2	165,6
Sist. Cultivo x Período	2	98,9
Dose N x Período	1	7,9
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	173,4
Resíduo (C)	10	176,3

Média Geral = 43,4

Coeficiente de Variação (A) = 13,2

Coeficiente de Variação (B) = 29,7

Coeficiente de Variação (C) = 30,6

*P<0,05

Apêndice 1.2. Resumo da análise de variância para número de ciclos de pastejo

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	69381
Sistema de cultivo	2	1569,3*
Dose de N	1	72,2*
Sist. CultivoxDose N	2	39,6*
Resíduo (A)	10	14,76
Período	1	849,1*
Resíduo (B)	2	35,5
Sist. CultivoxPeríodo	2	19,74
Dose NxPeríodo	1	12,25
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	4,4
Resíduo (C)	10	9,6

Média Geral = 16,23

Coeficiente de Variação (A) = 26,7

Coeficiente de Variação (B) = 36,7

Coeficiente de Variação (C) = 19,0

*P<0,05

Apêndice 1.3. Resumo da análise de variância para acúmulo de forragem

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	2602514
Sistema de cultivo	2	3345880*
Dose de N	1	1999863*
Sist.CultivoxDose N	2	3797407*
Resíduo (A)	10	399975,8
Período	1	76836591*
Resíduo (B)	2	3828
Sist. CultivoxPeríodo	2	215376
Dose NxPeríodo	1	347280
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	326614
Resíduo (C)	10	397880

Média Geral = 3.075,15

Coeficiente de Variação (A) = 20,6

Coeficiente de Variação (B) = 2,0

Coeficiente de Variação (C) = 20,5

*P<0,05

Apêndice 1.4. Resumo da análise de variância para taxa de acúmulo de forragem

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	69381
Sistema de cultivo	2	1569,3*
Dose de N	1	72,2*
Sist. CultivoxDose N	2	39,6
Resíduo (A)	10	14,76
Período	1	849,1*
Resíduo (B)	2	35,5
Sist. CultivoxPeríodo	2	19,74
Dose NxPeríodo	1	12,25
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	4,4
Resíduo (C)	10	9,6

Média Geral = 16,23

Coeficiente de Variação (A) = 26,7

Coeficiente de Variação (B) = 36,7

Coeficiente de Variação (C) = 19,0

*P<0,05

Apêndice 1.5. Resumo da análise de variância para densidade populacional de perfilho

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	17839
Sistema de cultivo	2	56885*
Dose de N	1	5451
Sist. CultivoxDose N	2	63849
Resíduo (A)	10	16780
Período	1	269188*
Resíduo (B)	2	11885
Sist. CultivoxPeríodo	2	33926*
Dose NxPeríodo	1	5700
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	2953
Resíduo (C)	10	7421

Média Geral = 557

Coeficiente de Variação (A) = 23,2

Coeficiente de Variação (B) = 19,6

Coeficiente de Variação (C) = 15,5

*P<0,05

Apêndice 1.6. Resumo da análise de variância para relação folha: colmo

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	0,04591
Sistema de cultivo	2	0,04327
Dose de N	1	0,12134
Sist. CultivoxDose N	2	0,0032
Resíduo (A)	10	0,062871
Período	1	0,813
Resíduo (B)	2	0,06524
Sist. CultivoxPeríodo	2	0,20804
Dose NxPeríodo	1	0,00007
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	0,0138
Resíduo (C)	10	0,06997

Média Geral = 1,3

Coeficiente de Variação (A) = 19,3

Coeficiente de Variação (B) = 19,6

Coeficiente de Variação (C) = 20,4

Apêndice 1.7. Resumo da análise de variância para acúmulo de material morto

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	12824
Sistema de cultivo	2	6991338*
Dose de N	1	25071
Sist. CultivoxDose N	2	1305
Resíduo (A)	10	29935,7
Período	1	66
Resíduo (B)	2	9916
Sist. CultivoxPeríodo	2	4559
Dose NxPeríodo	1	1563
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	17661
Resíduo (C)	10	18092

Média Geral = 349,45

Coeficiente de Variação (A) = 49,5

Coeficiente de Variação (B) = 28,5

Coeficiente de Variação (C) = 38,4

*P<0,05

Apêndice 1.8. Resumo da análise de variância para teor de nitrogênio

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	6,802
Sistema de cultivo	2	5,706
Dose de N	1	4,074
Sist. CultivoxDose N	2	0,312
Resíduo (A)	10	3,973
Período	1	3,481
Resíduo (B)	2	3,611
Sist. CultivoxPeríodo	2	3,003
Dose NxPeríodo	1	0,098
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	0,294
Resíduo (C)	10	1,581

Média Geral = 1,93

Coeficiente de Variação (A) = 16,6

Coeficiente de Variação (B) = 15,8

Coeficiente de Variação (C) = 10,4

Apêndice 1.9. Resumo da análise de variância para conteúdo de nitrogênio

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	1045,5
Sistema de cultivo	2	9902
Dose de N	1	1161
Sist. CultivoxDose N	2	1196*
Resíduo (A)	10	290
Período	1	26429*
Resíduo (B)	2	36
Sist. CultivoxPeríodo	2	84,7
Dose NxPeríodo	1	47,8
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	102,8
Resíduo (C)	10	127,2

Média Geral = 1,93

Coeficiente de Variação (A) = 16,6

Coeficiente de Variação (B) = 15,8

Coeficiente de Variação (C) = 10,4

*P<0,05

Apêndice 1.10. Resumo da análise de variância para proteína bruta

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	0,1741
Sistema de cultivo	2	0,1461
Dose de N	1	0,1043
Sist. CultivoxDose N	2	0,008
Resíduo (A)	10	0,10172
Período	1	0,0891
Resíduo (B)	2	0,0924
Sist. CultivoxPeríodo	2	0,0769
Dose NxPeríodo	1	0,0025
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	0,0075
Resíduo (C)	10	0,0404

Média Geral = 12,04

Coeficiente de Variação (A) = 16,5

Coeficiente de Variação (B) = 15,8

Coeficiente de Variação (C) = 10,4

Apêndice 1.11. Resumo da análise de variância para conteúdo de proteína bruta

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	40839
Sistema de cultivo	2	386799
Dose de N	1	45507
Sist. CultivoxDose N	2	46722*
Resíduo (A)	10	11326
Período	1	1032391*
Resíduo (B)	2	1408
Sist. CultivoxPeríodo	2	3308
Dose NxPeríodo	1	1868
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	4014
Resíduo (C)	10	4968

Média Geral = 360,1

Coeficiente de Variação (A) = 29,5

Coeficiente de Variação (B) = 10,4

Coeficiente de Variação (C) = 19,6

*P<0,05

Apêndice 1.12. Resumo da análise de variância para digestibilidade in vitro da matéria orgânica

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	78,6
Sistema de cultivo	2	18,6
Dose de N	1	16,1
Sist. CultivoxDose N	2	28,4
Resíduo (A)	10	16,9
Período	1	18,2
Resíduo (B)	2	24,9
Sist. CultivoxPeríodo	2	25,2
Dose NxPeríodo	1	0,1
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	21,6
Resíduo (C)	10	14,2

Média Geral = 55,3

Coeficiente de Variação (A) = 7,4

Coeficiente de Variação (B) = 9,0

Coeficiente de Variação (C) = 6,8

Apêndice 1.13. Resumo da análise de variância para fibra em detergente neutro

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	14,9
Sistema de cultivo	2	20,7
Dose de N	1	1,1
Sist. CultivoxDose N	2	5,2
Resíduo (A)	10	7,6
Período	1	81,2
Resíduo (B)	2	17,4
Sist. CultivoxPeríodo	2	46,2*
Dose NxPeríodo	1	19,4
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	1,6
Resíduo (C)	10	5,0

Média Geral = 72,8

Coeficiente de Variação (A) = 3,8

Coeficiente de Variação (B) = 5,7

Coeficiente de Variação (C) = 3,1

*P<0,05

Apêndice 1.14. Resumo da análise de variância para fibra em detergente ácido

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	19,4
Sistema de cultivo	2	1,1
Dose de N	1	0,15
Sist. CultivoxDose N	2	3,7
Resíduo (A)	10	5,4
Período	1	3,7
Resíduo (B)	2	3,5
Sist. CultivoxPeríodo	2	10,1
Dose NxPeríodo	1	5,7
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	4,6
Resíduo (C)	10	3,0

Média Geral = 36,7

Coeficiente de Variação (A) = 6,4

Coeficiente de Variação (B) = 5,1

Coeficiente de Variação (C) = 4,7

Apêndice 1.15. Resumo da análise de variância para celulose

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	11,8
Sistema de cultivo	2	4,7
Dose de N	1	6,4
Sist. CultivoxDose N	2	1,1
Resíduo (A)	10	3,4
Período	1	1,4
Resíduo (B)	2	3,9
Sist. CultivoxPeríodo	2	4,3
Dose NxPeríodo	1	6,8*
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	2,6
Resíduo (C)	10	1,0

Média Geral = 24,9

Coeficiente de Variação (A) = 7,4

Coeficiente de Variação (B) = 8,0

Coeficiente de Variação (C) = 4,1

*P<0,05

Apêndice 1.16. Resumo da análise de variância para lignina

Fonte de variação	GL	QM
Bloco	2	0,03
Sistema de cultivo	2	0,0095
Dose de N	1	0,2356
Sist. CultivoxDose N	2	0,3355
Resíduo (A)	10	0,28359
Período	1	0,3049
Resíduo (B)	2	0,2168
Sist. CultivoxPeríodo	2	0,1613
Dose NxPeríodo	1	0,0051
Sist.Cult.xDose NxPeríodo	2	0,0104
Resíduo (C)	10	0,171

Média Geral = 3,24

Coeficiente de Variação (A) = 16,4

Coeficiente de Variação (B) = 14,4

Coeficiente de Variação (C) = 12,8

APÊNDICE 2



Figura 1. Vista da área experimental e pastejo em monocultivo



Figura 2. Aspecto do pasto no sub-bosque e em sol pleno



Figura 3. Aspecto da altura de entrada no dossel forrageiro em monocultivo (primavera-verão)



Figura 4. Aspecto da altura de entrada no dossel forrageiro em sistema silvipastoril (primavera-verão)



Figura 5. Resíduo pós-pastejo do capim-braquiária em monocultivo



Figura 6. Resíduo pós-pastejo do capim-braquiária em sistema silvipastoril



Figura 7. Ataque do serrador em plantas de acácia mangium aos 24 meses de idade



Figura 8. Aspecto da altura das árvores e princípio de morte de acácia mangium