UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE TRÊS CAPINS EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM EUCALIPTO

Alex Marcel Melotto

DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2014

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE TRÊS CAPINS EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM EUCALIPTO

Alex Marcel Melotto
Biólogo

Orientador: Prof. Dr. Omar Daniel

Tese apresentada à Universidade Federal da Grande Dourados, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia – Produção Vegetal, para obtenção do título de Doutor.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2014

Ficha catalográfica

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE TRÊS CAPINS EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM EUCALIPTO

por

Alex Marcel Melotto

Tese apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título de DOUTOR EM AGRONOMIA.

Aprovada em: 28/11/2013

Prof. Dr. Omar Daniel
Orientador – UFGD-FCA

Dr. Ademir Hugo Zimmer
Pesquisador – Embrapa Gado de Corte

Dr. Davi José Bungenstab
Pesquisador – Embrapa Gado de Corte

Dr. Roberto Giolo de Almeida
Pesquisador – Embrapa Gado de Corte

Dr. Valdemir Antonio Laura
Pesquisador – Embrapa Gado de Corte

Aos meus pais Joel e Zelinda Melotto,
aos meus irmãos Dener e Thalita, a minha
esposa Juliana Simonato e aos amigos que
fiz ao longo dessa jornada.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Eis que chega o momento de escrever a parte mais difícil de qualquer trabalho: os agradecimentos. São muitas as pessoas que contribuem com uma obra tão grandiosa como uma tese de Doutorado, desde aquelas que lhe dão bom dia na universidade, até os que lhe cedem a casa e a família emprestada durante todo o período. O medo de esquecer alguém é muito grande, mas vamos lá!

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, pela sabedoria e pela proteção nos mais de 100.000 quilômetros que andei para cursar o Doutorado.

Aos meus pais, Joel e Zelinda Melotto pelo apoio incondicional, estímulo, conselhos e, acima de tudo, exemplo de amor, educação e honestidade que sempre foram.

À minha irmã Thalita e cunhado Ricardo pelo carinho, apoio e estímulo que sempre me deram.

Ao meu irmão Dener Joel, pelo auxílio nas coletas de dados, companheirismo e amizade que sempre me deu.

À minha esposa Juliana Simonato que sempre foi compreensiva e atenciosa nesta fase de minha vida. Agradeço imensamente por estar ao meu lado.

Ao presidente do Sindicato Rural de São Gabriel do Oeste, Julio Bortolini pelo apoio quando lá eu trabalhei.

À ex Diretora da Fundação de Apoio à Pesquisa e ao Desenvolvimento Econômico de São Gabriel do Oeste, Idione Maria Perin da qual tornei-me amigo e para mim é um exemplo de profissionalismo e sensibilidade. Agradeço pelo apoio e compreensão.

Ao ex Prefeito Municipal de São Gabriel do Oeste, meu amigo Sérgio Luiz Marcon pelo estímulo, compreensão e apoio. Agradeço pelos conselhos, e por ser um exemplo de administrador e gestor.

Aos colegas pesquisadores e equipe da Fundação MS, em Maracaju pela oportunidade e incentivo.

Nesta jornada fiz muitos amigos em Dourados, MS. Faço questão de agradecer a três deles: Diego e Douglas Potrich e Eber Prado, que me cederam amizade, a casa e me permitiram fazer parte de suas famílias.

Ao meu Co-Orientador, amigo e compadre Valdemir Antônio Laura pela amizade e palavras de estímulo.

À Silvia Rahe Pereira pela ajuda nas coletas de dados de radiação.

À toda a equipe da Embrapa Gado de Corte, em especial o Seo Zé Porfírio, Beto (Pavilhão de Apoio), Laboratório de Bromatologia e ao Paulino Gaúna, pelas coletas e trabalho executado no experimento. Sem vocês, nada disso seria possível.

Ao meu orientador Omar Daniel pela paciência, incansáveis revisões e pela oportunidade de crescimento pessoal e profissional.

Aos colegas do GESAF pelo companheirismo, amizade, trocas de experiências, aprendizado e churrascos.

Ao amigo Davi José Bungenstab pelas correções.

À Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD pela oportunidade de cursar o Doutorado.

À CAPES pela cessão da bolsa.

À Ramires Reflorestamentos, especialmente a Carla Brito por todo o suporte na montagem e manutenção do ensaio.

SUMÁRIO

RESUMO GERAL.....1
GENERAL ABSTRACT.....2
INTRODUÇÃO GERAL.....3
REFERÊNCIAS.....4
CAPÍTULO 1
MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL.....8
RESUMO.....8
INTRODUÇÃO.....10
MATERIAL E MÉTODOS.....14
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....17
CONCLUSÕES.....26
REFERÊNCIAS.....27
CAPÍTULO 2
MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS PIATÃ SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL.....33
RESUMO.....33
INTRODUÇÃO.....35
MATERIAL E MÉTODOS.....38
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....41
CONCLUSÕES.....51
REFERÊNCIAS.....52
CAPÍTULO 3
MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Massai SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL.....57
RESUMO.....57
INTRODUÇÃO.....59
MATERIAL E MÉTODOS.....62
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....65
CONCLUSÕES.....76
REFERÊNCIAS.....77
CONCLUSÕES GERAIS.....83

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Produção de matéria seca total (MST) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das quatro amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013.....17
Tabela 2. Produção de matéria seca total (MST) de capim-marandu em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....19
Tabela 3. Produção de massa de folhas (MF) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....20
Tabela 4. Produção de matéria seca de folhas (MF) de capim-marandu em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....21
Tabela 5. Produção de matéria seca de colmos (MC) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....21
Tabela 6. Produção de massa de colmos (MC) de capim-marandu em sistema silvipastoril diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....21
Tabela 7. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....22
Tabela 8. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....22
Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....23
Tabela 10. Teor de proteína bruta na porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....23
Tabela 11. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....24
Tabela 12. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....25
Tabela 13. Produção de matéria seca total (MST) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....41

Tabela 14. Produção de matéria seca total (MST) de capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....43
Tabela 15. Produção de massa de folhas (MF) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013.....44
Tabela 16. Percentual e produção de massa de folhas (MF) de capim-piatã em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....45
Tabela 17. Produção de massa de colmos (MC) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013.....46
Tabela 18. Produção de massa de colmos (MC) de capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....46
Tabela 19. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013.....47
Tabela 20. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....47
Tabela 21. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e Janeiro de 2013.....48
Tabela 22. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....48
Tabela 23. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e Janeiro de 2013.....49
Tabela 24. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....50
Tabela 25. Produção de matéria seca total (MST) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das quatro amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013.....65
Tabela 26. Produção de matéria seca total (MST) de capim-massai em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....67
Tabela 27. Produção de massa de folhas (MF) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....69

Tabela 28. Produção de matéria seca de folhas (MF) de capim-massai em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....70
Tabela 29. Produção de matéria seca de colmos (MC) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....71
Tabela 30. Produção de massa de colmos (MC) de capim-massai em sistema silvipastoril diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....72
Tabela 31. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....72
Tabela 32. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....73
Tabela 33. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....73
Tabela 34. Teor de proteína bruta na porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....73
Tabela 35. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013.....74
Tabela 36. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS.....75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Média mensal de radiação solar ($kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.....18
Figura 2. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS, de janeiro de 2011 a julho de 2013.....19
Figura 3. Média mensal de radiação solar ($kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.....42
Figura 4. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS, de janeiro de 2011 a julho de 2013.....43
Figura 5. Média mensal de radiação solar ($kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.....67
Figura 6. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS, de janeiro de 2011 a julho de 2013.....69

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE TRÊS CAPINS EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM

Alex Marcel Melotto

RESUMO GERAL

Os sistemas silvipastoris devem ser implantados de forma que a competição por luz, água e nutrientes, entre forrageiras herbáceas e árvores seja adequadamente conduzida. A associação de árvores e pastagem precisa ser dimensionada para assegurar os melhores rendimentos à produção animal e florestal conjuntas. Nesse consórcio, as alterações morfológicas nas plantas forrageiras sombreadas podem possibilitar a elas diferentes níveis de tolerância a sombra. Assim, a capacidade de uma espécie em desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimatação determina sua habilidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris. Em consequência, o ajuste das combinações entre a densidade das árvores e forrageiras para cada condição edafoclimática é fundamental para o êxito dessas atividades. Este trabalho teve como objetivo avaliar o rendimento e o valor nutritivo dos capins Marandu, Piatã e Massai em sistema silvipastoril. Para tanto implantou- se, em maio de 2008, uma roda de Nelder com 24 raios e 22 anéis, tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, sendo os capins semeados após três anos, em abril de 2011. Para cada forrageira as amostras foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012 e chuvas (janeiro) de 2012 e 2013 nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 árvores ha^{-1}. O delineamento experimental adotado foi em blocos ao acaso com parcelas subdivididas, e quatro repetições onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano. Avaliou-se o rendimento e o valor nutritivo da forragem através da matéria seca total (MST), de folhas , de colmos com bainha , de material senescente , percentual de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica da porção de folhas.

Palavras chave: Integração lavoura pecuária e florestas, produção pecuária sustentável.

GENERAL ABSTRACT

Silvopastoral systems need to be arranged so that competition for light, water and nutrients among trees and herbaceous forage can be properly managed. Association of trees with pasture needs to be planned to assure the best animal and forestry yields. Morphological changes in shaded forages might allow them to tolerate different levels of shading. Thus, the ability to develop one or more of these acclimation mechanisms determines a species ability to grow in shaded environments and, therefore, its potential for silvopastoral systems. Hence, adjusting the best combinations among trees (density) and pasture for each climatic zone is essential success when combining forestry and cattle husbandry. This work aimed to evaluate yield and nutritional value of marandu, piatã and massai grasses in a silvopastoral system. For such, in May 2008 a Nelder Wheel was established, with 24 spokes and 22 rings, having as tree component an Eucalyptus hybrid (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13. Grasses were seeded three years later, in April 2011. Forage samples were collected for each grass in the dry season (July) 2011 and 2012 and in the rainy season (January) 2012 and 2013 under tree densities of 935, 657, 461, 324 and 225 trees.ha^{-1}. Experimental design was random blocks with four repetitions and split-plots where parcels were the Nelder Wheel arches and sub parcels were year's seasons. Forage yield and nutritional value were evaluated through total dry matter weight (MST), leaves dry matter (MF), stems with sheath (MC) and decaying material (MMS); crude protein proportion (PB) and *in vitro* digestibility of organic matter (DIVMO) for grass leaves.

Keywords: agrosilvopastoral systems, sustainable livestock production.

INTRODUÇÃO GERAL

A exigência da incorporação de critérios de sustentabilidade à atividade agropecuária brasileira é uma realidade cesso produtivo deve abranger os aspectos ambientais, econômicos e sociais (o famoso tripé do desenvolvimento sustentável) no processo produtivo. Será preciso, em um curto espaço de tempo, produzir com sustentabilidade para atender às crescentes exigências do mercado globalizado, obtendo-se remuneração para os produtos (MARTHA JÚNIOR et al., 2010).

Entre as alternativas para a produção sustentável, destacam-se os Sistemas Silvipastoris (SSPs). Estes são constituídos pela combinação intencional de árvores, pastagem e animais numa mesma área, simultânea o sequencialmente e manejados de forma integrada, com o objetivo de incrementar a produtividade por unidade de área com diversificação e sustentabilidade. Nesses sistemas, ocorrem interações em todos os sentidos e em diferentes magnitudes (EMBRAPA, 2013).

Os sistemas silvipastoris, uma modalidade de SAF, precisam ser implantados de forma que a competição por luz, água e nutrientes, entre forrageiras herbáceas e árvores seja adequadamente conduzida. A associação de árvores e forrageiras deve ser dimensionada possibilitando melhor eficiência da produção de carne e de produtos florestais (MONTOYA-VILCAHUAMAN et al., 2000). Áreas consideradas impróprias para a agricultura ou pastagens em estádio inicial de degradação podem ser utilizadas e recuperadas utilizando-se SSP, como por exemplo, toda a região de areias quartzosas (Neossolo Quartzarenico) de Mato Grosso do Sul, abrangendo aproximadamente 30% do Estado. O ajuste de melhores combinações entre a densidade de árvores e forrageiras para cada região é fundamental para o êxito da atividade.

Alguns dos aspectos que prejudicam a adotabilidade desses sistemas são principalmente relacionados à informação e conhecimentos rotineiros e à alteração de paradigmas orientadores das ações de pessoas e instituições envolvidas com o setor. Enquanto a carência de informações e conhecimentos a respeito da integração de árvores com pastagens e animais, possibilitando a ampliação do grau de conscientização sobre a importância do conforto térmico animal gerado pelo componente arbóreo (PORFÍRIO DA SILVA, 2003).

Em SSP o padrão de sombreamento imposto pelos elementos arbóreos é importante não apenas para os componentes vegetais do sistema, mas também, para os animais que por ele circulam, uma vez que esses têm vários aspectos de caráter comportamental e metabólico relacionados à quantidade de energia solar que recebem (ENCARNAÇÃO e KOLLER, 1985; MÜLLER, 1989; MC ARTHUR, 1991).

Com relação a radiação solar, as plantas respondem aos diferentes níveis de irradiância por meio de adaptações e aclimatação fenotípica. A aclimatação fenotípica às condições de radiação do ambiente ocorre principalmente durante o crescimento e a diferenciação dos órgãos

de assimilação, resultando em alterações morfológicas, histológicas, ultraestruturais e bioquímicas, as quais condicionam o comportamento da planta (LAMBERS et al., 1998).

As respostas morfológicas das plantas sombreadas têm por objetivo evitar a sombra e aumentar a captação de luz pelos órgãos assimiladores (LAMBERS et al., 1998). Entre as principais respostas, destacam-se o aumento da relação parte aérea:raiz; o alongamento de caules, pecíolos e entrenós; o alongamento da lâmina foliar em gramíneas; a redução da ramificação e do perfilhamento; o aumento da área foliar específica; e as alterações na relação folha:caule e no ângulo de inclinação das folhas.

Alguns estudos indicaram que a digestibilidade de gramíneas tropicais e temperadas pode se reduzir à medida que a intensidade luminosa abaixa. Também a lignificação e o teor de sílica podem aumentar em plantas sombreadas. Dados de pesquisa mostraram que a produção, conteúdo de fibras e de proteína podem ser mantidos sob sombra, desde que selecionadas as espécies adequadas (LIN et al., 2001).

Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como a *U. decumbens*, *U. brizantha* e cultivares de *Panicum maximum* são tolerantes ao sombreamento (CARVALHO et al., 2001). Sob sombra moderada o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol. Postula-se que a umidade mais elevada associada a temperaturas mais amenas favorecem a mineralização do nitrogênio, aumentando sua disponibilidade no solo.

A densidade de árvores adequada pode variar em função das espécies utilizadas e das condições locais (latitude, clima, solo etc.). Nelder (1962) propôs um delineamento sistemático em rodas de competição para o estudo de um grande número de densidades populacionais em uma área experimental muito menor que a necessária em delineamentos convencionais.

Cameron et al. (1989), utilizando o delineamento proposto por Nelder (1962), testaram densidades de plantio de *Eucalyptus grandis* associado com forrageiras predominantemente de setária (*Setaria sphacelata* cv. Nandi) variando de 42 a 3.580 árvores/ha. Com 1,5 ano de estabelecimento, a produção máxima de biomassa arbórea foi obtida com a densidade de 3.580 árvores/ha. Aos 2,0; 2,5; 3,0; 3,5 e 4,6 anos, as densidades ideais foram 1.140, 595, 305, 158 e 82 árvores/ha. A produção de forragem reduziu se substancialmente depois de 1,5 ano com densidades acima de 1.000 árvores/ha. Aos 3,5 anos, a produção foi afetada negativamente por densidades acima de 300 árvores/ha.

Em duas rodas de competição de Nelder uma com Eucalipto urograndis e outra com três espécies nativas (*Dypterix alata*, *Hymenea stigonocarpa* e *Astronium fraxinifolium*), NICODEMO et al., (2007 a b) não registraram, aos 18 meses, diferenças na produtividade e qualidade da *U. brizantha* cv. Marandu sob Eucalipto urograndis ou espécies nativas, em densidades variando de 48 a 804 árvores/há$^{-1}$. Esses autores relataram também que as espécies florestais nativas apresentaram crescimento mais lento do que o eucalipto, resultando em retardamento da entrada de animais nas áreas de pastagem.

A utilização de forrageiras tolerantes ao sombreamento é uma das condições necessárias para se obter as vantagens potenciais da associação de pasto cultivado com árvores (CARVALHO, 1998). De acordo com Wong et al., (1980), essa característica se refere à capacidade da espécie de crescer à sombra em relação ao crescimento a pleno sol, e sob a influência do pisoteio e das desfolhações regulares por meio do pastejo. Além do crescimento, outros aspectos importantes das gramíneas forrageiras podem ser afetados pelo sombreamento tais como o florescimento, e consequentemente, a produção de sementes, além do valor nutritivo da forragem, como digestibilidade e composição mineral.

Estas e outras alterações morfológicas em plantas forrageiras sombreadas podem permitir à planta tolerar diferentes níveis de sombra. Assim, o potencial de uma espécie de desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimatação determina sua capacidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris (FERNÁNDEZ et al., 2004). O estudo e o conhecimento das alterações sofridas quando sombreadas e a interferência das diferentes densidades de árvores nos parâmetros quali e quantitativos das forrageiras é fundamental para sua recomendação e uso em consórcio com árvores.

Neste trabalho foram Implantados experimentos com o objetivo de avaliar o rendimento e o valor nutritivo dos capins Marandu, Piatã e Massai em sistema silvipastoril, em Neossolo Quartzarênico, tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, no Mato Grosso do Sul.

REFERÊNCIAS

CAMERON, D.M.; RANCE, S.J.; JONES, R.M.; CHARLES-EDWARDS, D.A.; BARNES, A. Project STAG: An experimental study in agroforestry. **Australian Journal of Agricultural Research**., v. 40, p. 699-714, 1989.

CARVALHO, M. M. Efeito do sombreamento na produtividade e na qualidade da forragem em pastagens. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE BIOMETEOROLOGIA, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 99-117.

CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Embrapa Gado de Leite; 2001: 24pp. (Circular técnica, 64).

EMBRAPA: Sistemas Silvipastoris. Disponível em: < http://www.cnpf.embrapa.br/pesquisa/safs/index.htm> Acesso em: 10 de nov. 2013.

ENCARNAÇÃO, R. O. KOLLER, W. W. Importância do sombreamento em pastagem. **Informativo EMBRAPA-CNPGC**, v.2, n.6, p. 1-2, 1985.

FERNÁNDEZ, M. E.; GYENGE, J. E.; SCHLICHTER, T. M. Shade acclimation in the forage grass Festuca pallescens: biomass allocation and forage orientation. **Agroforestry Systems**, v.60, p.159-166, 2004.

LAMBERS, H.; CHAPIM III, F. S.; PONS, T. L. **Plant physiological ecology**. New York: Springer, 1998. 540p.

LIN, C. H.; MCGRAW, R. L.; GEORGE, M. F.; GARRETT, H. E. Nutritive quality and morphological development under partial shade of some forage species with agroforestry potential. **Agroforestry Systems**, v. 53, n. 3, p. 269-281, 2001.

MARTHA JÙNIOR, G. B.; FERNANDES, F. D.; RAMOS, A. K. B.; JANK, L.; VILELA, L.; KARIA, C. T.; ANDRADE, R. P.; FALEIRO, F. G. Produção de forragem de “Panicum maximum” Jacq. no Cerrado do Distrito Federal. In.: Reunião Aual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2010, Campo Grande. **Anais...**. Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

MONTOYA-VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. O. **Guia prático sobre arborização de pastagens.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 15 p.

McARTHUR, A.J. Forestry and shelter for livestock. Forestry, **Ecology and Management**, v.45, p. 93-107, 1991.

MÜLLER, P. B. **Bioclimatologia aplicada aos animais domésticos**. 3 ed. Porto Alegre: Ed. Sulina, 1989. 262p.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; MELOTTO, A. M.; BOCCHESE, R. A.; SCHUNKE, R. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação de espaçamentos para eucalipto para sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboicabal, SP: SBZ, 2007a. CD-ROM A

NICODEMO, M. L. F.; LAURA, V. A.; MELOTTO, A. M.; BOCCHESE, R. A.; SCHUNKE, R. M.; BARBOSA, R. A. Avaliação inicial de espaçamentos para o plantio de espécies arbóreas nativas para o fomento de sistemas silvipastoris no Mato Grosso do Sul. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboicabal, SP: SBZ, 2007b. CD-ROM

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistemas silvipastoris em Mato Grosso do Sul - Para que adotá-los? In. SEMINÁRIO SISTEMAS AGROFLORESTAIS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL, Campo Grande. Anais… Campo Grande: Embrapa, 2003.

WONG, C. C.; WILSON, J. R. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, p. 269-285, 1980.

Capítulo 1.

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO

Conhecer o comportamento dos componentes utilizados nos sistemas silvipastoris visando recomendações precisas é fundamental para o sucesso dos mesmos. Este trabalho objetivou avaliar o rendimento e o valor nutritivo do capim-marandu em sistema silvipastoril. Implantou-se, em maio de 2008, uma Roda de Nelder com 24 raios e 22 anéis tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13. Após três anos, em abril de 2011, semeou-se o capim Marandu. As amostras foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012 e chuvas (janeiro) de 2012 e 2013, nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 árvores ha^{-1}. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano. Avaliou-se o rendimento e o valor nutritivo da forragem por meio da matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC), de material senescente (MMS), percentual de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim. Os resultados mostraram influência linear negativa das densidades de árvores na matéria seca total, de colmos e de material senescente. A massa seca de folhas e o teor de proteína bruta manteve-se estável e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) foi elevada pelo aumento nas densidades de árvores. As densidades de eucalipto avaliadas prejudicaram o rendimento e melhoraram a DIVMO da forragem.

Palavras-chave: sombreamento de pastagens, produção forrageira, integração.

Chapter 1

FORAGE MASS AND NUTRITIONAL VALUE OF *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu UNDER DIFFERENT TREE DENSITIES IN SILVOPASTORAL SYSTEM

Alex Marcel Melotto

ABSTRACT

It is essential to understand the behavior of silvopastoral systems components in order to provide precise technical recommendations for them. This work aimed to evaluate yield and nutritional quality of marandu grass in a silvopastoral system. In May 2008 a Nelder Wheel was established, with 24 spokes and 22 rings having as tree component a Eucalyptus hybrid (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13. After three years, in April 2011, marandu grass was seeded. Forage samples were collected for each grass in the dry season (July) 2011 and 2012 and in the rainy season (January) 2012 and 2013 under tree densities of 935, 657, 461, 324 and 225 trees.ha-1. Experimental design was random blocks with four repetitions and split-plots where parcels were the Nelder Wheel arches and sub parcels were year's seasons. Forage yield and nutritional value were evaluated through total dry matter weight (MST), leaves dry matter (MF), stems with sheath (MC) and decaying material (MMS); crude protein proportion (PB) and in vitro digestibility of organic matter (DIVMO) for grass leaves. Results showed negative linear influence of tree density on dry matter mass of total, stems and decaying material. Leaves dry matter mass and crude protein content were constant and *in vitro digestibility* of organic matter (DIVMO) was increased by higher tree densities. Eucalyptus tree densities assessed jeopardized yield but increased forage quality.

Key words: pasture shading, forage yield, integrated systems.

INTRODUÇÃO

O sistema pecuário brasileiro, pautado em grandes áreas de pastagem em regime extensivo, está sofrendo pressões ambientais e comerciais frequentes. Com isso, a demanda para a produção de carne com qualidade e sustentabilidade é um desafio frequente. Segundo Macedo (2005), a degradação é um problema presente em cerca de 50% dos 105 milhões de hectares com pastagens cultivadas no território nacional.

Em contraste ao monocultivo de pastagens, estão se estabelecendo modelos de produção agropecuária baseados na integração, destacando-se o plantio direto de grãos e forrageiras, e os sistemas silvipastoris (SSP). Estes sistemas, que são considerados uma modalidade de Sistemas Agroflorestais, permitem a associação de árvores e forrageiras, proporcionando vantagens de ordem socioeconômicas e ambientais aos sistemas de produção pecuários (ARAÚJO, et al., 2011).

Segundo Oliveira et al. (2003) as árvores consorciadas com as forrageiras podem fornecer tanto serviços (sombra para o gado, fixação de nitrogênio, melhoria na ciclagem de nutrientes, redução da erosão do solo, proteção de nascentes, entre outros), quanto produtos diretos (madeira, frutos, forragem, óleos, resinas, etc.), cooperando para minimizar as implicações ecológicas negativas da implantação da pastagem homogênea, resultando em aumento rumo à sustentabilidade.

O sistema silvipastoril, que também se constitui numa modalidade de Integração Lavoura Pecuária Floresta (ILPF), tem sido visualizado como uma importante estratégia de uso sustentado da terra, principalmente naquelas áreas potencialmente sujeitas à degradação e, também, como uma nova fonte de agregação de valor econômico na propriedade rural pela exploração de madeira. Estudos conduzidos na região do Cerrado e no Sul do Brasil demonstram que a adoção de sistemas agrissilvipastoris é economicamente mais atrativa do que os monocultivos de espécies florestais, oferecendo menores riscos de investimento e maior estabilidade nos retornos.

Ao contrário dos solos argilosos, os solos arenosos apresentam uma maior taxa de oxidação da matéria orgânica, favorecendo a desagregação de partículas e, consequentemente, os processos erosivos. Sendo assim, dependem de uma adição constante de resíduos para aumentar sua estabilidade e melhorar sua estrutura (RADOMSKI e RIBASKI, 2009). Sistemas silvipastoris com eucalipto podem contribuir neste sentido, já que a cultura apresenta um alto potencial de produção de resíduos.

Diversas espécies e variedades do gênero *Urochloa* (sinon. *Brachiaria*) foram utilizadas na formação de pastagens no bioma Cerrado brasileiro, especialmente *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster. Nessa região, grandes áreas também são destinadas à cultura do eucalipto, espécie florestal que supriu a demanda de madeira para processos, construção civil, carvão e lenha no passado, o que possivelmente continuará se repetindo no futuro, especialmente

para produção de celulose. Exemplo disso é o Estado do Mato Grosso do Sul, que já possui, 570.000 ha de eucalipto (SIGA, 2013), com projeto de alcançar 1 milhão de hectares até 2030 (PLANO, 2009).

Entretanto, tanto a atividade pecuária quanto florestal em grandes áreas, geram concentração de terras e necessitam de grande volume de capital para investimento. Formas de uso da terra que agregam retorno econômico, diversificação de renda e serviços ambientais estão sendo cada vez mais demandados. A implantação de sistemas silvipastoris e agrissilvipastoris atendem estes requisitos ao integrar a atividade florestal e pecuária (OLIVEIRA et al., 2007) e por vezes também a produção agrícola.

Em consórcios com componentes florestais, merece destaque o capim Marandu. É uma gramínea pertencente ao gênero *Urochloa*, classificada como *U. brizantha* (Hochst ex A. RICH.) R.D. Webster. cv. Marandu. É originária de uma região vulcânica da África, com precipitação pluvial anual ao redor de 700 mm e cerca de 8 meses de seca no inverno. Sua introdução no Brasil ocorreu em 1967, no Estado de São Paulo, de onde foi distribuída para várias regiões (EMBRAPA, 1984) e é atualmente o capim mais utilizado para formação de pastagens no Brasil (ARAÚJO et al., 2008)

É uma planta cespitosa, robusta, de 1,5 a 2,5 m de altura, com colmos iniciais prostrados, e afilhos predominantemente eretos. O sucesso do capim-marandu na formação de pastagens para fins pecuários em todo o Brasil e, principalmente, nos solos do Cerrado, é devido a uma série de características desejáveis. Dentre elas, destaca-se a tolerância a solos ácidos com altos níveis de alumínio tóxico; elevada produção de forragem; boa capacidade de rebrota; tolerância à seca; persistência e a resistência às cigarrinhas-das-pastagens (*Zulia entreriana* e *Deois flavoptica*); boa capacidade de desenvolver-se em condições de sombreamento; boa tolerância ao frio, permanecendo verde no inverno. Como atributos negativos, pode-se citar a sua intolerância a solos com drenagem deficiente e a necessidade de fertilidade moderada para seu desenvolvimento (MEIRELLES e MOCHIUTTI, 1999; EMBRAPA, 1984; BOGDAN, 1977; SKERMAN e RIVEROS, 1990).

O comportamento do capim-marandu sob sombra tem sido recentemente estudado. Araújo et al. (2011) e Virgens (2012) demonstraram que plantas de marandu sombreadas de forma adequada por espécies florestais como a árvore da chuva (*Samanea saman*), apresentam desenvolvimento superior àquelas a pleno sol, nos parâmetros: densidade populacional de perfilhos, taxa de alongamento do colmo, comprimento final do colmo e altura final do dossel, no período chuvoso, bem como melhor desempenho nas características produtivas e nutritivas avaliadas por eles em campo. Tais trabalhos demonstram o potencial que o capim-marandu apresenta para uso em sistemas de produção Silvipastoris.

A utilização de forrageiras tolerantes ao sombreamento é uma das condições necessárias para se obter as vantagens potenciais da associação entre pastagens cultivadas e árvores

(CARVALHO, 1998). De acordo com Wong (1980), essa característica se refere à capacidade da espécie em crescer à sombra em relação ao crescimento a pleno sol, estando sob a influência de desfolhações regulares (pastejo) e pisoteio. Além do crescimento, outros aspectos importantes das gramíneas forrageiras que podem ser afetados pelo sombreamento são: o florescimento, e consequentemente, a produção de sementes, além dos aspectos do valor nutritivo da forragem, como digestibilidade e composição mineral.

Mott (1970), definiu que valor nutritivo refere-se à composição química da forragem e sua digestibilidade, enquanto a qualidade da forragem é representada pela associação de sua composição bromatológica, digestibilidade e consumo voluntário da forragem.

O sombreamento causado pelo extrato arbóreo modifica a estrutura de algumas espécies forrageiras, que se adaptam à condição de luminosidade reduzida. As plantas respondem aos níveis de radiação solar por meio de adaptações e aclimatação fenotípica (GOBBI et al., 2009), entretanto, esta última pode afetar a produção da forragem. Aliado a isso, Lin et al. (1999) afirmaram que nos SSP a sombra criada pelas árvores modifica significativamente o microclima do sub-bosque, afetando a quantidade e a qualidade da forragem produzida.

Segundo Almeida et al. (2012), a escolha das forrageiras para uso em SSP deve se pautar na sua tolerância ao sombreamento, tendo em vista que nessa condição, as plantas priorizarão o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular, retardando o início do florescimento. Por outro lado, quando são sombreadas as gramíneas forrageiras tendem a apresentar melhor valor nutritivo, com maiores níveis de proteína bruta e digestibilidade da matéria seca.

Mudanças nas características morfológicas, por estarem relacionadas à quantidade e ao valor nutritivo da forragem produzida (KEPHART et al., 1992; KEPHART & BUXTON, 1993), podem ser relevantes na avaliação do efeito do sombreamento sobre o potencial de utilização de forrageiras em sistemas silvipastoris.

O crescimento da forrageira pode ser limitado não somente pela condição de sombreamento e sim pela disponibilidade de nitrogênio (N) e umidade do solo (BELSKY et al., 1993). No caso do uso de forrageiras mais exigentes em fertilidade, como aquelas do gênero *Panicum*, o sombreamento associado à limitação de N no solo pode diminuir a produtividade do pasto, como observado com o capim-tanzânia por Andrade et al. (2004). Tal competição pode ser agravada pela alta densidade de árvores, especialmente as de crescimento rápido como o eucalipto, que tem sistema radicular secundário agressivo absorvendo grandes quantidades de água e nutrientes do solo.

Nesse contexto, o manejo da sombra e a escolha dos componentes arbóreos, bem como a sistemática de implantação e condução são de fundamental importância, tendo em vista a influência da luz na produtividade qualidade das forrageiras.

Em sistemas agrissilvipastoris, cujo arranjo espacial envolve a disposição das árvores em linhas ou renques, especialmente aqueles com mais de uma linha, estima-se que haja influência das árvores sobre o pasto, à medida que este se distancia dos troncos e que esta influência seja diferente ao logo do ano (PACIULLO et al., 2011). Cremon et at. (2010) ao avaliarem a influência de árvores de sucupira (*Pterodon emarginatus* Vogel.) nos atributos físicos do solo, demonstraram que a matéria orgânica da serapilheira oriunda da decomposição de material morto das árvores interferiu de forma positiva nos atributos físicos, promovendo melhoria da qualidade estrutural do solo.

Embora a influência do componente arbóreo nas características do pasto se concentre principalmente sob as copas das árvores, os efeitos do sombreamento podem alcançar regiões localizadas além da projeção das copas (DIAS et al., 2007), exigindo assim especial atenção ao modelo de implantação e seu espaçamento.

Cremon (2013), em experimento com *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Xaraés cultivado sob três diferentes distâncias entre aleias de eucalipto (15, 21 e 27 m), concluiu que o espaçamento de 21 metros, além de não produzir interferência negativa significativa sobre o acúmulo de forragem, beneficia a composição química e a digestibilidade da forragem, destacando ainda que nessa condição têm-se um maior número de árvores/ha^{-1} do que em espaçamentos maiores, sendo portanto, a distância recomendada.

Além disso, com o crescimento das árvores há uma diminuição progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque que, obviamente, influencia a produtividade do pasto. Desta forma, os sistemas de produção integrados que visam a produção pecuária e florestal devem ser planejados de forma que sejam selecionados os componentes e o arranjo adequados, maximizando a produtividade e o conforto térmico animal.

As alterações morfológicas em plantas forrageiras sombreadas podem permitir à planta tolerar diferentes níveis de sombra. Assim, a capacidade de uma espécie em desenvolver um ou mais desses mecanismos de aclimatação determina sua capacidade de crescer em ambientes sombreados e, portanto, seu potencial de uso em sistemas silvipastoris (FERNANDÉZ et al., 2004).

A partir desse estado da arte, implantou-se experimento com o objetivo de avaliar o rendimento e o valor nutritivo do capim-marandu em sistema silvipastoril, sob Neossolo Quartzarênico, tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, no Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Nova Brilhante da Ramires Reflorestamentos, em Ribas do Rio Pardo (Rod. BR 262, km 281), coordenadas geográficas 20º31'45,63" S e 54 º09'16,83" O, no Estado de Mato Grosso do Sul. O clima é classificado como tropical úmido Aw (KÖPPEN, 1948), com estação chuvosa, no verão, e seca, no inverno.

O solo no local foi caracterizado como Neossolo Quartzarênico, com teores de areia, silte e argila de 90%, 3% e 7%, respectivamente. Os valores para a caracterização inicial da fertilidade do solo são apresentados a seguir respectivamente para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm: MO (11 e 8 mg dm^{-3}), pH (4,0 e 4,1), P (8 e 3 mg dm^{-3}); K^+ (0,2 e 0,1 $mmol_c dm^{-3}$); Ca^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), Mg^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), H^++ Al^{3+} (28 e 23 $mmol_c dm^{-3}$), Al^{3+} (9 e 6 $mmol_c dm^{-3}$), SB (19 e 9 $mmol_c dm^{-3}$), CTC (47 e 32 $mmol_c dm^{-3}$), V% (40 e 28 %), m% (32 e 42 %).

A área foi ocupada durante mais de 20 anos por *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk. Para o plantio do eucalipto, o solo foi preparado conforme a rotina utilizada nos plantios comerciais da propriedade: dessecação da gramínea com glifosato e, após 15 dias, subsolagem a 60 cm com abertura de sulcos e adubação. Em maio de 2008 foi realizado o plantio das árvores com mudas comerciais produzidas na Ramires Reflorestamento, em Ribas do Rio Pardo, MS.

O componente florestal foi o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, implantado em uma roda de competição, segundo o modelo proposto por Nelder (1962). A roda foi formada por 22 anéis concêntricos, com distâncias entre si variando do centro para a periferia entre 18,48 m e 67,51 m, equivalente a uma taxa de redução de 11 % na densidade (árvores ha^{-1}) e 6% de aumento na distância entre eles. No momento da implantação, cada muda recebeu 0,25 kg de adubo na fórmula NPK 06-30-06 e 0,03 kg de FTE BR 12, posicionado em duas covetas laterais por muda. Esta adubação foi repetida seis meses após o plantio.

O ângulo entre os raios foi de 15°, resultando em 24 raios e, consequentemente 24 árvores plantadas em cada anel. O raio número 1 foi locado no sentido Norte. Considerou-se como área útil para as avaliações aquela embaixo das árvores plantadas nos anéis 6 a 18, os quais correspondem às densidades de 935, 832, 739, 657, 584, 519, 461, 410, 365, 324, 288, 256, 225, 202 e 180 árvores ha^{-1}.

O capim-marandu (*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. Marandu) foi implantado em abril de 2011, utilizando semeadura manual tipo "matraca" e 10 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis, sendo semeado no espaço entre três raios, repetidos quatro vezes dentro da roda, de forma aleatória. Em março de 2012 a roda recebeu adubação com 400 kg ha^{-1} da fórmula 06-30-06 aplicados a lanço, em área total.

As amostras de forragem foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012, e nos períodos chuvosos (janeiro) de 2012 e 2013, em três subunidades de amostra (SU), com

auxílio de um quadro delimitador de 1 m² lançado aleatoriamente nas áreas relativas às plantas localizadas nos anéis 6, 9, 12, 15 e 18, correspondendo à densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 plantas ha^{-1} em cada uma das quatro repetições. Após cada coleta a área era roçada mecanicamente a 10 cm de altura, visando a homogeneização para as próximas coletas.

A massa fresca das SU foi registrada e em seguida estas foram unidas, formando unidades de amostras compostas (UA) sendo uma parte seca em estufa de circulação forçada a 60 ^{0}C até o peso permanecer para obtenção da matéria seca e a outra parte encaminhada para a separação morfológica.

Para avaliar o rendimento do capim considerou-se a produção (kg ha^{-1}) de matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC) e de material senescente (MMS). Após a separação morfológica e pesagem uma amostra foi encaminhada para o Laboratório de Bromatologia da Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS) para avaliação do valor nutritivo por meio de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), obtendo-se: teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim.

Os dados climáticos foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica automática, localizada a 200 metros do experimento e foram utilizados para subsidiar o cálculo das médias mensais de precipitação, umidade relativa e temperatura média. Os dados mensais médios de Radiação solar (RS) e percentual de insolação (PI) nas densidades de 256, 519 e 1052 árvores ha^{-1} foram coletados e estimados em 2012 e 2013 com o equipamento Solar Pathfinder®, nos pontos centrais da parcela à direita dos raios 1, 13, 7 e 19.

Em julho de 2012, nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225, as árvores possuíam, respectivamente 15,5; 15,4; 15; 14,1 e 13,6 m de altura, e em janeiro de 2013, estas medidas eram de 23,5; 22,4; 19,1; 18,1 e 17,2 m.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas com quatro repetições, onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + e_{ij} + \gamma_k + (\alpha\,\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

γ_{ijk} = variáveis dependentes: matéria seca total, matéria seca das folhas, matéria seca de colmos, massa de material senescente, teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, do raio *i*, no bloco *j*, na estação *k*;

μ = média da população;

α_i = efeito devido ao *i*-ésimo raio (fator A);

b_j = efeito devido ao *j*-ésimo bloco;

e_{ij} = erro associado à parcela (*ij*);

γ_k = efeito devido à *k*-ésima estação (fator B);

$(\alpha\ \gamma)_{ik}$ = efeito da interação entre os fatores A e B;

e_{ijk} = erro associado à sub parcela (ijk).

Os valores relacionados aos diferentes raios obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, à regressão ($p \leq 0,05$). As diferenças entre as estações do ano foram avaliadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Valores discrepantes foram identificados conforme metodologia de Box plot descrita por Moroco (2003) e removidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Produção de Matéria seca Total (MST)

A MST variou entre 2.580 e 1.746 kg ha^{-1} das menores para as maiores densidades, sofrendo influencia ($p \leq 0,05$) das árvores, indicando a restrição que elas impuseram para o rendimento do capim-marandu (Tabela 1). Diversos trabalhos recentes encontraram quedas na produtividade de forrageiras do gênero *Uroclhoa* em condições de sombreamento intenso (acima de 50%) e acréscimos em sombreamento moderado (PACIULLO et al., 2007 e 2008a; COELHO, 2011; VIRGENS, 2012; LOPES, 2012; BEHLING NETO, 2012), demonstrando que essas gramíneas podem tolerar certo grau de redução da luz.

Tabela 1. Produção de matéria seca total (MST) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das quatro amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R^2
MST (kg ha^{-1})	2.580	2.156	2.094	1.998	1.746	Y = 2625,0703 - 0,9797**x	0,83
CV (%)	23						

** Significativo a $p \leq 0,01$.

Sob sombra pouco intensa, a planta responde estruturalmente às modificações ambientais. No entanto, o desenvolvimento da capacidade adaptativa está diretamente relacionada à boa condição nutricional que fornece os elementos necessários para o desenvolvimento das estruturas necessárias para tal (TAIZ e ZEIGER, 2004). A baixa fertilidade do solo no local, caracterizada conforme parâmetros mínimos, máximos e ideais definidos por Souza e Lobato (2002), pode ter contribuído com a queda de rendimento mesmo sob sombreamento considerado como moderado, nas menores densidades.

Os solos da região, similares aos do Bolsão Sul-Matogrossense, são de alta sensibilidade à degradação, especialmente pela predominância de Neossolos Quartzarênicos, com textura média a arenosa, geralmente ácidos e com baixa fertilidade natural. Na região, há distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e ocorrência de veranicos no período chuvoso. Este fenômeno, associado à baixa capacidade dos solos armazenarem água, implica na sazonalidade da produtividade pecuária (SALTON et al., 2013). Consequentemente leva ao aumento das interações negativas da pastagem com as árvores uma vez que a resposta à adubação está diretamente relacionada ao grau de sombreamento. Quanto maior o nível de sombra, menor a resposta das gramíneas à adubação (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

A indicação de que o capim-marandu responde muito bem à adubação, especialmente à fosfatada, aumentando sua produção de matéria seca de 8.000 para 20.000 kg ha^{-1}, com a aplicação de 400 kg de P ha^{-1}, está registrada no documento de lançamento do material genético (EMBRAPA, 1984). Além disso, Alexandrino et al. (2005), estudando o crescimento e

características químicas e morfogênicas desse capim, verificaram grande diferença de perfilhamento ao longo do tempo de rebrota, em relação ao suprimento de N, observando que as plantas não adubadas com N pouco perfilharam, diminuindo o rendimento.

Em sistemas silvipastoris a competição por luz e, em alguns casos por água e nutrientes, entre os componentes arbóreo e herbáceo pode afetar o desenvolvimento do pasto. Paciullo et al. (2007; 2008a) relataram que a *Urochloa decumbens*, sob o sombreamento mais intenso (65%), teve sua produção de biomassa reduzida significativamente, embora, em condições de sombreamento moderado (35%) essa gramínea tenha produzido quantidade de forragem semelhante à da gramínea em condições de sol pleno. Lopes (2012) verificou que o sombreamento moderado foi benéfico para a duração de vida das folhas de *U. decumbens*, porém o percentual de perfilhos decresceu também linearmente com o aumento do sombreamento.

Neste trabalho, a radiação que atingiu o solo na densidade de 1052 arvores ha^{-1} (arco 5) foi substancialmente menor do que aquela com 256 arvores ha^{-1} (arco 17) (Figura 1), demonstrando a restrição luminosa que o sistema impôs ao pasto nas maiores densidades, justificando assim o menor rendimento. Considerando que um nível de sombreamento acima de 50% possa ser excessivo em condições de SSPs com árvores em linhas, prejudicando o desenvolvimento das forrageiras e que a radiação incidente no exterior de roda foi de 6 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$, valores abaixo de 3 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$estariam limitando o crescimento do pasto.

Valores acima de 3 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$foram obtidos para a densidade de 256 árvores ha^{-1} durante cinco meses (outubro a fevereiro), enquanto com 519 árvores.ha^{-1} foram apenas três meses (novembro a janeiro) e nenhum mês para 1052 árvores.ha^{-1}. $^{-1}$

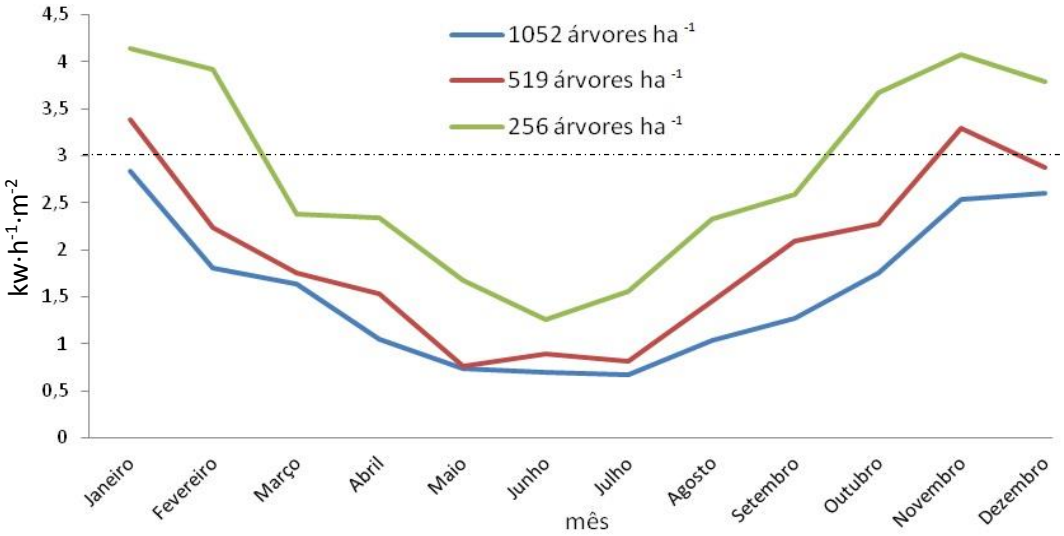

Figura 1. Média mensal de radiação solar ($kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.

De forma semelhante, Virgens, (2012) concluíram que 625 árvores ha^{-1} de árvore da chuva (*Samanea saman*) foram suficientes para influenciar negativamente a produção do capim-

marandu. Isto se deve ao fato de a espécie possuir copa frondosa e crescimento simpodial, gerando maior interceptação de luz do que plantas monopodiais como é o caso do eucalipto.

A produção de MST nos períodos de chuva e se de 2012 e verão de 2013 foi semelhante, mas diferiu estatisticamente da seca de 2011 que apresentou produção menor ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de matéria seca total (MST) de capim-marandu em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MST (kg ha^{-1})	1.664 a	2.168 b	2.445 b	2.182 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV= 22%; DMS= 394 $kg.ha^{-1}$

O menor rendimento na seca de 2011 deveu-se, principalmente, aos baixos índices pluviométricos que antecederam a coleta, que foi feita no mês de julho (Figura 2). Além disso, o capim foi semeado em abril, período de transição entre o final das chuvas e início da estação seca, onde há menos luz e temperaturas mais baixas que, aliadas à baixa fertilidade do solo, provavelmente, foram as causas do menor desenvolvimento inicial do capim.

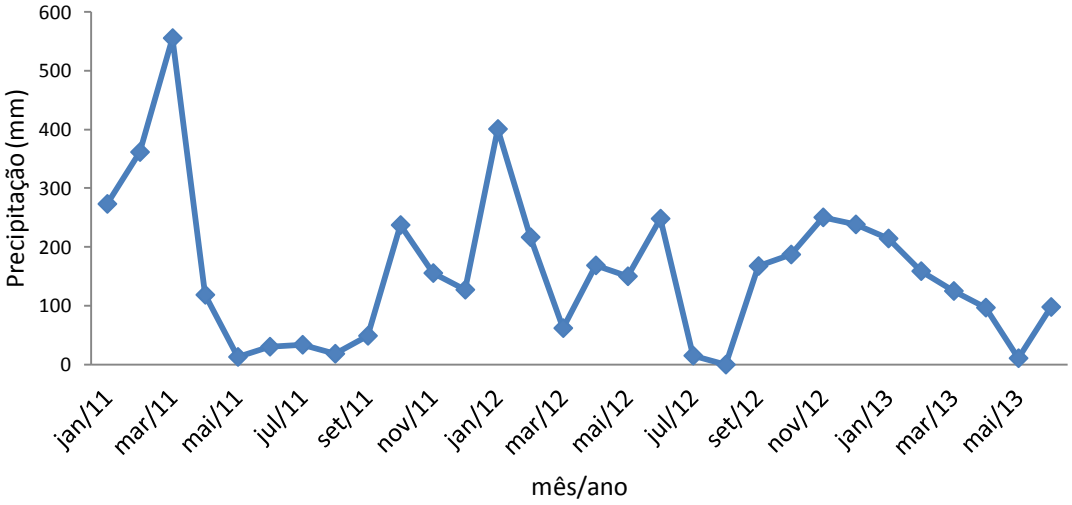

Figura 2. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS, de janeiro de 2011 a julho de 2013.

Alterações sazonais nas condições ambientais, tais como a variação de temperatura, luminosidade e chuvas, promovem variações na produção e na composição da forragem. Segundo Gerdes et al. (2000), o capim-marandu, quando amostrado em corte único em cada estação do ano, apresentou valores de 2.030 kg ha^{-1}, no período de chuvas, e 950 kg ha^{-1}, na seca. Neste sentido, mesmo que diferente entre as densidades de árvores, o rendimento médio dos períodos pode ser considerado como satisfatório, com exceção de julho de 2011. Os valores forram 1.664,

2.168, 2.445 e 2.182 kg ha^{-1} de matéria seca em julho de 2011, janeiro e julho de 2012 e janeiro de 2013, respectivamente.

b) Produção de Matéria seca de Folhas (MF)

A produção de MF não foi influenciada pelas densidades das árvores (Tabela 3), demonstrando o potencial de adaptação do capim-marandu ao sombreamento. Mesmo com menor rendimento total (MST), as plantas mantiveram a produção de folhas e colmos, importantes estruturas na captura da luz.

Tabela 3. Produção de massa de folhas (MF) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MF (kg ha^{-1})	746	635	712	651	679	NS

NS: não significativo ($p \leq 0,05$); CV=31%

De forma similar, Lopes (2012), não observou efeito do sombreamento no aparecimento de folhas de *U. decumbens* na ausência de adubação, o que alterou-se com a adição de fertilização nitrogenada. A continuidade na produção de folhas, mesmo com altos níveis de sombreamento pode significar melhoria na qualidade alimentar para o gado, uma vez que o processo de alimentação é seletivo, preferencialmente pelas partes mais verdes e tenras do capim (Wilson & t'Mannetje, 1978).

Normalmente, o sombreamento causado pelas árvores leva à redução na radiação incidente e na relação do espectro da luz (ex. vermelho:vermelho-extremo) (FELDHAKE, 2001). Esta condição de estresse pode causar mudanças significativas na morfologia de muitas forrageiras (LIN et al., 1999). A manutenção da produção de folhas indica adaptações fisiológicas e celulares que permitiram a estabilidade desta variável.

Cremon (2013), em ensaio com *U. brizantha* cv. Xaraés cultivada em três diferentes espaçamentos entre aleias de *E. urophylla*, observou que a proporção de folhas, em duas coletas no período de verão (dezembro de 2011 e 2012), foi de 63, 64 e 65% nos espaçamentos de 15, 21 e 27 m, estando entre os valores esperados, especialmente porque a área era frequentemente pastejada, provocando a renovação da pastagem.

A MF no período seco de 2012 e chuvoso de 2013, neste trabalho, apresentou valores iguais entre si, que diferiram estatisticamente daquela observada na seca de 2011 onde observou-se os menores valores. A maior MF foi observada nas chuvas de 2012 (Tabela 4), diferindo estatisticamente de todos os outros períodos avaliados ($p \leq 0,05$). A baixa produção de folhas na seca de 2011 pode ter ocorrido devido aos baixos índices pluviométricos nos períodos pré-coleta (Figura 2), e também em função da baixa produção de matéria seca total (MST).

Tabela 4. Produção de matéria seca de folhas (MF) de capim-marandu em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MF (kg ha^{-1})	362 a	961 c	727 b	690 b
Folhas (%)	23,03	46,85	30,20	32,57

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; DMS 161 kg.ha^{-1}

Mesmo que sem influência das densidades, o percentual de MF em relação à MST foi de 26 e 39 % para os períodos de seca e chuvas, respectivamente. Esses valores encontram-se abaixo do esperado, que seria de aproximadamente 60% nos períodos chuvosos e 30% nos períodos secos (VENDRAME et al., 2009). Segundo estes autores, períodos entre cortes acima de 100 dias causam drástica redução da porção de folhas no capim-marandu. Neste trabalho, com avaliações semestrais, o período entre cortes foi de seis meses, explicando a baixa produção de folhas.

c) Produção de Matéria seca de Colmos (MC)

A massa de colmos com bainha (MC) foi influenciada de forma linear inversa (p≤0,05) pelas densidades de árvores. O aumento da extensão do caule e, consequentemente seu percentual, parece ser a tendência geral das plantas cultivadas à sombra, como forma de compensar a deficiência de luz (SAMARAKOON et al., 1990; CASTRO et al., 1999).

Tabela 5. Produção de matéria seca de colmos (MC) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R^2
MC (kg ha^{-1})	752	595	585	516	517	738,3131 – 0,2784*x	0,67

* Significativo a p≤0,05; CV= 34%

Da mesma forma que aqui encontrado, Lopes (2012) encontrou os maiores valores de taxa de alongamento de colmo de *U. decumbens* no sombreamento de 70%, que foi justificado pela necessidade de busca por luz.

A MC no período seco de 2011 e chuvoso de 2013 foi menor do que nos outros dois períodos, sendo semelhantes entre si. Nas chuvas e seca de 2012 a MC foi maior do que os outros períodos e também semelhante entre si, e diferindo estatisticamente dos outros períodos (p≤0,05). (Tabela 6)

Tabela 6. Produção de massa de colmos (MC) de capim-marandu em sistema silvipastoril diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MC (kg ha^{-1})	412 a	730 b	758 b	471 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV = 28%; DMS = 138 kg.ha^{-1}

Variações na taxa de acúmulo de colmos no gênero *Urochloa* também são relatados por Fagundes et al. (2005) que registraram menores valores na seca, atribuindo tal redução à baixa disponibilidade de fatores de crescimento como água, luz e nutrientes. Assim a menor produção da seca de 2011 e chuvas de 2013 pode ter ocorrido devido à baixa pluviosidade observada nos meses que antecederam as avaliações (Figura 2).

d) Produção de massa de material senescente (MMS)

A massa de material senescente (MMS) apresentou tendência linear ($p \leq 0,01$) inversa em relação às densidades de árvores (Tabela 7).

Tabela 7. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R2
MMS (kg ha^{-1})	1026	925	796	677	549	Y = 1139,4680 - 0,6622 **x	0,97

** significativo ($p \leq 0,01$); CV= 31%

O comportamento da MMS acompanhou o da MST, indicando que quando há menor produção total a produção de material senescente decai, uma vez que, em sua grande maioria, é composto por folhas.

As maiores produções de MMS ocorreram nos períodos secos de 2011 e 2012 e nas chuvas de 2013 e não se diferenciaram estatisticamente. Os menores valores ocorreram na estação chuvosa de 2012, diferindo estatisticamente dos outros três períodos ($p \leq 0,05$) (Tabela 8). Comparando os dados das Tabelas 6 e 8 pode-se deduzir que a maior produção de folhas e colmos observada nesta avaliação pode ter sido responsável pelos menores valores de MMS, melhorando a qualidade do capim. Esse aspecto é importante, pois a porção senescente é a de menor valor nutritivo sendo seletivamente preterida pelos animais durante o pastejo (WILSON e T'MANNETJE, 1978).

Tabela 8. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MMS (kg ha^{-1})	889 b	353 a	915 b	1.020 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV= 43%; DMS = 293 kg.ha^{-1}

e) Teor de proteína bruta (PB)

O teor de PB não foi influenciado pelo adensamento das árvores (Tabela 9), apresentando valor médio de 6,9%. A literatura é bastante variada em relação ao comportamento do teores de PB. Segundo Sousa et al. (2007), o teor de PB na *U. brizantha* cv Marandu nos sub-bosques de ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) foi 29% maior que no seu controle, sem que essa diferença fosse significativa. Ao mesmo tempo, a produção de matéria seca da gramínea cultivada a pleno

sol foi significativamente maior em relação ao cultivo sob sombreamento, compensando assim seu menor teor de PB. Tendência similar foi observada por Carvalho et al. (1995) ao verificarem que as gramíneas sombreadas apresentaram maior concentração de N do que as gramíneas cultivadas a sol pleno.

Tabela 9. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
PB (%)	6,87	6,65	6,76	7,1	7,11	NS

NS: não significativo ($p \leq 0,05$); CV= 8,2%

Virgens, (2012) observaram que os teores de proteína bruta na matéria seca do capim sombreado por duas espécies arbóreas do gênero *Samanea* foram superiores ao do capim exposto a pleno sol ($p \leq 0,05$). Essa diferença foi, respectivamente, 42% e 34% maior no capim sob as copas de *S. saman* e S. *inopinata* quando comparado ao exposto a pleno sol. Carvalho et al. (1997), ao pesquisarem seis gramíneas tropicais cultivadas em sub-bosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.), verificaram que a produção de PB da *U. brizantha* cv. Marandu foi 47% mais alta nas plantas sombreadas.

De uma forma geral, o sombreamento de forrageiras pode resultar em melhoria dos teores de proteína bruta e de minerais na forragem (DEINUM et al., 1996), tais como cálcio, fósforo e potássio, no entanto, há uma dependência de bons índices de fertilidade do solo para que isso ocorra.

Nos períodos avaliados, os teores de PB no período seco de 2011 e 2012 foram maiores, sendo menores nas chuvas de 2012 e 2013, ambos semelhantes estatisticamente, apresentando diferenças apenas entre as duas estações ($p \leq 0,05$) (Tabela 10).

Tabela 10. Teor de proteína bruta na porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
PB (%)	7,71 b	6,16 a	7,38 b	6,36 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey $p \leq 0,05$; CV= 11,3%; DMS = 0,66%

Almeida et al. (2007) encontraram incremento nos valores de PB do capim-marandu sob sombra artificial durante as chuvas. Por outro lado, os autores indicaram que foi na seca que a contribuição do sombreamento para a qualidade do capim ficou mais evidente. Da Silva et al. (2008) não encontrou diferenças entre os teores de PB nos períodos de chuva e seca para o capim-marandu em sistema silvipastoril. No entanto, observaram que na época seca os valores foram 23,6% maiores sob a copa das árvores.

Ao longo deste experimento, o valor de PB manteve-se em torno de 6,2 %, nas chuvas, e 7,5%, na seca, reforçando a hipótese de que houve adaptação do capim à condição de pouca luminosidade. Tais valores estão de acordo com o obtido por outros autores em trabalhos com capim-marandu como Euclides e Medeiros (2003), Santos et al. (2004), Sousa et al. (2007) e Barnabé et al. (2007).

f) Digestibilidade *in vitro* (DIVMO)

A DIVMO foi influenciada pela densidades de árvores ($p \leq 0,05$), de forma linear e positiva (Tabela 11). Essa tendência também foi observada por Lopes (2012) em *U. decumbens* e Da Silva et al. (2008) com capim-marandu.

Tabela 11. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha $^{-1}$)						
	225	324	461	657	935	Equação	R2
DIVMO (%)	45,18	44,95	46,96	47,31	48,26	Y = 44,0897 +0,0047*x	0,88

* significativo ($p \leq 0,05$); CV=6 %

Sob sombreamento, os maiores valores da DIVMO, em geral estão correlacionados aos maiores teores de proteína bruta e menores de fibra em detergente neutro (FDN) (PACIULLO et al., 2007). Os valores encontrados neste trabalho poderiam ser maiores, não fosse a avançada maturação do capim no momento da colheita e a pequena altura de corte (5 cm). Para outras espécies, como a *U. decumbens*, há relatos (CARVALHO et al., 1994) de que o sombreamento influencia positivamente a DIVMO apenas durante a estação seca, em razão de melhores condições de umidade do solo sob as copas das árvores.

Deinum et al. (1996) e Lopes (2012) observaram ausência do efeito do sombreamento na digestibilidade em outras espécies forrageiras. A literatura mostra inconsistência do efeito da sombra na digestibilidade, o que pode ser atribuído às diferenças decorrentes de espécie forrageira, grau de sombreamento, estação do ano, entre outros (PACIULLO et al,. 2007).

O efeito positivo do sombreamento no valor nutritivo da forrageira se fez sentir na DIVMO, a partir da constatação neste trabalho, de que as suas médias em ambas as estações avaliadas foram semelhantes. Temperaturas elevadas, como as que ocorrem no verão dos trópicos comprometem a digestibilidade da matéria seca das forrageiras (WILSON et al., 1991), e a sombra pode amenizar este efeito.

Apesar do longo intervalo de corte (seis meses) e o elevado grau de maturidade caracterizado pela presença de muitas plantas em floração, a qualidade da forragem no que se refere à DIVMO aumentou com o adensamento das árvores. Nenhum fator isolado influencia tanto a qualidade da forragem quanto o estádio de desenvolvimento das plantas (BUXTON e FALES, 1994). Longos períodos de maturação provocam maior lignificação da pastagem,

podendo resultar em decréscimo na produção de componentes potencialmente digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas e minerais (GOMES, 2003; LEITE e EUCLIDES, 1994), o que não foi observado neste trabalho.

Com relação ao comportamento da DIVMO entre estações do ano, observou-se que nos períodos de seca em 2011 e 2012 e nas chuvas de 2012 não houve diferença para esta variável, que apresentou valores consideravelmente maiores e diferentes estatisticamente ($p \leq 0,05$) daqueles nas chuvas de 2013 (Tabela 12).

Tabela 12. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-marandu em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
DIVMO (%)	48,59 b	47,80 b	48,03 b	41,62 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste de Tukey $p \leq 0,05$;
CV= 5,4%; DMS=2,1

A DIVMO deste trabalho ficou abaixo do padrão encontrado por Da Silva et al. (2008), que foi de 60 % tanto para chuvas quanto para seca, indicando que a baixa fertilidade do solo pode ter prejudicado o desenvolvimento morfofisiológico do capim, resultando em baixos índices qualitativos em todas as densidades de árvores.

CONCLUSÕES

O sombreamento proporcionado por densidades entre 225 e 935 árvores ha^{-1} não alterou o teor de PB do capim-marandu, melhorando sua digestibilidade;

O rendimento total de matéria seca do capim-marandu foi comprometido pelo aumento da densidade arbórea, o mesmo não ocorrendo para a massa de folhas;

A produção de matéria seca do capim-marandu apresentou variações em relação as estações do ano, especialmente ao período mais seco em 2011.

O teor de proteína bruta foi maior nas estações secas, e os outros parâmetros nutritivos não apresentaram um padrão de variação relacionado as estações do ano.

REFERÊNCIAS

ALEXANDRINO, E.; NASCIMENTO JUNIOR, D.; REGAZZI, A. J.; MOSQUIM, P. R.; ROCHA, F. C.; SOUZA, D. Características morfogênicas e estruturais da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e freqüências de cortes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 27, n. 1, p. 7-14, 2005.

ALMEIDA, R. G. SLAVIK, I. R.; ZAMINHAN, A. M.; HASHINOKUTI, T. R. Efeitos do sombreamento sobre as características quantitativas e qualitativas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em consórcio com *Stylosanthes guianensis* cv. Mineirão. In.: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In.: Bungenstab, D. J. (Ed). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 2. Ed. p. 87 – 94.

ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, p. 263-270, 2004.

ARAÚJO, S. A. C.; DEMINICS, B. B.; CAMPOS, P. R. S. S. Melhoramento genético de plantas forrageiras tropicais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v.57, p.61-76, 2008.

ARAÚJO, R. A. S.; CUNHA, F. F.; WENDLING, I. J.; SILVA, C. F.; CALAZANI, W. R.; EMERICK, J. A. N. Morfogênese e crescimento do capim-marandu consorciado com coco anão sob irrigação e intervalos de desfolha. **Biosci. J**., Uberlândia, v. 27, n. 6, p. 856-864, Nov./Dec. 2011

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. P. Produção e composição químico bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, jul./set. 2007

BEHLING NETO, A. **Caracterização da forragem de capim-piatã e do microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto.** UFMT: Cuiabá. 2012. (Dissertação de Mestrado). 67 p.

BELSKY, A. J.; MWONGA, S. M.; AMUNDSON, R. G.; DUXBURY, J. M.; ALI, A. R. Comparative effects of isolated trees on their under canopy environment in high and low-rainfall savannas. **Journal of Applied Ecology,** v. 30, p. 143-155, 1993.

BOGDAN, A. V. **Tropical pasture and fodder plants**. London: Longman, 1977. 475 p.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, 1994. p. 155-199.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ALMEIDA, D.S.; VILLAÇA, H.A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem de pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.709-718, 1994.

CARVALHO, M.M.; FREITAS, V.P.; ANDRADE, A.C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, M.M.; SILVA, J.L.O.; CAMPOS JÚNIOR, 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**, v.26, p.213-218, 1997.

CARVALHO, M. M. Efeito do sombreamento na produtividade e na qualidade da forragem em pastagens. In: Congresso Brasileiro de Biometeorologia, 2., 1998, Goiânia. **Anais...** Goiânia: Sociedade Brasileira de Biometeorologia, 1998. p. 99-117.

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, p. 919-927, 1999.

CREMON, T. Influência *Pterodon emarginatus* sobre atributos físicos do solo em um sistema silvipastoril. In.: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão. 1, 2010. Dourados: Anais... Dourados: UFGD:2010.

CREMON, T**. Espaçamento entre faixas de árvores (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake) e suas interrelações com o acúmulo de forragem [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés], microclima e bem estar animal**. Dourados: UFGD. 2013 (Dissertação de Mestrado). 46 p.

COELHO, F. S. **Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras nelore em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta.** Diamantina: UFVJM. 2011 (Dissertação de Mestrado).21 p

DA SILVA, L. L. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008, 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33).

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* and *Panicum maximum* var. Trichoglume). **Netherlands journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URGUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, p.352‑356, 2007.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte, Campo Grande, MS. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu.** Campo Grande, EMBRAPA -CNPGC, 1984. 31p. (Documentos, 21).

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43 p. (Documentos 139)

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; REIS, G. C.; MARTUSCHELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.40, n.4, p.397-403, abr. 2005

FERNÁNDEZ, M.E.; GYENGE, J.E.; SCHLICHTER, T.M. Shade acclimation in the forage grass *Festuca pallescens*: biomass allocation and forage orientation. **Agroforestry Systems**, v.60, p.159-166, 2004.

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v.53, p.297-303, 2001.

GERDES, L.; WERNER, J. C.; COLOZZA, M. T. Avaliação de características agronômicas e morfológicas das gramíneas forrageiras Marandu, Setária e Tanzânia aos 35 dias de crescimento nas estações do ano. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 4, p. 947-954, 2000.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; NETO, A.F.G. et al. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim *Braquiária* e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.1645-1654, 2009.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1487-1494, 2007.

KEPHART, K. D.; BUXTON, D. R.; TAYLOR, S. E. Growth of C3 and C4 perennial grasses under reduced irradiance. **Crop Science**, v.32, p.1033-1032, 1992.

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.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires (Trad.de Guendriss Du Klimakunde, 1923), 1948.

LOPES, C. M. Desempenho da ***Brachiaria decumbens*** **submetida à fertilização em sistema silvipastoril.** Diamantina: UFVJM. 2012 (Dissertação de Mestrado)

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11., 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 267-297.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F., et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

MACEDO, M.C.M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42., 2005, Goiânia. **Anais**… Goiânia: SBZ/UFG, p.56-84, 2005.

MEIRELLES, P. R. L.; MOCHIUTTI, S. Formação de pastagens com capim-marandu (*Brachiaria brizantha* cv Marandú) nos Cerrados do Amapá. 1999 (**Recomendações Técnicas, 7)**., Embrapa Amapá.p.3

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004

MOTT, G. O. Evaluación de La produción de forrages. In: HUGES, H. D.; HEAT, M. E.; METCALFE, D. S. (Eds.). **Forrages: la ciencia de la agricultura basa en la production de pastos**. México: continental, 1970, p. 131-141.

MOROCO, J. **Análise Estatística com utilização do SPSS**. Lisboa: Edições Sílabo. 2003, 231 p.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

OLIVEIRA, T. K.; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S.; FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação dos sistemas silvipastoris.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2003. 28 p. (Embrapa, Acre. Documentos, 84).

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciênc. agrotec**., Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob

sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.04, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; 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**., Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008a

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; COSTA, I.A.; LIMA, A.M.; FERNANDES, E.N.; SOBRINHO, F.S. Influência do sombreamento e do nitrogênio nas características produtivas de duas espécies de capim braquiária. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracajú. 2008b.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**., Brasília, v.46, n.10, p.1176-1183, out. 2011

Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. **PLANO ESTADUAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE FLORESTAS PLANTADAS DE MATO GROSSO DO SUL**. 2009. 451 p.

RADOMSKI, M. I. RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris: aspectos da pesquisa com eucalipto e grevílea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2009. CD-ROM. - (Documentos, 191.Embrapa Florestas)

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N; ARANTES. M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G. **Sistema São Mateus – Sistema de Integração Lavoura-Pecuária para a região do Bolsão Sul Matogrossense**. Embrapa Agropecuária Oeste: Dourados, MS. 6p. 2013 (Comunicado Técnico, 186)

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.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.; LANA, R. P. Avaliação de pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: características químico-bromatológicas da forragem durante a seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.33, n.1, p.203-213, 2004

SIGA, **Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio**. Disponível em: < http://sigaweb.aprosojams.org.br/>. Acesso em 15/09/2013.

SKERMAN, P. J.; RIVEROS, F. Brachiaria. In: FAO. **Tropical Grasses**. ROME, 1990. p. 234-262.

SOUSA, L.F.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C. et al. Produtividade e valor nutritivo da *Brachiaria brizantha* cv. marandu em um sistema silvipastoril. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.59, p.1029-1037, 2007.

SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. **Cerrado: correção do solo e adubação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2002. 416 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3.ed. Editora Artmed. 2004. p. 87.

VENDRAME, J. P.; CASTAGNARA, D. D.; KRUTZMANN, A.; UHEIN, A.; OLIVEIRA, S. R. Proporções de folhas e colmos na forragem produzida por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk em seis idades de crescimento. ZOOTEC 2009. Águas de Lindoia, SP. **CD de Anais...** FZEA/USP-ABZ

VIRGENS, R. S. **Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-marandu em sistema silvipastoril.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetininga, BA, 2012. (Dissertação de Mestrado).

WILSON, J.R.; t´MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel gran and green panic leaves in swards. **Australian Journal Agricultural Research**, v.29, p. 503 - 519, 1978.

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON, H. M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops.** Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24. 1991.

WONG, C. C.; WILSON, J. R. The effect of shade on the growth and nitrogen content of green panic and siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. **Australian Journal of Agricultural Research**, Melbourne, v. 31, p. 269-285, 1980.

Capítulo 2.

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS PIATÃ SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL

Alex Marcel Melotto

RESUMO

Sistemas silvipastoris devem ser planejados e implantados de forma que a competição entre seus componentes não limite o desenvolvimento pleno de um deles. Conhecer o efeito de diferentes densidades de árvores nos parâmetros quali e quantitativos das forragens é fundamental para a construção de sistemas produtivos. Este trabalho objetivou avaliar o rendimento e o valor nutritivo do capim-piatã em sistema silvipastoril. Implantou- se, em maio de 2008, uma Roda de Nelder com 24 raios e 22 aneis tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13. Após três anos, em abril de 2011, semeou-se o capi-piatã. As amostras foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012 e chuvas (janeiro) de 2012 e 2013, nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 árvores ha^{-1}. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano. Avaliou-se o rendimento e o valor nutritivo da forragem por meio da matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC), de material senescente (MMS), percentual de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã. Os dados indicaram influência linear negativa das árvores na matéria seca total, sem que tenha havido na massa de colmos e de material senescente, e com efeitos dos períodos secos do ano e do longo tempo entre as coletas para todos os parâmetros. Os teores de proteína bruta e a digestibilidade in vitro da matéria orgânica mantiveram-se estáveis. O cultivo do capim-piatã com eucalipto nas densidades avaliadas prejudicou o rendimento total e não influenciou o valor nutricional da forragem.

Palavras-chave: integração lavoura-floresta, produção pecuária, qualidade da forragem.

Chapter 2

FORAGE MASS AND NUTRITIONAL VALUE OF *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã UNDER DIFFERENT TREE DENSITIES IN SILVOPASTORAL SYSTEM

ABSTRACT

Silvopastoral systems should be designed and implemented so that competition among components would not limit the full development of any of them. Knowing the effect of different tree densities in qualitative and quantitative parameters of fodder is essential for building production systems. This work aimed to evaluate yield and nutritional quality of piatã grass in a silvopastoral system. In May 2008 a Nelder Wheel was established, with 24 spokes and 22 rings having as tree component a Eucalyptus hybrid (E. urophylla x E. grandis), clone H13. After three years, in April 2011, marandu grass was seeded. Forage samples were collected for each grass in the dry season (July) 2011 and 2012 and in the rainy season (January) 2012 and 2013 under tree densities of 935, 657, 461, 324 and 225 trees.ha-1. Experimental design was random blocks with four repetitions and split-plots where parcels were the Nelder Wheel arches and sub parcels were year's seasons. Forage yield and nutritional value were evaluated through total dry matter weight (MST), leaves dry matter (MF), stems with sheath (MC) and decaying material (MMS); crude protein proportion (PB) and in vitro digestibility of organic matter (DIVMO) for grass leaves. Results showed a negative linear influence of trees in total dry matter mass, however the same effect was not observed for mass of stems and decaying material. There was effect of dry season and the long period between samplings for all parameters. Crude protein content and *in vitro digestibility* of organic matter were constant. Cultivating piatã grass under eucalyptus in the studied tree densities limited total yields but did not affect forage nutritional value.

Key words: integrated crop-forestty, livestock production, forage quality.

INTRODUÇÃO

O crescente processo de degradação das pastagens está associado à dos solos, cursos de água e ambientes aquáticos, à perda de biodiversidade e à emissão de gases poluentes. Recuperá-las, bem como sua produtividade passa a ser ação prioritária em função das restrições ambientais que inviabilizam a incorporação de áreas ainda não antropizadas para a formação de novas pastagens.

Nesse contexto, os sistemas agroflorestais, e em particular os sistemas silvipastoris (SSPs) são recomendados como uma opção viável para a recuperação de áreas degradadas, conciliando produção animal e vegetal com conservação ambiental (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

Do ponto de vista ambiental e de produtividade, uma das principais vantagens do SSP é a efetivação da proposta de uso múltiplo da terra por meio do aumento da eficiência no uso dos recursos em uma escala espacial e temporal. Além de reduzir os riscos, aumentar a estabilidade dos sistemas, em função da diversificação de espécies e promover o uso social e recreativo da terra, conforme citado na Declaração Silvipastoril (MOSQUERA-LOSARDA et al., 2006).

Os benefícios dos SSPs representam uma postura estratégica de longo prazo para a conservação ambiental. No entanto, para o produtor rural a arborização de pastagens deve apresentar um benefício real em curto e médio prazo. Porfírio-da-Silva (2007), afirma que os principais objetivos diretos da associação de árvores com pastagens são: a) aumento a renda total da área pastoril da propriedade; b) diversificação dos sistemas de produção, aumentando assim o poder de comercialização; e c) conservação do modo de vida e manutenção da tradição pecuária regional.

Em Mato Grosso do Sul, a maior parte das pastagens encontra-se em regiões de solos arenosos, que ao contrário dos solos argilosos, apresentam uma maior taxa de oxidação da matéria orgânica, favorecendo a desagregação de partículas e, consequentemente, os processos erosivos. Sendo assim, dependem da adição constante de resíduos para aumentar sua estabilidade e melhorar sua estrutura. Sistemas silvipastoris com eucalipto podem contribuir neste sentido, já que a cultura apresenta um alto potencial de produção de resíduos.

Muitas podem ser as formas de implantação de SSPs, com destaque para aquelas que empregam eucalipto com capins objetivando a produção madeireira e animal, unindo duas espécies de manejo conhecido, agregando valor e renda. Estudos conduzidos na região do Cerrado brasileiro demonstram que a adoção de sistemas agrissilvipastoris é economicamente mais atrativa do que os monocultivos de espécies florestais, oferecendo menores riscos de investimento e maior estabilidade nos retornos (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

A adoção do eucalipto justifica-se pela multiplicidade no uso, elevada taxa de crescimento, facilidade de rebrota e às variações na densidade da copa, que aumenta as

possibilidades de variação na radiação solar incidente no sub-bosque, viabilizando o estabelecimento das espécies forrageiras herbáceas e, consequentemente, a sustentabilidade do SSP (OLIVEIRA et al., 2003). Em Mato Grosso do Sul, há uma especial razão para o uso do eucalipto: o grande crescimento da área plantada que foi de 25 % ao ano, desde 2010, atingindo 570.000 hectares de área plantada em 2013 (SIGA, 2013).

Da mesma forma, *Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. Marandu é uma das espécies forrageiras mais usadas nas áreas de pastagens cultivadas para pecuária no Brasil Central. Estima-se que 50% das áreas de pastagens cultivadas estejam ocupadas com essa gramínea, na região Centro-Oeste (MACEDO, 2005).

Dentre as diversas espécies desse gênero, a *U. brizantha* é considerada a mais produtiva e, por isso, foi a que teve maior número de cultivares lançadas nos últimos anos, com destaque para a BRS Piatã, lançada em 2007. Isso demanda maior geração de informações de pesquisas sobre produção, manejo e qualidade (LUPATINI, 2010).

O capim-piatã (*U. brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R. D. Webster cv. BRS Piatã) é uma nova cultivar de braquiária, lançada pela Embrapa em 2007, como mais uma alternativa para a diversificação das pastagens no Brasil. Trata-se de uma cultivar lançada após 16 anos de avaliações pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) e parceiros, em estudos realizados em diversas regiões do País (VALLE et al., 2007).

Esta cultivar (Syn. *Brachiaria brizantha*) apresenta boa adaptação aos solos do Cerrado de média fertilidade, boa resposta à adubação, tolerância a fungos foliares e de raízes, florescimento precoce e, nos meses de janeiro e fevereiro, produz de 150 a 450 kg ha^{-1} de sementes puras. Os ganhos de peso por animal e por área são maiores do que aqueles obtidos em pasto de *U. brizantha* cultivar marandu, tendo-se observado, em média, 610 e 560 g por dia e 705 e 660 kg ha^{-1} de peso corporal (PC) por ano, para os capins piatã e marandu, respectivamente (EUCLIDES et al., 2009).

Essas características tornam a cultivar BRS Piatã excelente alternativa para a redução das extensas áreas caracterizadas por monocultivos de capim-marandu, hoje existentes em todos os Estados das regiões Centro-Oeste e Sudeste, e também para consórcio com árvores, tornando essenciais trabalhos que avaliem seu comportamento em sistemas silvipastoris no Centro Oeste Brasileiro. Essa cultivar é de fácil estabelecimento, alta produtividade, principalmente de folhas no período seco do ano, alta taxa de acúmulo e crescimento de forragem sob pastejo e boa qualidade forrageira (VALLE et al., 2011).

Segundo Almeida et al. (2012), a escolha das forrageiras para uso em SSP deve se pautar na sua tolerância ao sombreamento, tendo em vista que nessa condição, as forrageiras priorizarão o crescimento da parte aérea em detrimento do sistema radicular e retardarão o início do florescimento. Por outro lado, quando são sombreadas, as gramíneas forrageiras tendem a

apresentar melhor valor nutritivo, com maiores teores de proteína bruta e digestibilidade de matéria seca.

O efeito da sombra nas características morfológicas e de produção de matéria seca das espécies forrageiras tropicais tem sido estudado, mas relativamente poucos dados existem a respeito dos efeitos no valor nutricional. Geralmente observa-se aumento no teor de matéria seca e menor digestibilidade da forrageira herbácea, mas existem resultados conflitantes. Em muitos estudos encontrou-se um efeito positivo do sombreamento na concentração de minerais na planta, que foi relacionada à menor taxa de crescimento (GARCIA & COUTO, 1997). O componente arbóreo pode também propiciar maior aporte de minerais pela maior reciclagem de nutrientes.

A partir desse estado da arte, implantou-se experimento com o objetivo de avaliar o rendimento e o valor nutricional do capim-piatã em sistema silvipastoril, sob Neossolo Quartzarênico, tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, no Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Nova Brilhante da Ramires Reflorestamentos, em Ribas do Rio Pardo (Rod. BR 262, km 281), coordenadas geográficas 20º31'45,63" S e 54 º09'16,83" O, no Estado de Mato Grosso do Sul. O clima é classificado como tropical úmido Aw (KÖPPEN, 1948), com estação chuvosa no verão e seca no inverno.

O solo no local foi caracterizado como Neossolo Quartzarênico, com teores de areia, silte e argila de 90%, 3% e 7%, respectivamente. Os valores para a caracterização inicial da fertilidade do solo são apresentados a seguir respectivamente para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm: MO (11 e 8 mg dm^{-3}), pH (4 e 4,1), P (8 e 3 mg dm^{-3}); K^+ (0,2 e 0,1 $mmol_c dm^{-3}$); Ca^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), Mg^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), H^++ Al^{3+} (28 e 23 $mmol_c dm^{-3}$), Al^{3+} (9 e 6 $mmol_c dm^{-3}$), SB (19 e 9 $mmol_c dm^{-3}$), CTC (47 e 32 $mmol_c dm^{-3}$), V% (40 e 28 %), m% (32 e 42 %), conforme análises químicas realizadas por empresa especializada denominada Solos Laboratório, em Campo Grande, MS.

A área foi colonizada durante mais de 20 anos por *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk. Para o plantio do eucalipto, o solo foi preparado conforme a rotina utilizada nos plantios comerciais da propriedade: dessecação da gramínea com glifosato e, após 15 dias, subsolagem a 60 cm com abertura de sulcos e adubação. Em maio de 2008 foi realizado o plantio das árvores com mudas comerciais produzidas na Ramires Reflorestamento, em Ribas do Rio Pardo, MS.

O componente florestal foi o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, implantado em uma roda de competição, segundo o modelo proposto por Nelder (1962). A roda foi formada por 22 anéis concêntricos, com distâncias entre si variando do centro para a periferia entre 18,48 m e 67,51 m, equivalente a uma taxa de redução de 11 % na densidade (árvores ha^{-1}) e 6% de aumento na distância entre eles.

O ângulo entre os raios foi de 15°, resultando em 24 raios e, consequentemente 24 árvores plantadas em cada anel. O raio número 1 foi locado no sentido Norte. Considerou-se como área útil para as avaliações aquela embaixo das árvores plantadas nos anéis 6 a 18, os quais correspondem às densidades de 935, 832, 739, 657, 584, 519, 461, 410, 365, 324, 288, 256, 225, 202 e 180 árvores por hectare.

O capim-piatã (*Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) R.D. Webster cv. BRS Piatã) foi formado em abril de 2011, utilizando semeadura manual tipo "matraca" e 10 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis, sendo semeado no espaço entre três raios, repetidos quatro vezes dentro da roda, de forma aleatória. Em março de 2012 a roda recebeu adubação com 400 kg ha^{-1} de NPK 06-30-06 aplicado a lanço, em área total.

As amostras de forragem foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012 e nas chuvas (janeiro) de 2012 e 2013, em três subunidades de amostra (SU), com auxílio de um

quadro delimitador de 1 m² lançado aleatoriamente nas áreas relativas às plantas localizadas nos anéis 6, 9, 12, 15 e 18, correspondendo à densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 plantas ha^{-1} em cada uma das quatro repetições. Após cada coleta a área era roçada mecanicamente a 5 cm de altura, visando a homogeneização para as próximas coletas.

A massa fresca das SU foi registrada e em seguida estas foram unidas, formando unidades de amostras compostas (UA) sendo uma parte seca em estufa de circulação forçada a 60 ^{0}C até o peso permanecer para obtenção da matéria seca e a outra parte encaminhada para a separação morfológica.

Para avaliar o rendimento do capim considerou-se a produção (kg ha^{-1}) de matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC) e de material senescente (MMS). Após a separação morfológica e pesagem uma amostra foi encaminhada para o Laboratório de Bromatologia da Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS) para avaliação do valor nutritivo por meio de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), obtendo-se: os valores de percentual de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim.

Os dados climáticos foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica automática, localizada a 200 metros do experimento e foram utilizados para subsidiar o cálculo das médias mensais de precipitação, umidade relativa e temperatura média. Os dados mensais médios de Radiação solar (RS) e percentual de insolação (PI) nas densidades 256, 519 e 1052 árvores ha^{-1} foram coletados e estimados em 2012 e 2013 com o equipamento Solar Pathfinder®, nos pontos centrais da parcela à direita dos raios 1, 13, 7 e 19.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em quatro repetições com parcelas subdivididas, onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + e_{ij} + \gamma_k + (\alpha\,\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

γ_{ijk} = variáveis dependentes: matéria seca total, matéria seca das folhas, matéria seca de colmos, massa de material senescente, teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, do raio *i*, no bloco *j*, na estação *k*;

μ = média da população;

α_i = efeito devido ao *i*-ésimo raio (fator A);

b_j = efeito devido ao *j*-ésimo bloco;

e_{ij} = erro associado à parcela (*ij*);

γ_k = efeito devido à *k*-ésima estação (fator B);

$(\alpha\,\gamma)_{ik}$ = efeito da interação entre os fatores A e B;

e_{ijk} = erro associado à sub parcela (*ijk*).

Os valores relacionados aos diferentes raios obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, à regressão ($p \leq 0,05$). As diferenças entre as estações do ano

foram avaliadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Valores discrepantes foram identificados conforme metodologia de Box plot descrita por Moroco (2003) e removidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Produção de Matéria seca Total (MST)

O capim-piatã apresentou valores de MST que variaram de 1.883 a 2.312 kg ha^{-1}, sendo influenciado de forma linear ($p \leq 0,01$) negativa (R^2 de 0,77) pelo aumento nas densidades de árvores (Tabela 1). Diversos trabalhos recentes encontraram quedas na produtividade de forrageiras do gênero *Urochloa* em condições de sombreamento intenso (acima de 50%) e acréscimos em sombreamento moderado (PACIULLO et al., 2007 e 2008a; VIRGENS, 2012; LOPES, 2012; COELHO, 2011; BEHLING NETO, 2012), demonstrando que essas gramíneas podem tolerar certo grau de redução da luz.

Tabela 13. Produção de matéria seca total (MST) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R^2
MST (kg ha^{-1})	2.312	2.098	2.097	1.883	1.903	2.340,9741 – 0,5415 **x	0,77

** Significativo a $p \leq 0,01$; CV=11%

Este resultado para rendimento era esperado, uma vez que a presença de árvores reduz a luz incidente sobre as gemas originárias de perfilhos das gramíneas cultivadas abaixo. Além disso, também promove variações na relação entre os comprimentos de ondas compreendidos no intervalo vermelho/vermelho extremo, que compõem a qualidade da luz estimulante ao perfilhamento.

Como a produção de gramíneas refere-se, principalmente, ao número de perfilhos o sombreamento pode reduzir a produtividade, especialmente tratando-se de gramíneas tropicais, com metabolismo C4 (FRANK & HOFMAN, 1994). Pastos sob sombreamento apresentam menor altura de dossel e matéria seca de forragem, porém tendem a compensar apresentando maior teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (ALMEIDA et al. 2012).

Coelho (2011) e Behling Neto (2013), avaliando o capim-piatã em sistema silvipastoril com 224 e 357 árvores de eucalipto por hectare (22 ou 14 metros entre faixas e 2m entre plantas) no Mato Grosso do Sul concluíram que apenas a maior densidade foi responsável pela redução na produtividade deste capim, tanto no verão quanto no inverno, em condição de pastejo contínuo.

Coelho (2011) observou comportamento similar para o capim-piatã em sistema silvipastoril implantado em solo de boa fertilidade, em Campo Grande - MS. Em seus resultados, o sistema com 37 árvores por hectare (14 m entre faixas e 2 m entre plantas) a produção de matéria seca de forragem foi 24% menor em comparação ao pasto sem árvores. Mesmo assim, não houve diferença na taxa de lotação entre os sistemas, indicando possível melhoria na qualidade nutricional do capim presente em áreas sombreadas.

Em sistemas silvipastoris a competição por luz e, em alguns casos por água e nutrientes, entre os componentes arbóreo e herbáceo pode afetar o desenvolvimento do pasto. Paciullo et al. (2007 e 2008b) relataram que a *U. decumbens*, sob o sombreamento intenso (65 %) teve sua produção de biomassa reduzida. Por outro lado, detectaram que, sob sombreamento moderado (35%) essa gramínea produziu quantidade de forragem semelhante à condição de sol pleno. Para a mesma espécie de braquiária, Lopes (2012) verificou que o sombreamento moderado foi benéfico para a longevidade das folhas, embora o percentual de perfilhos tenha decrescido linear e inversamente em relação ao aumento do nível de sombra.

Neste trabalho, a radiação que atingiu o solo na densidade de 1052 arvores ha^{-1} (arco 5) foi substancialmente menor do que aquela com 256 arvores ha^{-1} (arco 17) (Figura 1), em qualquer época do ano, demonstrando a restrição luminosa que o sistema impôs ao pasto nas maiores densidades, justificando assim o menor rendimento. Considerando que um nível de sombreamento acima de 50% possa ser considerado excessivo em condições de SSPs com árvores em linhas, prejudicando o desenvolvimento das forrageiras e que a radiação incidente no exterior de roda foi de 6 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$, valores abaixo de 3 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$estariam limitando o crescimento do pasto.

Valores acima de 3 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$foram obtidos para a densidade de 256 árvores ha^{-1} durante cinco meses (outubro a fevereiro), enquanto com 519 indivíduos foram apenas três meses (novembro a janeiro) e nenhum mês para 1052 árvores. Portanto, a menor densidade avaliada foi a que possibilitou a penetração de radiação solar em níveis acima do mínimo recomendado.

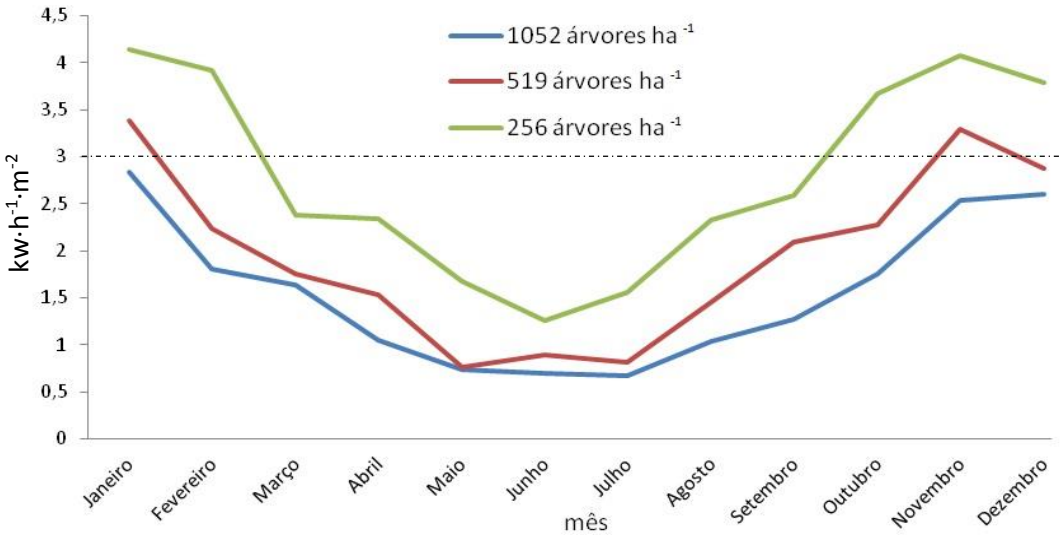

Figura 3. Média mensal de radiação solar ($kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.

Virgens (2012), concluíram que 625 árvores ha^{-1} de árvores da chuva (*Samanea saman*) já foram suficientes para influenciar negativamente a produtividade do capim-marandu. Isto se

deve ao fato de a espécie possuir copa frondosa e crescimento simpodial, gerando maior interceptação de luz do que plantas monopodiais como é o caso do eucalipto.

A MST nos períodos de seca de 2011, e 2012 e chuvas de 2013 foi semelhante, mas diferiu estatisticamente do período das chuvas de 2012 que apresentou maior produção ($p \leq 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 14. Produção de matéria seca total (MST) de capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MST (kg ha^{-1})	1.686 a	2.707 b	1.850 a	1.991 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=26%; DMS=449 kg ha^{-1}

Minson (1990) considerou que 2.000 kg ha $^{-1}$ de matéria seca é o limite mínimo de forragem disponível em pastos de gramíneas tropicais para não restringir o consumo dos animais, enfatizando que a quantidade de forragem ingerida é o principal limitante para a produção pecuária. No caso deste trabalho, somente nas chuvas de 2012 a produtividade ficou acima desse indicador, comprometendo seu potencial de uso com gado bovino nos outros períodos. Além disso, nos dois períodos de seca avaliados a precipitação pluvial foi menor do que nos verões (Figura 2), impondo estresse hídrico às forrageiras, o que reduz sua produtividade.

Euclides et al. (2008) também encontraram maiores valores para a produção total de massa de forragem do capim-piatã nos períodos das águas sob condições de pastejo. As gramíneas do gênero *Urochloa*, segundo Pizarro et al. (1996), chegam a acumular de 77 a 90% da produção total de matéria seca no verão em relação ao período da seca, forragem que, normalmente, não é consumida de forma eficiente, destacando assim a importância da manutenção dos índices produtivos durante a estação seca.

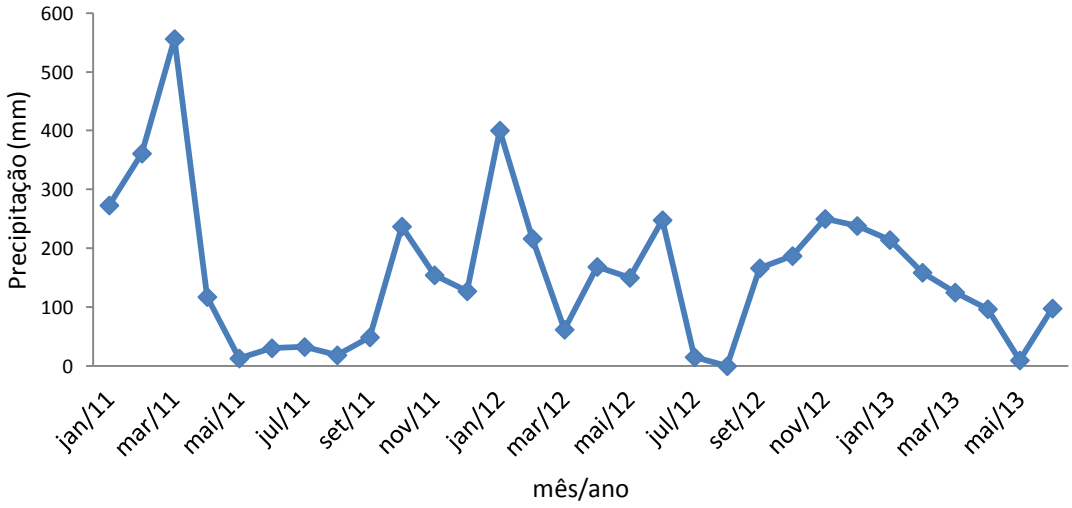

Figura 4. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS de janeiro de 2011 a julho de 2013.

Sob sombra pouco intensa, as plantas respondem com alterações estruturais às modificações ambientais. No entanto, esta capacidade adaptativa está diretamente relacionada à boa nutrição (TAIZ e ZEIGER, 2004). Portanto, a baixa fertilidade do solo no local do experimento pode ter contribuído para a queda de produtividade mesmo sob sombreamento considerado moderado nas menores densidades.

Euclides et al. (2008) sugerem que *U. brizantha* cv. piatã pode manter taxas de crescimento, e consequentemente a produção animal estável ao longo dos anos, mas para isso o ajuste adequado da lotação e adubações fosfatadas anuais são indispensáveis.

Os solos da região, similares aos do Bolsão Sul-Matogrossense, são de alta sensibilidade à degradação, especialmente pela predominância de texturas média e arenosa, geralmente ácidos e com baixa fertilidade natural. Na região, há distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e ocorrência de veranicos no período chuvoso. Estas características, associadas à baixa capacidade dos solos armazenarem água das chuvas, além de implicar na sazonalidade da produtividade pecuária (SALTON et al., 2013), aumenta as interações negativas da pastagem com as árvores uma vez que a resposta à adubação está diretamente relacionada ao grau de sombreamento, e quanto maior o sombreamento, menor a resposta das gramíneas à adubação (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

b) Produção de Matéria seca de Folhas (MF)

A produção de MF não foi influenciada pelas densidades das árvores (Tabela 3), demonstrando o potencial de adaptação do capim-piatã ao sombreamento.

Tabela 15. Produção de massa de folhas (MF) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MF (kg ha^{-1})	694	632	682	623	639	NS

NS: não significativo ($p \leq 0,05$); CV=25%

Em geral o sombreamento reduz a radiação incidente e altera o espectro da luz, particularmente a relação vermelho:vermelho-extremo (FELDHAKE, 2001), causando mudanças significativas na morfologia de muitas forrageiras (LIN et al., 1999). A principal adaptação é o aumento da área ou do número de folhas, otimizando a captura da luz disponível (TAIZ e ZEIGER, 2004).

De forma similar, Lopes (2012), não observou efeito do sombreamento na emissão de folhas de *U. decumbens* na ausência de adubação, o contrário ocorrendo com a adição de fertilização nitrogenada. A estabilização na produção de folhas, mesmo com alto teor de sombreamento, pode significar melhoria na qualidade alimentar para os bovinos, uma vez que são animais seletivos, que se alimentam preferencialmente das partes mais verdes e tenras do capim.

Wilson e t'Mannetje (1978) afirmam que os segmentos mais verdes da planta são os mais nutritivos da dieta e consumidos pelos animais de forma preferencial.

A produção de folhas em relação à MST foi semelhante entre as diferentes densidades, atingindo 34% da MST com 935 árvores ha^{-1} e 30% com 225 árvores ha^{-1}.

Cremon (2013), em ensaio com *U. brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre aleias de *E. urophylla*, observou que a proporção de folhas, em duas coletas no período de verão, foi de 63, 64 e 65% nos espaçamentos de 15, 21 e 27 m entre aleias, estando entre os valores esperados, especialmente por que a área era frequentemente pastejada, provocando a renovação da pastagem.

A MF no período seco de 2012 e chuvoso de 2013 apresentou valores intermediários e semelhantes, diferindo daquela observada na seca de 2011 (a menor MF) e chuvas de 2012 (a maior MF) (Tabela 4). A baixa produção de folhas na seca de 2011 pode ter ocorrido devido aos baixos índices pluviais nos períodos que antecederam às coletas (Figura 2).

Tabela 16. Percentual e produção de massa de folhas (MF) de capim-piatã em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MF (kg ha^{-1})	370 a	951 c	672 b	623 b
Folhas (%)	21,86	36,67	38,53	31,85

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=27%; DMS=152 kg ha^{-1}

Os percentuais de folha observados nos períodos avaliados então abaixo do esperado, que deveriam ser de aproximadamente 60% nos períodos chuvosos e 30% nos períodos secos (VENDRAME et al., 2009). Segundo estes autores, períodos entre cortes acima de 100 dias causam drástica redução da porção de folhas no capim. Neste trabalho, o período entre cortes foi de seis meses, explicando o baixo percentual de folhas encontrado, que foi de 30 e 34 % no período de chuvas e seco, respectivamente.

c) Produção de Massa de Colmos (MC)

A massa de colmos com bainha (MC) não foi influenciada pelas densidades das árvores, tal qual a MF (Tabela 5). O aumento da extensão do caule e, consequentemente seu percentual, parece ser a tendência geral das plantas cultivadas à sombra, como forma de compensar a deficiência de luz (SAMARAKOON et al., 1990; CASTRO et al., 1999). A ausência desta modificação indica manutenção da atividade da forrageira sob sombreamento, por meio de outras estratégias de adaptação.

Tabela 17. Produção de massa de colmos (MC) de capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MC (kg ha^{-1})	865	777	810	692	721	NS

NS: Não significativo a p≤0,05; CV=23%

A baixa fertilidade do solo da área do estudo também parece ter impedido o desenvolvimento de colmos. De forma semelhante Paciullo *et al*. (2008b) em trabalho com *U. decumbens* e *U. ruziziensis* verificando os efeitos de porcentagens de sombreamento artificial e de doses de nitrogênio na produção de matéria seca e no número de perfilhos das gramíneas forrageiras verificaram que as plantas apresentaram maior produção de colmos em condições de sombreamento (30 e 50%) somente nos tratamentos com nitrogênio.

O estiolamento de plantas submetidas ao sombreamento é um mecanismo pelo qual a planta cresce em direção à luz pela elevação de suas folhas no dossel. Em gramíneas, este comportamento permite melhor distribuição da radiação ao longo do perfil do dossel por meio do alongamento e aumento da quantidade de colmos, sob boas condições nutricionais (MELLO e PEDREIRA, 2004; GOMIDE et al., 2007).

A MC na estação seca de 2011 e 2012 e chuvosa de 2013 foi semelhante e diferiu das chuvas de 2012, que apresentou maiores valores (Tabela 6), acompanhando a MF (Tabela 4), indicando íntima relação entre o surgimento das duas estruturas sob sombreamento.

Tabela 18. Produção de massa de colmos (MC) de capim-piatã em sistema Silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MC (kg ha^{-1})	467 a	1335 b	621 a	669 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=34%; DMS=221 kg ha^{-1}

Variações na taxa de acúmulo de colmos no gênero *Urochloa* também são relatados por Fagundes et al. (2005) que registraram menores valores na seca, atribuindo tal redução à baixa disponibilidade de fatores de crescimento como água, luz e nutrientes. Portanto, pode-se explicar a menor produção de colmos no período seco de 2011 e 2012 e chuvoso de 2013 pela baixa pluviosidade observada nos meses que antecederam as avaliações (Figura 2).

Essas diferenças nas estruturas do dossel e os maiores valores nas chuvas podem também ser explicados pela época de florescimento da cultivar piatã, que é precoce e ocorre em dias longos de verão (janeiro e fevereiro). Em gramíneas forrageiras, o alongamento do colmo ocorre, em geral, neste período, quando há decréscimos na relação folha:colmo, provocada pelo maior

crescimento do colmo e o cessamento do aparecimento de folhas com o início do florescimento (EUCLIDES et al. 2008).

d) Produção de massa de material senescente (MMS)

A massa de material senescente da forrageira (MMS) não apresentou diferenças nas diferentes densidades de árvores ($p \leq 0,05$) (Tabela 7).

Tabela 19. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MMS (kg ha^{-1})	662	688	542	545	503	NS

NS: Não significativo ($p \leq 0,05$); CV=37%

A deposição de MMS é consequência da produção de massa de folhas (MF) e massa de colmos (MC), o que explica o comportamento similar dos três parâmetros, observados pelos resultados apresentados nas Tabelas 3, 5 e 7.

A MMS na estação seca de 2011 diferiu das chuvas e seca de 2012, sendo semelhante a chuvosa de 2013. Os períodos seco e chuvoso de 2012 apresentaram semelhança estatística, sendo que a estação chuvosade 2012 diferiu de 2013 ($p \leq 0,05$) (Tabela 8).

Tabela 20. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MMS (kg ha^{-1})	810 c	371 a	524 ab	648 bc

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=37%; DMS=187 kg ha^{-1}

O acúmulo de MMS, durante a estação seca, está associado à senescência natural da planta forrageira, além de ser acelerada pelo déficit hídrico no período, agravado por período entre cortes estendidos, reduzindo a qualidade da forragem (EUCLIDES et al. 2008).

e) Teor de proteína bruta (PB)

O teor de PB não foi influenciado pelo adensamento das árvores (Tabela 9). Segundo Sousa et al. (2007), em ensaio com *U. brizantha* cv marandu, gramínea da mesma espécie, o teor de PB na nos sub-bosques de ipê felpudo (*Zeyheria tuberculosa*) foi 29% maior que no controle, sem que essa diferença fosse significativa.

Nesse trabalho, a produção de MS da gramínea cultivada a pleno sol foi significativamente maior em relação a cultivada sob sombreamento, compensando assim seu menor teor de PB. Tendência similar foi observada por Carvalho et al. (1995) ao verificarem que

as gramíneas sombreadas apresentaram maior concentração de N do que as gramíneas cultivadas a sol pleno, aumentando também o valor de PB.

Tabela 21. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e Janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
PB (%)	7,05	6,85	6,99	7,07	7,13	NS

NS: não significativo ($p \leq 0,05$); CV=15%

Virgens(2012), observaram que os teores de proteína bruta na matéria seca do capim-marandu sombreado por duas espécies arbóreas do gênero *Samanea* foram superiores ao do capim exposto ao pleno sol ($p \leq 0,05$). Essa diferença foi, respectivamente, 42% e 34% maior no capim sob as copas de *S. saman* e S. *inopinata* quando comparado ao exposto ao pleno sol. Carvalho et al. (1997), ao pesquisarem seis gramíneas tropicais cultivadas em sub-bosque de angico-vermelho, verificaram que a produção de PB da *U. brizantha* cv. marandu foi 47% mais alta nas plantas sombreadas.

De uma forma geral o sombreamento de forrageiras, pode resultar em melhoria dos teores de proteína bruta e de minerais na forragem (DEINUM *et al*., 1996), tais como cálcio, fósforo e potássio, no entanto, há uma dependência de bons índices de fertilidade do solo para que isto ocorra.

Nos períodos avaliados, os valores de PB nos verões de 2012 e 2013 foram semelhantes entre si e menores do que nos outros períodos, enquanto nos períodos de seca de 2011 e 2012 foram maiores e semelhante entre si (Tabela 10).

Tabela 22. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-piatã em Sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
PB (%)	8,51 c	5,91 a	7,57 b	6,08 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=11%; DMS=0,69

Almeida et al. (2007), trabalhando com capim-marandu encontraram dados indicativos de que foi na estação seca a maior contribuição da árvores para a qualidade do capim, semelhante ao observado neste trabalho com a cultivar piatã.

Ao longo do experimento, a PB manteve-se em torno de 6 % no verão e 7 % na seca, reforçando a hipótese de que houve adaptação do capim à condição de pouca luminosidade. O valor médio de PB, próximo a 7 % está de acordo com o obtido por outros autores em trabalhos com *U. brizantha* como Euclides e Medeiros (2003), Santos et al. (2004), Souza et al. (2007) e Barnabé et al. (2007).

Nos períodos de seca as pastagens tropicais normalmente apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade. Isso ocorre em razão de que, em geral, as pastagens apresentam

avançada idade fisiológica e baixa rebrota, decorrente da inibição causada pela presença de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, baixas temperaturas e dos dias mais curtos (SANTOS et al., 2004).

Neste trabalho, foram observados melhores índices de PB na seca, provavelmente em decorrência da presença das árvores que reduzem a velocidade dos ventos, diminui a evaporação da água do solo provocando redução de extremos de temperatura.

O longo período entre cortes pode ter prejudicado os teores de PB durante a estação chuvosa, em função do amadurecimento das plantas forrageiras e à consequente redução da disponibilidade e proporção de folhas verdes no relvado, provocando aumento do teor de fibras e a redução do teor de PB da forragem disponível (BLASER 1994).

f) Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO)

A DIVMO não foi influenciada pela densidades das árvores (Tabela 11), conforme observado também por Lopes (2012) com *B. decumbens* e Da Silva et al. (2008) com capim-marandu.

Tabela 23. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e Janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha $^{-1}$)					
	225	324	461	657	935	Equação
DIVMO (%)	46,56	47,32	47,35	48,49	48,97	NS

NS: Não significativo ($p \leq 0,05$); CV=5,15%

Lopes (2012) e Deinum et al. (1996) observaram que o sombreamento não provocou efeito sobre a digestibilidade em outras espécies forrageiras. A literatura mostra grande diversidade de respostas do efeito da sombra neste parâmetro, o que pode ser atribuído às diferenças decorrentes das espécies utilizadas, grau de sombreamento, estação do ano, entre outros (PACIULLO et al., *2007*).

A avançada maturação do capim e a pequena altura de corte (5 cm), contribuiu para a redução dos valores de digestibilidade. Isto foi observado também por Santos et al., (2004).

Apesar do longo intervalo de corte adotado (seis meses) e o elevado grau de maturidade, o valor nutricional da forragem no que se refere à DIVMO não se alterou com o adensamento das árvores. Nenhum fator isolado influencia tanto a qualidade da forragem quanto o estádio de desenvolvimento das plantas (BUXTON e FALES, 1994). Períodos de maturação provocam maior lignificação da pastagem, de maneira que a produção dos componentes potencialmente digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas e minerais, tenderiam a decrescer (GOMES, 2003; LEITE e EUCLIDES, 1994), o que não foi observado neste trabalho.

Nas amostragens dos períodos de seca de 2011 e 2012 os resultados da DIVMO não diferiram entre si, com valores consideravelmente maiores do que aqueles obtidos nos verões de 2012 e 2013 (Tabela 12).

Tabela 24. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
DIVMO (%)	51,58 c	46,74 b	50,84 c	41,79 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=5,23%; DMS=2,12

Carvalho et al. (1994) relataram que o sombreamento para a *U. decumbens* não influenciou os valores de DIVMS na época das chuvas, no entanto, aumentou durante a época seca do ano, em razão de melhores condições de umidade do solo, sob as copas das árvores, permitindo assim que as plantas ficassem mais verdes durante esse período. Temperaturas elevadas, como as que ocorrem no verão dos trópicos comprometem a digestibilidade da matéria seca das forragens (WILSON, et al., 1991), no entanto, neste trabalho, a média de DIVMO nas estações foi muito similar entre elas, evidenciando o efeito positivo da presença de árvores na manutenção do valor nutritivo da forragem.

Da Silva et al. (2008) não encontraram diferenças entre os teores de DIVMO nos períodos de chuvas e seca para outro capim, o marandu em sistema silvipastoril. Os autores observaram, no entanto, que na época seca o teor foi 23,6% maior sob a copa das árvores.

A DIVMO deste trabalho está abaixo do padrão encontrado por Da Silva et al. (2008), em trabalho com capim-marandu que foi de 60% tanto nas chuvas quanto na seca, indicando que diferentes capins apresentam diferentes comportamentos quando plantados em consórcio com árvores.

CONCLUSÕES

Densidades entre 225 e 935 árvores ha^{-1} não prejudicaram o valor nutritivo do capim-piatã;

O rendimento total do capim-piatã foi comprometido pelo aumento da densidade arbórea, o mesmo não ocorrendo para a massa de folhas, colmos e material senescente;

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G. SLAVIK, I. R.; ZAMINHAN, A. M.; HASHINOKUTI, T. R. Efeitos do sombreamento sobre as características quantitativas e qualitativas de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu em monocultivo e em consórcio com *Stylosantes guianensis* cv. Mineirão. In.: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 43, 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. CD-ROM.

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In.: Bungenstab, D. J. (Ed). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 2. ed. p. 87 – 94.

BARNABÉ, M. C.; ROSA, B.; LOPES, E. L.; ROCHA, G. P.; FREITAS, K. R.; PINHEIRO, E. P. Produção e composição químico bromatológica da *Brachiaria brizantha* cv. Marandu adubada com dejetos líquidos de suínos. **Ciência Animal Brasileira**, v. 8, n. 3, p. 435-446, jul./set. 2007

BEHLING NETO, A. **Caracterização da forragem de capim-piatã e do microclima em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto.**UFMG: Cuiabá. 2012. (Dissertação de Mestrado)

BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.279-335.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, 1994. P. 155-199.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem de pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J. L. O.; CAMPOS JÚNIOR, 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**, v.26, p.213-218, 1997.

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, p. 919-927, 1999.

CREMON, T**. Espaçamento entre faixas de árvores (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake) e suas interrelações com o acúmulo de forragem [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés], microclima e bem estar animal**. Dourados: UFGD. 2013 (Dissertação de Mestrado)

COELHO, F. S. **Comportamento de pastejo e ganho de peso de bezerras nelore em sistema de integração lavoura-pecuária-floesta.** Diamantina: UFVJM. 2011 (Dissertação de Mestrado).

DA SILVA, L. L. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008, 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33).

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 and Panicum maximum var. Trichoglume). **Netherlands journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesq. agropec. bras., Brasília**, v.43, n.12, p.1805-1812, dez. 2008

EUCLIDES, V. P. B.; MEDEIROS, S. R. **Valor nutritivo das principais gramíneas cultivadas no Brasil.** Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2003. 43 p. (Documentos 139)

FAGUNDES, J. L.; FONSECA, D. M.; GOMIDE, J. A.; JUNIOR, D. N.; VITOR, C. M. T.; MORAIS, R. V.; REIS, G. C.; MARTUSCHELLO, J. A. Acúmulo de forragem em pastos de *Brachiaria decumbens* adubados com nitrogênio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.40, n.4, p.397-403, abr. 2005

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted Robinia pseudoacacia in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v.53, p.297-303, 2001.

FRANK, A.B., HOFMAN, L. Light quality and stem numbers in cool-season forage grasses. **Crop Science**. v. 34. p. 468-473. 1994.

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability. In: Gomide, J.A., (ed.) Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo, Viçosa. **Anais...**Viçosa: Depto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997, p. 281-302.

GOMES, V. M. **Disponibilidade e valor nutritivo de braquiária vedada para uso na região semi-árida de Minas Gerais**. 2003. 99 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.

GOMIDE, C. A. M.; GOMIDE, J. A.; ALEXANDRINO, E. Características estruturais e produção de forragem em pastos de capim-mombaça submetidos a períodos de descanso. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.42, p.1487-1494, 2007.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires (Trad.de Guendriss Du Klimakunde, 1923), 1948.

LOPES, C. M. Desempenho da ***Brachiaria decumbens*** **submetida à fertilização em sistema silvipastoril.** Diamantina: UFVJM. 2012 (Dissertação de Mestrado)

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 267-297.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F.; et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

LUPATINI, G. C. Produção, características morfológicas e valor nutritivo de cultivares de

Brachiaria brizantha submetidas a duas alturas de resíduo. Botucatu-SP: Universidade Estadual

Paulista Julio de Mesquita Filho, 2010. 64 p. Tese (Doutorado em Zootecnia), Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho, 2010.

MACEDO, M. C. M. Pastagens no ecossistema Cerrados: evolução das pesquisas para o desenvolvimento sustentável. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 42, 2005, Goiânia. **Anais**… Goiânia: SBZ/UFG, p.56-84, 2005.

MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (Panicum maximum Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, p.282-289, 2004

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego:Academic Press, 1990. 483p

MOROCO, J. **Análise Estatística com Utilização do SPSS**. Lisboa: Edições Sílabo. 2003, 231 p.

MOSQUERA-LOSADA, M. R.; FERNÁNDEZ-NÚÑEZ, E.; RIGUEIRO-RODRÍGUEZ, A. Pasture, tree and soil evolution in silvopastoral systems of Atlantic Europe. **Forest Ecology and Management**, v. 232, p. 135-145, 2006.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. Biometrics, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962.

OLIVEIRA, T. K.; FURTADO, S. C.; ANDRADE, C. M. S.; FRANKE, I. L. **Sugestões para implantação dos sistemas silvipastoris.** Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 28 p. (Embrapa, Acre. Documentos, 84), 2003.

OLIVEIRA, T. K.; MACEDO, R. L. G.; SANTOS, I. P. A.; HIGASHIKAWA, E. M.; VENTURIN, N. Produtividade de *Brachiaria brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Marandu

sob diferentes arranjos estruturais de sistema agrossilvipastoril com eucalipto. **Ciênc. agrotec**., Lavras, v. 31, n. 3, p. 748-757, maio/jun., 2007

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.04, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; CAMPOS, N. R.; GOMIDE, C. A. M.; 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**, Brasília, v.43, n.7, p.917-923, jul. 2008a

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; COSTA, I.A.; LIMA, A.M.; FERNANDES, E.N.; SOBRINHO, F.S. Influência do sombreamento e do nitrogênio nas características produtivas de duas espécies de capim braquiária. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracajú. 2008b.

PLANO ESTADUAL PARA O DESENVOLVIMENTO DE FLORESTAS PLANTADAS DE MATO GROSSO DO SUL. Governo do Estado de Mato Grosso do Sul. 2009. 451 p.

PIZARRO, E.A.; VALLE, C.B.; SÉLLER-GREIN, G. et al. Regional experience with Brachiaria: Tropical

America-savannas. In: MILES, J.W.; MAASS, B.L.; VALLE, C.B. et al. Eds.. Brachiaria: Biology, agronomy and improvement. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical; Brasília: Embrapa-CNPGC, 1996. p.225-246.

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Ecologia e manejo em sistema silvipastoril. In: FERNANDES, E. N.; PACUILLO, D. S.; CASTRO, C. R. T. de; MULLER, M. D.; ARCURI, P. B.; CARNEIRO, J. da C. (Ed.). Sistemas agrossilvipastoris na América do Sul: desafios e potencialidades. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2007. p. 51-67.

RADOMSKI, M. I. RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris : aspectos da pesquisa com eucalipto e grevílea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.** Colombo : Embrapa Florestas, 2009. CD-ROM. - (Documentos 191 / Embrapa Florestas)

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N>; ARANTES. M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G.; Sistema São Mateus – Sistema de Integração Lavoura-Pecuária para a região do Bolsão Sul-Matogrossense. Embrapa Agropecuária Oeste: Dourados, MS. 6p. 2013 (Comunicado Técnico 186)

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.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.; LANA, R. P. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.33, n.1, p.203-213, 2004

SIGA, **Sistema de Informação Geográfica do Agronegócio**. Disponível em: < http://sigaweb.aprosojams.org.br/>. Acesso em 15/09/2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Edição. Editora Artmed. 2004. p. 87.

VALLE, C. B.; MACEDO, M. C. M.; EUCLIDES, V. P. B.; JANK, L.; RESENDE, R. M. S. Gênero *Brachiaria*. In: FONSECA, D. M.; MARTUSCELLO, J. A. **Plantas forrageiras**. Viçosa: UFV, 2011. p. 30-77.

VALLE, C. B.; EUCLIDES, V. P. B.; VALÉRIO, J. R.; MACEDO, M. C. M.; FERNANDES, C. D.; DIAS-FILHO, M. B. *Brachiaria brizantha* cv. Piatã: uma forrageira para diversifi cação de pastagens tropicais. **Seed News**, v. 11, n. 2, p. 28-30, 2007.

VENDRAME, J. P.; CASTAGNARA, D. D.; KRUTZMANN, A.; UHEIN, A.; OLIVEIRA, S. R. Proporções de folhas e colmos na forragem produzida por *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e *Brachiaria decumbens* Stapf cv. Basilisk em seis idades de crescimento. ZOOTEC 2009. Águas de Lindoia, SP. **CD de Anais..** FZEA/USP-ABZ

VIRGENS, R. S. **Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-marandu em sistema silvipastoril.** Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetininga, BA, 2012. (Dissertação de Mestrado).

WILSON, J.R.; t´MANNETJE, L. Senescence, digestibility and carbohydrate content of buffel gran and green panic leaves in swards. **Australian Journal Agricultural Research**, v.29, p. 503 - 519, 1978.

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON,H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops.** Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24. 1991.

Capítulo 3

MASSA DE FORRAGEM E VALOR NUTRITIVO DE *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Massai SOB DIFERENTES DENSIDADES DE ÁRVORES EM SISTEMA SILVIPASTORIL

RESUMO

A avaliação da interação entre espécies florestais e forrageiras é fundamental para o sucesso na implantação de sistemas silvipastoris, especialmente no que tange à produção das pastagens, essencial para o uso sustentável da área. Este trabalho objetivou avaliar o rendimento e o valor nutritivo do capim-massai em sistema silvipastoril. Implantou- se, em maio de 2008, uma Roda de Nelder com 24 raios e 22 anéis tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13. Após três anos, em abril de 2011, semeou-se o capim-massai. As amostras foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012 e chuvas (janeiro) de 2012 e 2013, nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 árvores ha^{-1}. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições onde as parcelas foram representadas pelos anéis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano. Avaliou-se o rendimento e o valor nutritivo da forragem por meio da matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC), de material senescente (MMS), percentual de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim. Os dados indicaram influência linear negativa das árvores na matéria seca total, e positiva na massa de material senescente sem que tenha havido na massa de colmos e de folhas, com efeitos dos períodos do ano entre as coletas para todos os parâmetros. Os teores de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica mantiveram-se estáveis. O cultivo do capim-massai com eucalipto nas densidades avaliadas prejudicou o rendimento total e não influenciou o valor nutricional da forragem.

Palavras-chave: arborização de pastagens, pecuária sustentável, qualidade da forragem.

Chapter 3

FORAGE MASS AND NUTRITIONAL VALUE OF *Panicum maximum* (Jacq.) cv. Massai UNDER DIFFERENT TREE DENSITIES IN SILVOPASTORAL SYSTEM

ABSTRACT

Assessing interactions among trees and grasses species are essential to assure successful implementation of silvopastoral systems, especially in regards grass-forage production, promoting more sustainable land use. This work aimed to evaluate yield and nutritional quality of massai grass in a silvopastoral system. In May 2008 a Nelder Wheel was established, with 24 spokes and 22 rings having as tree component a Eucalyptus hybrid (E. urophylla x E. grandis), clone H13. After three years, in April 2011, marandu grass was seeded. Forage samples were collected for each grass in the dry season (July) 2011 and 2012 and in the rainy season (January) 2012 and 2013 under tree densities of 935, 657, 461, 324 and 225 trees.ha-1. Experimental design was random blocks with four repetitions and split-plots where parcels were the Nelder Wheel arches and sub parcels were year's seasons. Forage yield and nutritional value were evaluated through total dry matter weight (MST), leaves dry matter (MF), stems with sheath (MC) and decaying material (MMS); crude protein proportion (PB) and in vitro digestibility of organic matter (DIVMO) for grass leaves. Results showed a negative linear influence of trees on total dry matter mass and positive influence on dry matter mass of decaying material. No effect was observed on mass of stems and leaves, but there were effects of periods of the year between samplings sampling intervals for all parameters. Crude protein and in vitro digestibility of organic matter remained stable. Cultivating massai grass under eucalyptus in the studied tree densities reduced total grass yields, but did not affect forage nutritional value.

Key words: pasture afforestation, sustainable cattle husbandry, forage quality.

INTRODUÇÃO

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 degradação das pastagens, resultando em graves problemas ambientais e socioeconômicos.

Como práticas incorretas de manejo destacam-se a lotação animal acima da capacidade de suporte da pastagem, a escolha inapropriada de espécies forrageiras frente às condições edafoclimáticas locais e o uso de sistemas de produção insustentáveis (WENDLING, 2011).

Os sistemas agroflorestais, e em particular os sistemas silvipastoris (SSPs) são recomendados como opções viáveis para a recuperação de áreas degradadas, conciliando produção animal e vegetal com conservação ambiental (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

Os SSPs precisam ser implantados de forma que a competição por luz, água e nutrientes entre forrageiras herbáceas e árvores seja adequadamente conduzida e a associação de árvores e pastagem precisa ser dimensionada para tirar o melhor proveito da produção de carne e de produtos florestais (MONTOYA-VILCAHUAMAN et al., 2000).

Em sistemas agrissilvipastoris, dispostos em linhas ou renques, especialmente aqueles com mais de uma linha é possível supor que haja influência das árvores sobre o pasto, à medida que este se distancia dos troncos e que esta influência seja diferente ao logo do ano (PACIULLO et al., 2011). Embora a influência do componente arbóreo nas características do pasto se concentre principalmente sob as copas das árvores, os efeitos do sombreamento podem alcançar regiões localizadas além da projeção das copas (DIAS et al., 2007), exigindo assim especial atenção ao modelo de implantação e seu espaçamento.

Além disso, com o crescimento das árvores há uma diminuição progressiva da luminosidade disponível para o sub-bosque que, obviamente, influencia a produtividade do pasto. Desta forma, os sistemas de produção integrados que visam a produção pecuária e florestal devem ser planejados de forma que sejam selecionados os componentes e o arranjo adequados, maximizando a produtividade e o conforto térmico animal.

A presença de um estrato arbóreo em pastagens pode constituir-se também numa forma de promover a manutenção de forragem verde no inverno (PORFÍRIO DA SILVA, 1994). O estrato arbóreo constitui uma barreira contra perdas de radiação de ondas longas durante a noite, impedindo a formação de geadas de radiação (geada branca) e os ventos gélidos e dessecantes (geada negra). Desta forma, a presença das árvores pode contribuir para a conservação de calor do solo e do ar, ao proteger a área da ação dos ventos que arrastariam a umidade do ar.

Tem sido comum verificar a ocorrência de pastagens verdes sob árvores durante o inverno, em detrimento de condições microclimáticas diferentes daquelas a sol pleno. Porfírio–da-Silva et al. (1998), registraram nas condições do noroeste paranaense, temperaturas do ar mais elevadas em até 2°C na posição sob as copas de renques arbóreos em noite de inverno.

Algumas das gramíneas mais usadas para a formação de pastagens no Brasil, como Urochloa *decumbens*, *U. brizantha*, cultivares de *Panicum maximum* (Jacq.) foram consideradas tolerantes ao sombreamento artificial por Carvalho et al. (2001) e carecem de estudos para que seu uso consolide-se em SSP.

A cultivar massai, um híbrido espontâneo entre *Panicum maximum* e *Panicum infestum* (Peters), foi lançada no mercado brasileiro em 2001, como uma gramínea de sistema radicular mais adaptado aos solos com características adversas de compactação, acidez e fertilidade, quando comparado às cultivares mombaça e tanzânia (EMBRAPA, 2001).

Este capim exige uma precipitação pluvial acima de 700 mm, sendo resistente à estiagens prolongadas, além de considerável eficiência na utilização dos nutrientes (FARIA, 2007). Pesquisas conduzidas no Brasil demonstram que a cultivar massai apresenta ampla faixa de adaptação nas regiões Norte e Centro-Oeste (EMBRAPA, 2001).

Apresenta grande velocidade de estabelecimento e rebrota, com média tolerância ao frio e boa resistência ao fogo, apesar do porte de apenas 60 cm de altura, em contraste com os 150 cm de altura da cv. Colonião (*Panicum maximum*). Comparado com outras cultivares de *P. maximum*, a cv. Massai apresenta-se mais adaptada às condições de baixa fertilidade do solo, com boa resistência ao ataque de pragas, com alta produtividade, boa tolerância ao sombreamento, apresentando 80% de produção de folhas em relação aos colmos, sendo uma possível gramínea para utilização em SSP (ANDRADE et al., 2004).

O efeito da sombra nas características morfológicas e de produção de matéria seca das espécies forrageiras tropicais tem sido estudado, porém são poucos os dados referentes aos efeitos no valor nutricional. Em geral observa-se aumento no teor de matéria seca e menor digestibilidade da forrageira herbácea, embora os resultados sejam, em muitos casos, conflitantes.

Há estudos onde o efeito positivo do sombreamento na concentração de minerais na planta foi detectado e relacionada à maior taxa de crescimento (GARCIA e COUTO, 1997). O componente arbóreo pode também propiciar maior aporte de minerais pela maior reciclagem de nutrientes.

Sob sombra moderada o crescimento de gramíneas tolerantes pode ser maior que a pleno sol. Postula-se que a umidade mais elevada associada a temperaturas mais amenas favorecem a mineralização do nitrogênio, aumentando sua disponibilidade no solo. (CARVALHO et al., 2001).

A definição de espaçamentos adequados para o estabelecimento de espécies florestais em sistemas de produção integrados na região do Cerrado Brasileiro é de grande importância, uma

vez que os solos apresentam baixa fertilidade e a disponibilidade hídrica é relativamente baixa e irregular.

Nesta condição de recursos escassos, o espaçamento torna-se muito relevante, uma vez que os mais fechados podem gerar competições intra e inter específicas intensas, quanto espaçamentos mais abertos podem resultar em subutilização e menor produtividade das florestas (BERNARDO, 1995).

A partir desse estado da arte, implantou-se experimento com o objetivo de avaliar o rendimento e o valor nutritivol do capim-massai em sistema silvipastoril, sob Neossolo Quartzarênico, tendo como componente arbóreo o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, no Mato Grosso do Sul.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Fazenda Nova Brilhante da Ramires Reflorestamentos, em Ribas do Rio Pardo (Rod. BR 262, km 281), coordenadas geográficas 20º31'45,63" S e 54 º09'16,83" O, no Estado de Mato Grosso do Sul. O clima é classificado como tropical úmido Aw (KÖPPEN, 1948), com estação chuvosa, no verão, e seca, no inverno.

O solo no local foi caracterizado como Neossolo Quartzarênico, com teores de areia, silte e argila de 90%, 3% e 7%, respectivamente. Os valores para a caracterização inicial da fertilidade do solo são apresentados a seguir respectivamente para as profundidades de 0-20 e 20-40 cm: MO (11 e 8 mg dm^{-3}), pH (4 e 4,1), P (8 e 3 mg dm^{-3}); K^+ (0,2 e 0,1 $mmol_c dm^{-3}$); Ca^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), Mg^{2+} (1 e 0 $mmol_c dm^{-3}$), H^++ Al^{3+} (28 e 23 $mmol_c dm^{-3}$), Al^{3+} (9 e 6 $mmol_c dm^{-3}$), SB (19 e 9 $mmol_c dm^{-3)}$, CTC (47 e 32 $mmol_c dm^{-3}$), V% (40 e 28 %), m% (32 e 42 %).

A área foi colonizada durante mais de 20 anos por *Urochloa decumbens* (Stapf) R.D. Webster cv. Basilisk. Para o plantio do eucalipto, o solo foi preparado conforme a rotina utilizada nos plantios comerciais da propriedade: dessecação da gramínea com glifosato e, após 15 dias, subsolagem a 60 cm com abertura de sulcos e adubação. Em maio de 2008 foi realizado o plantio das árvores com mudas comerciais produzidas na Ramires Reflorestamento, em Ribas do Rio Pardo, MS.

O componente florestal foi o híbrido de eucalipto urograndis (*E. urophylla* x *E. grandis*), clone H13, implantado em uma roda de competição, segundo o modelo proposto por Nelder (1962). A roda foi formada por 22 anéis concêntricos, com distâncias entre si variando do centro para a periferia entre 18,48 m e 67,51 m, equivalente a uma taxa de redução de 11 % na densidade (árvores ha^{-1}) e 6% de aumento na distância entre eles. No momento da implantação, cada muda recebeu 0,25 kg de adubo na fórmula NPK 06-30-06 e 0,03 kg de FTE BR 12, posicionado em duas covetas laterais por muda. Esta adubação foi repetida seis meses após o plantio.

O ângulo entre os raios foi de 15°, resultando em 24 raios e, consequentemente 24 árvores plantadas em cada anel. O raio número 1 foi locado no sentido Norte. Considerou-se como área útil para as avaliações aquela embaixo das árvores plantadas nos anéis 6 a 18, os quais correspondem às densidades de 935, 832, 739, 657, 584, 519, 461, 410, 365, 324, 288, 256, 225, 202 e 180 árvores ha^{-1}.

O capim-massai (*Panicum* spp. Jacq.) foi formado em abril de 2011, utilizando semeadura manual tipo "matraca" e 10 kg ha^{-1} de sementes puras viáveis, sendo semeado no espaço entre três raios, repetidos quatro vezes dentro da roda, de forma aleatória. Em março de 2012 a roda recebeu adubação com 400 kg ha^{-1} da fórmula 06-30-06 aplicados a lanço, em área total.

As amostras de forragem foram coletadas nos períodos de seca (julho) de 2011, e 2012, e nos períodos chuvosos (janeiro) de 2012 e 2013, em três subunidades de amostra (SU), com

auxílio de um quadro delimitador de 1 m² lançado aleatoriamente nas áreas relativas às plantas localizadas nos anéis 6, 9, 12, 15 e 18, correspondendo à densidades de 935, 657, 461, 324 e 225 plantas ha^{-1} em cada uma das quatro repetições. Após cada coleta a área era roçada mecanicamente a 10 cm de altura, visando a homogeneização para as próximas coletas.

A massa fresca das SU foi registrada e em seguida estas foram unidas, formando unidades de amostras compostas (UA) sendo uma parte seca em estufa de circulação forçada a 60 ^{0}C até o peso permanecer para obtenção da matéria seca e a outra parte encaminhada para a separação morfológica.

Para avaliar o rendimento do capim considerou-se a produção (kg ha^{-1}) de matéria seca total (MST), de folhas (MF), de colmos com bainha (MC) e de material senescente (MMS). Após a separação morfológica e pesagem uma amostra foi encaminhada para o Laboratório de Bromatologia da Embrapa Gado de Corte (Campo Grande, MS) para avaliação do valor nutritivo por meio de espectroscopia de reflectância do infravermelho próximo (NIRS), obtendo-se: teores de proteína bruta (PB) e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim.

Os dados climáticos foram coletados, diariamente, por meio de uma estação meteorológica automática, localizada a 200 metros do experimento e foram utilizados para subsidiar o cálculo das médias mensais de precipitação, umidade relativa e temperatura média. Os dados mensais médios de Radiação solar (RS) e percentual de insolação (PI) nas densidades de 256, 519 e 1052 árvores ha^{-1} foram coletados e estimados em 2012 e 2013 com o equipamento Solar Pathfinder®, nos pontos centrais da parcela à direita dos raios 1, 13, 7 e 19.

Em julho de 2012, nas densidades de 935, 657, 461, 324 e 225, as árvores possuíam, respectivamente 15,5; 15,4; 15; 14,1 e 13,6 m de altura, e em janeiro de 2013, estas medidas eram de 23,5; 22,4; 19,1; 18,1 e 17,2 m.

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso em esquemaparcelas subdivididas com quatro repetições, onde as parcelas foram representadas pelos aneis da roda de Nelder e as subparcelas, pelas estações do ano, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$\gamma_{ijk} = \mu + \alpha_i + b_j + e_{ij} + \gamma_k + (\alpha\,\gamma)_{ik} + e_{ijk}$$

γ_{ijk} = variáveis dependentes: matéria seca total, matéria seca das folhas, matéria seca de colmos, massa de material senescente, teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica, do raio *i*, no bloco *j*, na estação *k*;

μ = média da população;

α_i = efeito devido ao *i*-ésimo raio (fator A);

b_j = efeito devido ao *j*-ésimo bloco;

e_{ij} = erro associado à parcela (*ij*);

γ_k = efeito devido à *k*-ésima estação (fator B);

$(\alpha\ \gamma)_{ik}$ = efeito da interação entre os fatores A e B;

e_{ijk} = erro associado à sub parcela (ijk).

Os valores relacionados aos diferentes raios obtidos foram submetidos à análise de variância e quando significativos, à regressão ($p \leq 0,05$). As diferenças entre as estações do ano foram avaliadas pelo teste Tukey ($p \leq 0,05$). Valores discrepantes foram identificados conforme metodologia de Box plot descrita por Moroco (2003) e removidos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Produção de Matéria seca Total (MST)

O capim-massai apresentou valores de MST que variaram de 1.552 a 2.277 kg ha^{-1}, sendo influenciado de forma linear ($p \leq 0,05$) negativa pela densidade de árvores (Tabela 1). Para Oliveira et al. (2005a) a produção de MST é o índice mais adequado para os estudos de crescimento das plantas e pode ser útil para a avaliação da necessidade de luminosidade exigida pelas espécies para seu melhor crescimento.

Há diversos trabalhos que indicam a alta produtividade e boa tolerância desse capim em consórcio com árvores, com maiores valores do que aquele no sol pleno (ANDRADE et al., 2004; MACIEL et al., 2010; RODRIGUIES et al., 2010).

Os resíduos produzidos pelo eucalipto apresentam baixos teores de nutrientes, especialmente aqueles mais móveis na planta como o N, P e K. O maior efeito é o aumento na relação C:N e C:P da serapilheira (GARCIA et al., 2010). Desta forma, um SSP com essa espécie florestal e gramíneas forrageiras caracteriza-se pela alta competição entre microorganismos do solo e as plantas pelo nitrogênio mineral, resultando em queda da produtividade do sistema como um todo.

Em sistemas silvipastoris a competição por luz e, em alguns casos por água e nutrientes, entre os componentes arbóreo e herbáceo pode afetar o desenvolvimento do pasto. Paciullo et al. (2007 e 2008) relataram que a *U. decumbens*, sob o sombreamento intenso (65 %) teve sua produção de biomassa reduzida. Por outro lado, detectaram que, sob sombreamento moderado (35%) essa gramínea produziu quantidade de forragem semelhante à condição de sol pleno.

Para outra cultivar, a vencedor, produzida sob um estande de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan) onde a luminosidade variou de 30 a 40% em comparação com o ambiente a pleno sol, a redução no crescimento inicial da forrageira foi de 85%. Isto refletiu-se em decréscimo no número de perfilhos por planta (CARVALHO et al., 1995). Esses autores afirmaram ainda que, mesmo que tenha havido condições ideais de umidade e temperatura, a luminosidade era muito baixa.

Tabela 25. Produção de matéria seca total (MST) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R^2
MST (kg ha^{-1})	2.197	2.217	2.277	1.992	1.552	2.542,3493 – 0,9506 *x	0,82

* Significativo a $p \leq 0,05$; CV= 29%.

Maciel et al. (2010) observaram que a massa de forragem foi maior para o capim-massai quando consorciado com pau ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart.) e árvore da chuva (*Samanea saman* (Jacq.)

Merr.), do que como capim solteiro e nos consórcios com sabiá (*Mimosa caesalpiniifolia* Benth.) e angico de bezerro (*Piptadenia moniliformis* Benth.).

Concluíram ainda que a altura das plantas do capim-massai em consórcio com diferentes espécies florestais e a sol pleno, detectando que a altura das plantas da forrageira foi influenciada pelo sombreamento ($p<0,05$). Os maiores valores, em ordem decrescente, foram observados no capim consorciado com sabiá, angico de bezerro, pau fero e árvore da chuva.

Nos tratamentos que apresentaram as maiores copas de árvores, também ocorreram as maiores alturas da gramínea, o que demonstra o bom desempenho do capim-massai em áreas sombreadas. O valor médio da altura do capim em pleno sol foi o menor resultado encontrado, evidenciando esta forrageira se beneficiou do ambiente criado sob a copa das árvores, alongando o caule em resposta ao sombreamento.

A redução de rendimento com o aumento da densidade arbórea era esperada, uma vez que a presença das árvores reduz a luz incidente sobre as gemas originárias de perfilhos das gramíneas cultivadas abaixo. Além disso, promove variações na relação entre os comprimentos de ondas compreendidos no intervalo vermelho/vermelho extremo, que compõem a qualidade da luz estimulante ao perfilhamento (FELDHAKE, 2001).

Para *U. decumbens*, Lopes (2012) verificou que o sombreamento moderado foi benéfico para a longevidade das folhas, embora o percentual de perfilhos tenha decrescido linear e inversamente em relação ao aumento do nível de sombra.

O ponto de compensação luminosa característico de cada espécie também é reduzido pelo sombreamento produzido pelas árvores, afetando a produção das gramíneas (CASTRO et al., 1999).

O crescimento de gramíneas forrageiras em associação com espécies arbóreas pode ser prejudicado ou favorecido, dependendo de fatores como o nível de radiação de competição entre as plantas, contribuição das árvores em biomassa, nível de nitrogênio no solo e tolerância de cada espécie ao sombreamento (CARVALHO et al. 1997).

Pastos sob sombreamento apresentam menor altura de dossel e matéria seca de forragem, porém tendem a compensar apresentando maior valor nos parâmetros nutricionais como teor de proteína bruta e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (ALMEIDA et al. 2012).

Neste trabalho, a radiação que atingiu o solo na densidade de 1052 arvores ha^{-1} (arco 5) foi substancialmente menor do que aquela com 256 arvores ha^{-1} (arco 17) (Figura 1), em qualquer época do ano, demonstrando a restrição luminosa que o sistema impôs ao pasto nas maiores densidades, justificando assim a menor produtividade.

Considerando que um nível de sombreamento acima de 50% possa ser considerado excessivo em condições de SSPs com árvores em linhas, prejudicando o desenvolvimento das forrageiras e que a radiação incidente no exterior de roda foi de 6 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$, valores abaixo de 3 $kw \cdot h^{-1} \cdot m^{-2}$estariam limitando o crescimento do pasto.

Valores acima de 3 kw·h^{-1}·m^{-2}foram obtidos para a densidade de 256 árvores ha^{-1} durante cinco meses (outubro a fevereiro), enquanto com 519 indivíduos foram apenas três meses (novembro a janeiro) e nenhum mês para 1052 árvores. Portanto, a menor densidade avaliada foi a que possibilitou maior período de radiação solar em níveis acima do mínimo recomendado.

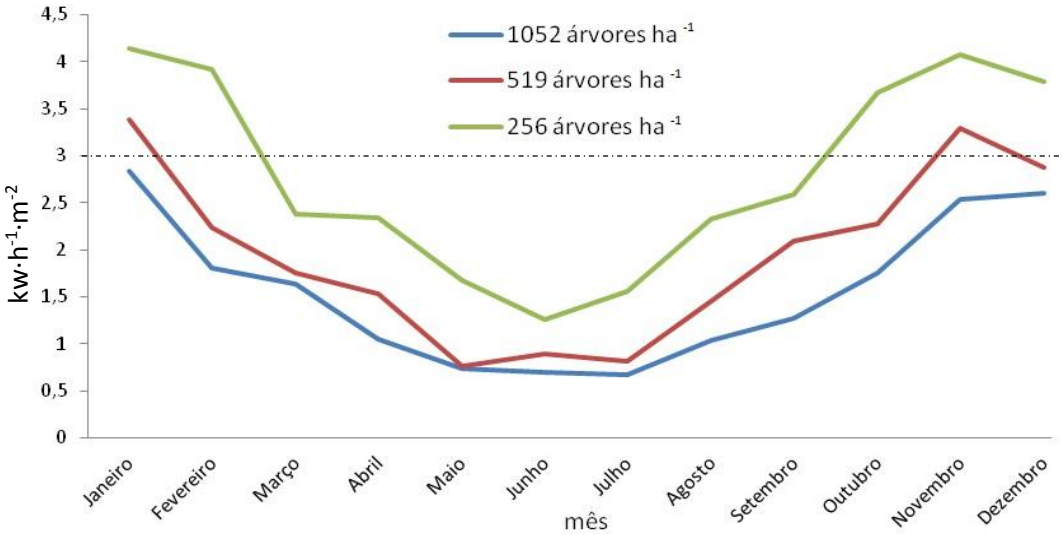

Figura 5. Média mensal de radiação solar (kw·h^{-1}·m^{-2}) em 2012 e 2013, no ponto médio dos anéis correspondentes às densidades 1.052, 519 e 256 árvores ha^{-1}, em Ribas do Rio Pardo, MS.

Estes dados contradizem Dias e Souto (2008) que, com base em seus resultados em experimento com sombreamento artificial, concluíram que o capim-massai pode ser estabelecido em condições de até 75% de sombreamento. Possivelmente, as condições favoráveis do estudo, tais como adubação, correção do solo e irrigação ideais tenham favorecido a expressão do potencial adaptativo da espécie naquele trabalho.

A produção de MST de forragem no período de seca de 2012 e chuvas de 2013 foi semelhante, mas diferiram estatisticamente das chuvas de 2012 que apresentou maior produção ($p \leq 0,05$). O valor na seca de 2011, não apresentou diferença estatística em relação aos outros períodos (Tabela 2).

Tabela 26. Produção de matéria seca total (MST) de capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MST (kg ha^{-1})	1.958 ab	1.664 a	2.311 b	2.255 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=31%; DMS=532 kg ha^{-1}

Em Campo Grande, MS, esse capim produziu 3.600 kg ha^{-1} de forragem no período das águas e 3.300 kg ha^{-1} na estação seca. O solo era um Latossolo Vermelho Escuro distrófico, com textura argilosa, pH ácido, baixos teores de fósforo disponível e alta concentração de alumínio. No entanto, antes do plantio, foram feitas correção e adubação adequadas de base e,

anualmente, de manutenção com 200 kg da fórmula 0-20-20 e 50 kg de N/ha, alternadamente com as fontes uréia e sulfato de amônio. A cada dois anos, aplicaram-se, superficialmente, 2 t/ha de calcário dolomítico (EMBRAPA, 2001). A menor fertilidade do solo no local deste experimento e o sombreamento, explicam os menores rendimentos observados.

Uma justificativa para a menor produção de MST durante o período chuvoso de 2012, apesar das boas condições de radiação, foi a baixa precipitação pluvial ocorrida nos meses antecedentes às avaliações (Figura 2). A produção de matéria seca das gramíneas sob a copa das árvores em relação às áreas abertas pode ser influenciada pela luminosidade, disponibilidade de nutrientes e umidade do solo.

Benício et al. (2011), em trabalho com forrageiras do gênero *Panicum* concluíram que as cultivares avaliadas, entre elas o capim-massai, apresentam boa capacidade de produção, mesmo após um longo período de estiagem. Assim que as chuvas se reestabeleceram as plantas obtiveram produção elevada.

De acordo com Fulco et al. (2001) em estudo realizado na África, a produção de *Cynodon dactylon* (L.) Pers., *Panicum maximum* e *Cenchrus ciliaris* L., não diferiu entre áreas abertas e sob a copa das árvores, no período chuvoso, quando água e nutrientes não são fatores limitantes. No período seco, entretanto, quando a água é escassa, o sombreamento reduziu as perdas por evaporação e então, sob a copa das árvores o rendimento de forragem foi beneficiado.

Os solos daquela região, similares aos do Bolsão Sul-Matogrossense, são de alta sensibilidade à degradação, especialmente pela predominância de texturas média e arenosa, geralmente ácidos e com baixa fertilidade natural. Na região há distribuição irregular das chuvas ao longo do ano e ocorrência de veranicos no período chuvoso.

Estas características, associadas à baixa capacidade dos solos armazenarem água das chuvas, além de implicar na sazonalidade da produtividade pecuária (SALTON et al., 2013), aumentam as interações negativas da pastagem com as árvores uma vez que a resposta à adubação está inversamente relacionada ao grau de sombreamento (RADOMSKI e RIBASKI, 2009).

Minson (1990) considerou que 2.000 kg ha $^{-1}$ de matéria seca é o limite mínimo de forragem disponível em pastos de gramíneas tropicais para não restringir o consumo dos animais, enfatizando que a quantidade de forragem ingerida é o principal fator limitante para a produção pecuária. No período seco de 2011, mesmo com as condições desfavoráveis após a semeadura do capim, este apresentou valores de MST muito próximos do recomendado. Na seca de 2012 e chuvas de 2013 o rendimento foi acima do mínimo e somente no período chuvoso de 2012 a produção ficou abaixo do desejado.

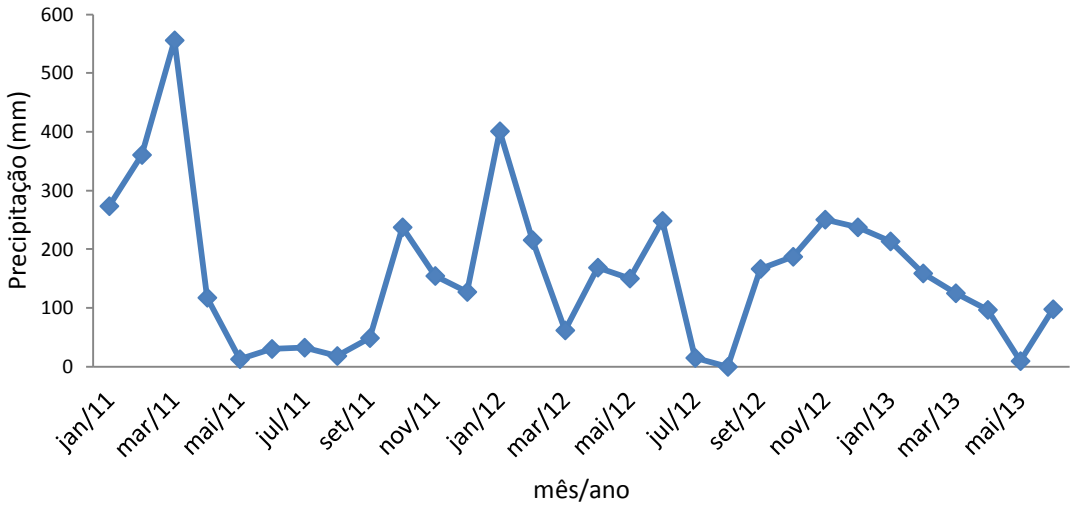

Figura 6. Médias mensais acumuladas de precipitação pluvial na Fazenda Nova Brilhante, em Ribas do Rio Pardo, MS de janeiro de 2011 a julho de 2013.

Sob sombra pouco intensa as plantas respondem com alterações estruturais às modificações ambientais. No entanto, esta capacidade adaptativa está diretamente relacionada à boa nutrição (TAIZ e ZEIGER, 2004). Portanto, a baixa fertilidade do solo no local do experimento, pode ter contribuído para a queda de produtividade mesmo com sombreamento considerado moderado nas menores densidades.

Estudos desenvolvidos no Acre, visando avaliar a tolerância do capim-massai a diferentes níveis de sombreamento, mostraram que pastagens submetidas a níveis entre 30 % e 50 % de interceptação da luz apresentaram maior produção total e melhor distribuição de forragem durante o ano, quando comparadas com aquelas a pleno sol (VALENTIM et al., 2001).

A falta de nutrientes, principalmente do fósforo, limita a população de perfilhos, uma vez que este elemento tem grande influência sobre seu número e peso. Além disso, o fósforo tem grande influência no estabelecimento de pastagens, sendo que sua aplicação é responsável por 80% do perfilhamento de espécies forrageiras (MESQUITA et al., 2010; CECATO et al., 2008).

b) Produção de Matéria seca de Folhas (MF)

A produção de MF não foi influenciada pela densidade das árvores (Tabela 3), indicando que o capim-massai foi capaz de manter estável a produção desta estrutura.

Tabela 27. Produção de massa de folhas (MF) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MF (kg ha^{-1})	814	784	786	853	678	NS

NS: não significativo ($p \leq 0,05$); CV=39%

Em geral o sombreamento reduz a radiação incidente e altera o espectro da luz, particularmente a relação vermelho:vermelho-extremo (FELDHAKE, 2001), causando mudanças significativas na morfologia de muitas forrageiras (LIN et al., 1999). A principal adaptação é o aumento da área ou do número de folhas, otimizando a captura da luz disponível (TAIZ e ZEIGER, 2004). Neste trabalho, observou-se que as plantas foram capazes de manter sua atividade sem necessitar dessas adaptações às diversas condições de luminosidade impostas pelo sistema.

Outros trabalhos demonstram que as informações aqui obtidas são contraditórias. Dias e Souto (2008) observaram que a produção e o número médio de folhas do capim-massai cultivado em vasos e submetido a sombreamento artificial de 0 %, 25 %, 50 % e 75 % foi maior no último nível aplicado. Mesmo nas maiores densidades os resultados obtidos indicaram que não houve limitação de energia radiante pelas árvores que levasse à redução significativa da fotossíntese e a fixação e acúmulo de carbono na forma de massa de folhas. Essa constatação corrobora com o observado por Laura et al. (2006), quando o capim-massai foi submetido a 0 %, 54 % e 81 % de sombreamento artificial.

Quanto à produção de MF e percentual de folhas nas estações do ano, observou-se os menores valores no período seco de 2011. Essa baixa produção de folhas pode ter ocorrido devido aos baixos índices pluviais nos períodos que antecederam às coletas (Figura 2). As observações realizadas na seca e chuvas de 2012 e chuvas de 2013 indicam não haver diferença significativa de produção nas duas variáveis e nas diferentes estações avaliadas.

Tabela 28. Percentual e produção de massa de folhas (MF) de capim-massai em sistema silvipastoril em diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MF (kg ha^{-1})	479 a	1.007 c	750 b	845 bc
Folhas (%)	25,45	64,67	32,42	39,06

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a $p \leq 0,05$; CV=35%; DMS=227 kg ha^{-1}

Nas condições do Acre, onde essa forrageira é comumente cultivada, Valentim e Moreira (1994) avaliaram que o capim-massai apresenta potencial para produzir forragem com 75% de folhas. O diferencial climático e a fertilidade do solo entre as duas regiões pode ter provocado a menor produção de folhas neste trabalho. O capim-massai é citado como tendo grande potencial de produzir folhas, com índices que podem atingir 80% (EMBRAPA, 2001).

Em Campo Grande, MS, Euclides et al. (2008b) ao longo de quatro anos de avaliação do capim-massai em monocultura de pastagem encontraram percentual de folhas de 25 % na secae 55 % nas chuvas, assemelhando-se ao observado neste trabalho, com médias de 29 % e 52 % para seca e chuvas, respectivamente.

Savidan et al. (1990) citam que o capim-massai foi selecionado, em detrimento de outros 25 acessos, por ser mais produtivo, com melhor rebrota e maior porcentagem de folhas. Baima et al. (1997) concluíram que com períodos de até 42 dias de rebrota, durante a época de chuvas, toda a forragem desse capim, colhida acima de 5 cm de altura, era constituída por 100% de folhas.

Comprovando que a produtividade da parte aérea é reflexo do que ocorre no sistema radicular, especialmente no que tange a disponibilidade de fósforo no solo, Dias e Souto (2008) observaram correlações positivas entre a matéria seca de folhas do capim-massai e os índices de matéria seca de raiz.

c) Produção de Massa de Colmos (MC)

A massa de colmos com bainha (MC) não foi influenciada pelas densidades das árvores, tal qual a MF (Tabela 5). O aumento da extensão do caule e, consequentemente seu percentual, parece ser a tendência geral das plantas cultivadas à sombra, como forma de compensar a deficiência de luz (SAMARAKOON et al., 1990; CASTRO et al., 1999). A ausência desta modificação indica manutenção da atividade da forrageira sob sombreamento, por meio de outras estratégias de adaptação.

Tabela 29. Produção de massa de colmos (MC) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
MC (kg ha^{-1})	267	367	393	370	290	NS

NS: Não significativo a p≤0,05; CV=73%

Das cultivares comercialmente exploradas do gênero *Panicum*, o capim-massai se destaca pela menor quantidade de colmos, uma vez que possui grande produção de folhas. Este fator, aliado a estabilidade desta estrutura mesmo sob condições de sombra é positiva pois o valor nutricional dos colmos é menor do que das folhas (BARBOSA e EUCLIDES, 1997; VALENTIM et al., 2001)

As gramíneas forrageiras, quando sombreadas apresentam mecanismos de adaptação, tais como: aumento da eficiência fotossintética, da massa foliar e alongamento do colmo (DIAS-FILHO, 2000). Contudo, as espécies variam na sua capacidade de adaptação, pois, além da luminosidade, outros fatores ambientais interferem neste processo, tais como as condições de fertilidade e umidade do solo (CASTRO et al., 1999; FULCO et al., 2001).

No entanto, pastos com alta proporção de colmos prejudicam a capacidade de apreensão de forragem, afetam o consumo voluntário de animais em pastejo e são capazes de comprometer os índices de eficiência na utilização da forragem produzida (DIFANTE et al., 2011).

Com relação ao comportamento de MC nas estações do ano, somente o valor da secade 2012 foi estatisticamente diferente dos outros, ao mesmo tempo que foi maior (Tabela 6),

apresentando semelhança à MF (Tabela 4), indicando íntima relação entre o surgimento das duas estruturas, mesmo sob sombreamento.

Tabela 30. Produção de massa de colmos (MC) de capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MC (kg ha^{-1})	263 a	324 a	566 b	191 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=57%; DMS=162 kg ha^{-1}

Euclides et al. (2008b) encontraram, em quatro anos de avaliação do capim-massai, valores médios de 617 kg ha^{-1} e 545 kg ha^{-1} de colmos nas chuvas e seca, respectivamente.

Essas diferenças nas estruturas do dossel ao longo das estações pode ter ocorrido em função do florescimento e produção de sementes, que é precoce e ocorre várias vezes ao ano (EMBRAPA, 2001; VALENTIM et al., 2001). Em gramíneas forrageiras, o alongamento do colmo ocorre, em geral, neste período, quando há decréscimos na relação folha:colmo, provocada pelo maior crescimento do colmo e o cessamento do aparecimento de folhas com o início do florescimento (EUCLIDES et al. 2008b).

d) Produção de massa de material senescente (MMS)

A massa de material senescente (MMS) apresentou relação inversa significativa com a densidade arbórea (p≤0,01) (Tabela 7). A deposição de MMS é consequência da produção total da forrageira (MST, Tabela 1), o que explica o comportamento similar de ambas as variáveis.

Tabela 31. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias de quatro amostragens de 2011 a 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})						
	225	324	461	657	935	Equação	R^2
MMS (kg ha^{-1})	1.115	1.066	1.097	769	649	1.313,2973 – 0,7180**x	0,89

* Significativo a p≤0,01; CV=30%

O acúmulo de MMS está associado ao rendimento total e à senescência natural da planta forrageira. Nesse trabalho, os períodos de corte foram de seis meses e o experimento passou por períodos de baixa precipitação pluvial pré-corte em algumas coletas. Foram detectadas também plantas em florescimento. Estes são fatores que reduzem a qualidade da forragem (EUCLIDES et al. 2008a)

Na avaliação da MMS considerando as estações do ano, observou-se que nas chuvas de 2012, além de diferir das outras três períodos épocas de coleta que foram semelhantes entre si, também foi o menor valor obtido (Tabela 8).

Tabela 32. Produção de massa de material senescente (MMS) de capim massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
MMS (kg ha^{-1})	1.215 b	332 a	994 b	1.218 b

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=52%

A biomassa e as características estruturais das gramíneas são influenciadas pela idade de rebrota. Sob pleno sol, o crescimento pode ser representado por uma curva sigmoidal, e o desenvolvimento inicial é lento, seguido por uma fase rápida e posteriormente um declínio (MONTEIRO e MORAIS, 1996).

O padrão de variação do acúmulo de MMS entre os períodos de coleta, com menores índices nas chuvas e maiores na seca era o esperado. Euclides et al. (2008b), avaliando a morfologia do capim-massai, em Campo Grande, MS em um Latossolo Vermelho Distroférrico de textura argilosa, ao longo de quatro anos em condições de pré e pós pastejo, observaram valores de 844 kg ha^{-1} e 1785 kg ha^{-1} de MMS nas chuvas e seca, respectivamente, para o capim-massai, em monocultura.

e) Teor de proteína bruta (PB)

Os resultados indicam que o teor de PB não foi influenciado pelo adensamento das árvores (Tabela 9). Em função da escassez de informações a respeito dos índices nutricionais do capim-massai em condição de sombreamento, há dificuldades na comparação dos valores obtidos na condição de sombreamento. O primeiro trabalho de avaliação dessa forrageira nesse ambiente foi realizado por ANDRADE et al. (2004).

Tabela 33. Teor de proteína bruta (PB) na porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha^{-1})					
	225	324	461	657	935	Equação
PB (%)	6,33	6,37	6,53	6,52	6,87	NS

NS: não significativo (p≤0,05); CV=12%

Quanto aos valores de PB obtidos nas quatro estações, observa-se que o maior percentual foi na seca de 2011. Nos outros três períodos os resultados foram semelhantes e inferiores (Tabela 10).

Tabela 34. Teor de proteína bruta na porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
PB (%)	8,47 b	5,90 a	5,89 a	5,84 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=8%; DMS=0,43

Barbosa e Euclides (1997) encontraram teores médios de 8% de PB em pastos de capim-massai em monocultura. Considera-se que, em geral, o sombreamento pode resultar em melhoria dos teores de proteína bruta e de alguns minerais na forragem (DEINUM et al., 1996), dependendo, no entanto, de bons índices de fertilidade do solo para que isto ocorra. A baixa fertilidade natural do solo onde o experimento foi implantado pode explicar os baixos índices de PB encontrados em três medições.

O longo período entre cortes pode ter prejudicado os teores de PB durante os dois períodos chuvosos avaliados e na seca de 2012, em função do amadurecimento das plantas forrageiras e à consequente redução da disponibilidade e proporção de folhas verdes no relvado, provocando aumento do teor de fibras e a redução do teor de PB da forragem disponível (BLASER, 1994).

Para a primeira medição, feita no período seco de 2011, onde foi obtida a melhor média de PB, uma das possíveis explicações pode estar baseada no período de corte. O componente forrageiro foi implantado em abril de 2011 e em julho as amostras foram coletadas, evitando que houvesse senescência e consequente redução nos teores de proteína.

Esses resultados contradizem o que obtiveram Euclides et al. (2008a). Comparando PB em capim-massai em diferentes épocas do ano, esses autores constataram maiores valores na época das águas em relação à seca, sendo 9,7% e 8,0%, respectivamente. No entanto, cabe observar que esses resultados referem-se ao monocultivo desta forrageira.

Nos períodos de seca, as pastagens tropicais normalmente apresentam baixa disponibilidade de forragem de boa qualidade. Nessa ocasião, as pastagens apresentam avançada idade fisiológica e baixa rebrota, decorrente da inibição causada pela presença de grande quantidade de perfilhos maduros, baixa umidade no solo, baixas temperaturas e dos dias mais curtos (SANTOS et al., 2004), provocando redução dos extremos de temperatura.

f) Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO)

Os resultados indicam que a DIVMO não foi influenciada pela densidade das árvores (Tabela 11). O mesmo comportamento foi observado por Lopes (2012) em *U. decumbens* e Da Silva et al. (2008) em capim-marandu.

Tabela 35. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-massai em sistema silvipastoril com cinco densidades de árvores, em Ribas do Rio Pardo, MS. Médias das amostragens de julho de 2011, janeiro de 2012, julho de 2012 e janeiro de 2013

	Densidades (árvores ha $^{-1}$)					
	225	324	461	657	935	Equação
DIVMO (%)	42,71	43,99	43,09	43,23	44,34	NS

NS: Não significativo ($p \leq 0,05$); CV=4,36%

Lopes (2012) e Deinum et al. (1996) observaram que o sombreamento não provocou efeito sobre a digestibilidade em outras espécies forrageiras do gênero *Urochloa*. A literatura mostra grande diversidade de respostas do efeito da sombra neste parâmetro, o que pode ser

atribuído às diferenças decorrentes das espécies utilizadas, grau de sombreamento, estação do ano, entre outros (PACIULLO et al. 2007).

O valor esperado para a DIVMO é de, pelo menos 50 % (EMBRAPA, 2001). No entanto, nesse trabalho, a avançada maturação do capim e a pequena altura de corte (5 cm) contribuíram para a redução dos valores de digestibilidade. Apesar do longo intervalo de corte adotado (seis meses) e o elevado grau de maturidade o valor nutricional da forragem no que se refere à DIVMO não se alterou com o aumento do adensamento das árvores. Nenhum fator isolado influencia tanto a qualidade da forragem quanto o estádio de desenvolvimento das plantas (BUXTON e FALES, 1994). Na fase de maturação ocorre maior lignificação da pastagem, reduzindo a produção dos componentes potencialmente digestíveis, como os carboidratos solúveis, proteínas e minerais (LEITE e EUCLIDES, 1994), o que não foi observado neste trabalho.

Comparando PB por estação, observou-se que nas chuvas e seca de 2012 os resultados da DIVMO não diferiram entre si. A estação seca de 2011 forneceu os maiores valores e as chuvas de 2013, os menores (Tabela 12). A DIVMO deste trabalho está de acordo com o encontrado por Brancio et al., (2001) que foi de 37% para o capim-massai em monocultura.

Tabela 36. Digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO) da porção de folhas do capim-piatã em sistema silvipastoril com diferentes períodos de avaliação, em Ribas do Rio Pardo, MS

	Períodos			
	Seca 2011	Chuvas 2012	Seca 2012	Chuvas 2013
DIVMO (%)	50,71 c	43,11 b	42,93 b	37,07 a

Médias seguidas da mesma letra na linha não diferiram entre si pelo teste Tukey a p≤0,05; CV=5,72%; DMS=2,09

Carvalho et al. (1994) relataram que o sombreamento para forrageiras do gênero *Urochloa* não influenciou os valores de DIVMO na época das chuvas. Na estação seca, no entanto, houve aumento, em razão de melhores condições de umidade do solo sob as copas das árvores, permitindo assim que as plantas ficassem mais verdes durante esse período.

Temperaturas elevadas, como as que ocorrem no verão dos trópicos comprometem a digestibilidade da matéria seca das forragens (WILSON & LUDLOw1991). No entanto, neste trabalho a média de DIVMO nas estações foi similar entre chuvas e seca de 2012, evidenciando o efeito positivo da presença de árvores na manutenção do valor nutritivo da forragem.

Da Silva et al. (2008) não encontraram diferenças entre os teores de DIVMO nas chuvas e seca para outro capim, o marandu, em sistema silvipastoril. Observaram, no entanto, que na época seca o teor foi 23,6% maior sob a copa das árvores.

CONCLUSÕES

Nas densidades entre 225 e 935 árvores ha^{-1} não há prejuízos ao valor nutritivo do capim-massai, no que se refere ao teor de proteína bruta e a digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica.

O rendimento de matéria seca foi comprometido pelo aumento da densidade arbórea, o mesmo não ocorrendo para a massa de folhas e de colmos.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, R. G.; BARBOSA, R. A.; ZIMMER, A. H.; KICHEL, A. N. Forrageiras em sistemas de produção de bovinos em integração. In: Bungenstab, D. J. (Ed). **Sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta: a produção sustentável**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 2. Ed. p. 87 – 94. B

ANDRADE, C. M. S. de; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C. dá; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, n.3, p. 263-270, 2004.

BAIMA, J. D.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C. Curva de crescimento de *Panicum maximum* BRA-007102 nas condições ambientais do Acre. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. v.2, p.56-58

BARBOSA, R. A.; EUCLIDES, V. P. B. Valores nutritivos de três ecotipos de *Panicum maximum*. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 34, 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: SBZ, 1997. p. 53-55.

BENÍCIO, L. P. F.; OLIVEIRA, V. A.; SILVA, L. L.; ROSANOVA, C.; LIMA, S. O. Produção de *Panicum maximum* consorciado com sorgo sob diferentes fontes de fósforo**. Tecnol. & Ciên. Agropec**., João Pessoa, v.5, n.2, p.55-60, jun. 2011

BERNARDO, A. L. **Crescimento e eficiência nutricional de Eucalyptus spp. sob diferentes espaçamentos na região do cerrado de Minas Gerais.** 1995. 102 p. Dissertação (Mestrado) - Pós-graduação em ciências Florestais, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1995.

BLASER, R.E. Manejo do complexo pastagem-animal para avaliação de plantas e desenvolvimento de sistemas de produção de forragens. In: PEIXOTO, A.M. (Ed.). **Pastagens: fundamentos da exploração racional**. 2.ed. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1994. p.279-335.

BUXTON, D. R.; FALES, S. L. Plant environment and quality. In: FAHEY, G. C. (Ed.). **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: America Society of Agronomy, 1994. P. 155-199.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ALMEIDA, D. S.; VILLAÇA, H. A. Efeito de árvores isoladas sobre a disponibilidade e composição mineral da forragem de pastagens de braquiária. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.23, p.709-718, 1994.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. P.; ANDRADE, A. C. Crescimento inicial de cinco gramíneas tropicais em um subbosque de angico-vermelho (*Anadenanthera macrocarpa* Benth.). **Pasturas Tropicales**, v.17, p.24-30, 1995.

CARVALHO, M. M.; SILVA, J.L. O.; CAMPOS JÚNIOR, 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**, v.26, p.213-218, 1997.

CARVALHO, M.M.; XAVIER, D.F.; ALVIM, M.J. **Características de algumas leguminosas arbóreas adequadas para a associação com pastagens**. Embrapa Gado de Leite, 2001. 24p. (Circular técnica, 64).

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, p. 919-927, 1999.

CECATO, U.; SKROBOT, V.D.; FAKIR, G.R.; BRANCO, A.F.; GALBEIRO, S.; GOMES, J.A.N. Perfilhamento e características estruturais do capim-Mombaça, adubado com fontes de fósforo, em pastejo. **Acta Scientiarum Animal Science**, Maringá, v.30, n.1, p. 1-7, 2008.

DA SILVA, L. L. G.; RESENDE, A. S.; DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; MIRANDA, C. H. B.; FRANCO, A. A. ***Brachiaria brizantha* cv. Marandu em sistema silvipastoril**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008, 28 p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 33).

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* and *Panicum maximum* var. Trichoglume). **Netherlands Journal of Agriculture Science**, v.44, p.111-124, 1996.

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M.; RESENDE, A. S.; URGUIAGA, S.; ROCHA, G. P.; MOREIRA, J. F.; FRANCO, A. A. Transferência do N fixado por leguminosas arbóreas para o capim Survenola crescido em consórcio. **Ciência Rural**, v.37, p.352‑356, 2007

DIAS, P. F.; SOUTO, S. M. Sombreamento em forrageiras. Embrapa Agrobiologia, 2008. 28 p. **(Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 35).**

DIAS-FILHO, M.B. Growth and biomass allocation of tree grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade**. Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 35, n.12, p. 2335-2341, 2000.

DIFANTE, G. S.; NASCIMENTO JÚNIOR, D.; DA SILVA, S. C.; EUCLIDES, V. P. B.; MONTAGNER, D. B.; SILVEIRA, M. C. T.; PENA, K. S. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **R. Bras. Zootec.**, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 955-963, mai. 2011.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte. Massai é o novo capim lançado pela Embrapa**. Gado de Corte Informa**, Campo Grande, v. 14, n. 1, p. 4-5, 2001a

EMBRAPA GADO DE CORTE. **Capim-massai (*Panicum maximum* cv. Massai): alternativa para diversificação de pastagens**. Campo Grande, 2001b. 5p. (Embrapa Gado de Corte. Comunicado Técnico, 69).

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; VALLE, C. B.; BARBOSA, R. A.; GONÇALVES, W. V. Produção de forragem e características da estrutura do dossel de cultivares de *Brachiaria brizantha* sob pastejo. **Pesq. agropec. bras**., Brasília, v.43, n.12, p.1805-1812, dez. 2008a

EUCLIDES, V. P. B.; MACEDO, M. C. M.; ZIMMER, A.H.; JANK, L.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação dos capins Mombaça e Massai sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.18-26, 2008b

FARIA, E. F. S. (2007), **Formação e manejo de pastagens (plantas forrageiras)**. Salvador: UFBA, Dep. de produção animal, Especialização em produção de bovinos, 78 p.

FELDHAKE, C. M. Microclimate of a natural pasture under planted *Robinia pseudoacacia* in central Appalachia, West Virginia. **Agroforestry Systems**, v.53, p.297-303, 2001.

FULCO, L. et al. Effects of nutrients and shade on tree-grass interactions in a East African savanna. **Journal of Vegetation Science**, v.12, n. 1, p.579-588, 2001.

GARCIA, R.; COUTO, L. Silvipastoral systems: emergent technology of sustainability. In: Gomide, J.A., ed. **Simpósio internacional sobre produção animal em pastejo**, Viçosa. Viçosa: Depto. Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 1997, p. 281-302.

GARCIA, R.; TONUCCI, R. G.; GOBBI, K. F.; Sistemas Silvipastoris: uma integração pasto, árvores e animal. In: OLIVEIRA NETO, S. N. de; (Ed). **Sistema Agrossilvipastoril – Integração Lavoura, pecuária e floresta**. Viçosa, MG: SIF, 189 p. 2010.

KÖPPEN, W. **Climatologia**. Fundo de Cultura Econômica. Buenos Aires (Trad.de Guendriss Du Klimakunde, 1923), 1948.

LAURA, V. A.; JANK, L.; GONTIJO NETO, M. M. Área foliar específica, biomassa e taxa de crescimento relativo de folhas de cultivares comerciais de *Panicum maximum* sob sombreamento artificial. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 43, 2006, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa, PB: SBZ, 2006. CD-ROM

LEITE, G. G.; EUCLIDES, V. P. Utilização de pastagens de *Brachiaria* spp. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 11, 1994, Piracicaba. **Anais**... Piracicaba: FEALQ, 1994. p. 267-297.

LIN, C.H.; MCGRAW, R.L.; GEORGE, M.F., et al. Shade effects on forage crops with potential in temperate agroforestry practices. **Agroforestry Systems**, v.44, p.109-119, 1999.

LOPES, C. M. Desempenho da ***Brachiaria decumbens*** **submetida à fertilização em sistema silvipastoril.** Diamantina: UFVJM. 2012 (Dissertação de Mestrado)

MACIEL, G. A.; RODRIGUES, F. N.; TERTO e SOUZA, G. G.; LEAL, T. M.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B. Produção de capim-massai em sistema silvipastoril na sub-região Meio-Norte do Brasil. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador, BA: SBZ, 2010. CD-ROM

MESQUITA, E.E.; NERES, M.A.; OLIVEIRA, P.S.R.; MESQUITA, L.P.; SCHNEIDER, F.; TEODORO JÚNIOR, J.R. Teores críticos de fósforo no solo e características morfogênicas de *Panicum maximum* cultivares Mombaça e Tanzânia-1 e Brachiaria híbrida Mulato sob aplicação de fósforo. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.11, n.2, p. 292-302, 2010.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition.** San Diego:Academic Press, 1990. 483p

MONTOYA VILCAHUAMAN, L. J.; BAGGIO, A. J.; SOARES, A. D. O. **Guia prático sobre arborizacao de pastagens**. Colombo: Embrapa Florestas; 2000: 15 p.

MONTEIRO, A. L. G.; MORAES, A. Fisiologia e morfologia de plantas forrageiras. In: **Forragicultura no Paraná**. Comissão Paranaense de avaliação de forragiculturas (org), Londrina – PR: CPAF, v. 1, p. 75-92, 1996.

NELDER, J. A. New kinds of systematic designs for spacing experiments. **Biometrics**, v. 18, n. 2, p. 283-307, 1962

OLIVEIRA, A. K. M.; LAURA, V. A.; PEREZ, S. C. J. G. A influência da luminosidade no desenvolvimento vegetal. In: F. C. BAUER, F. M. VARGAS JUNIOR. (Eds). **Produção e gestão agroindustrial**. Campo Grande: Editora UNIDERP. 189p. 2005a

OLIVEIRA, M. E.; LEITE, L. L.; CASTRO, L. H. R. Árvores isoladas de duas espécies nativas em pastagem de *Brachiaria decumbens* Stapf no cerrado. **Past. Trop**., 27:51-56, 2005b

PACIULLO, D. S. C.; CARVALHO, C. A. B.; AROEIRA, L. J. M.; MORENZ, M. J. F.; LOPES, F. C. F.; ROSSIELLO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.04, 2007.

PACIULLO, D.S.C.; FERNANDES, P.B.; GOMIDE, C.A.M.; COSTA, I.A.; LIMA, A.M.; FERNANDES, E.N.; SOBRINHO, F.S. Influência do sombreamento e do nitrogênio nas características produtivas de duas espécies de capim braquiária. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL. **Anais...** Aracajú. 2008

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistema agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.10, p.1176-1183, out. 2011

PORFÍRIO-DA-SILVA, V. Sistema Silvipastoril (Grevílea+Pastagem: uma proposição para o aumento produção no arenito Caiuá. In: CONGRESSO BRASILEIRO SOBRE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 1, 1994, Porto Velho. **Anais...**, Colombo-PR: EMBRAPA/CNPF, 1994. v. 2. p. 291-297.

PORFÍRIO DA SILVA, V.; VIEIRA, A.R.R.; CARAMORI, P.H.; BAGGIO, A.J. Sombras e ventos em sistema silvipastoril no noroeste do Estado do Paraná. In: CONGRESSO BRASILEIRO EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 2; 1998, Belém. Embrapa/CPATU**, Volume de Resumos**. 1998. p. 215-218.

RADOMSKI, M. I. RIBASKI, J. **Sistemas silvipastoris : aspectos da pesquisa com eucalipto e grevílea nas Regiões Sul e Sudeste do Brasil.** Colombo : Embrapa Florestas, 2009. CD-ROM. - (Documentos 191 / Embrapa Florestas)

RODRIGUES, F. N.; TERTO e SOUZA, G. G.; MACIEL, G. A.; LEAL, T. M.; NASCIMENTO, M. P. S. C. B.; MOURA, R. L. Altura, IAF e massa de forragem de capim-Massai em sistema silvipastoril no Meio-Norte do Brasil. In: Congresso Nordestino de Produção Animal. 6, 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró, RN: SNPA, 2010. CD-ROM

SALTON, J. C.; KICHEL, A. N>; ARANTES. M.; KRUKER, J. M.; ZIMMER, A. H.; MERCANTE, F. M.; ALMEIDA, R. G.; **Sistema São Mateus – Sistema de Integração Lavoura-Pecuária para a região do Bolsão Sul-Matogrossense**. Embrapa Agropecuária Oeste: Dourados, MS. 6p. 2013 (Comunicado Técnico 186)

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.

SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; QUEIROZ, D. S.; VALADARES FILHO, S. C.; FONSECA, D. M.; LANA, R. P. Avaliação de Pastagem Diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf: Características Químico-Bromatológicas da Forragem Durante a Seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**., v.33, n.1, p.203-213, 2004

SAVIDAN, Y. H.; JANK, L.; COSTA, J. C. G. **Registro de 25 acessos selecionados de *Panicum maximum***. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 1990. 68 p. (Documentos, 44)

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 3ª Edição. Editora Artmed. 2004. p. 87.

VALENTIM, J. F.; MOREIRA, P. **Adaptação, produtividade, composição morfológica e distribuição estacional de produção de forragem de ecotipos de *Panicum maximum* no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 1994. 24 p. (Boletim de Pesquisa, 11)

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; MOREIRA, P.; JANK, L.; SALES, M. F. L. **Capim-massai (*Panicum maximum* Jacq.): Nova Forrageira para a Diversificação das Pastagens no Acre**. Embrapa Acre, 2001. 16 p. (Circular Técnica, 41)

WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantation. In: SHELTON,H.M.; STÜR, W.W. eds. **Forages for plantation crops.** Proceedings of a Workshop, Bali, Indonesia, 27-29 jun. 1990. ACIAR, Canberra, Proc. No. 32, 168 p., pp. 10-24. 1991.

WENDLING, I. J. **Produtividade e valor nutritivo do capim-braquiária em sistemas silvipastoris com eucalipto e acácia adubados com nitrogênio**. Viçosa: UFV, 2011. 75 p. (Dissertação de Mestrado).

CONCLUSÕES GERAIS

O sombreamento proporcionado por densidades entre 225 e 935 árvores ha^{-1} não alterou o teor de PB do capim-marandu, e não alterou os valores nutritivos dos capins piatã e massai.

O rendimento total de matéria seca dos três capins foi comprometido pelo aumento da densidade arbórea.

As estações do ano influenciaram a produção de matéria seca somente do capim-marandu.