

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS

**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**

THAIS CREMON

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2013**

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

THAIS CREMON
Engenheira Agrônoma

ORIENTADOR: OMAR DANIEL

Dissertação 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 Mestre.

Dourados
Mato Grosso do Sul
2013

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central - UFGD

633.2 Cremon,Thais.
C915e 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 / Thais Cremon. – Dourados, MS : UFGD, 2013.
42 f.

Orientador: Prof. Dr. Omar Daniel.
Dissertação (Mestrado em Agronomia) –
Universidade Federal da Grande Dourados.

1. Forragem – Produção. 2. Sistema silvipastoril. 3. Pastagens – Manejo. I. Título.

Sumário

| | |
|---|----|
| INTRODUÇÃO GERAL | 3 |
| Referências Bibliográficas | 6 |
| CAPÍTULO I - ESPAÇAMENTO ENTRE FAIXAS DE ÁRVORES (<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake) E SUAS INTERRELAÇÕES COM O ACÚMULO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE FORRAGEM [<i>Urochloa brizantha</i> (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés] | 8 |
| Resumo..... | 8 |
| Abstract | 9 |
| Introdução | 10 |
| Material e Métodos | 12 |
| Resultados e Discussão | 14 |
| Conclusões | 20 |
| Referências Bibliográficas | 21 |
| CAPÍTULO II - MICROCLIMA E BEM-ESTAR ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM <i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS | 23 |
| Resumo..... | 23 |
| Abstract | 24 |
| Introdução | 25 |
| Material e Métodos | 28 |
| Resultados e Discussão | 31 |
| Conclusões | 38 |
| Referências Bibliográficas | 39 |
| Considerações Finais | 42 |

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos de diferentes espaçamentos entre faixas de árvores de um sistema silvipastoril no acúmulo e qualidade de forragem, no microclima e bem-estar animal. Avaliou-se o acúmulo de massa seca de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em dois verões (2011 e 2012), e as características da forragem, como: proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO), no verão de 2012. As plantas foram cultivadas nos espaçamentos de 15m, 21m e 27m entre aleias de *Eucalyptus urophylla*, e as amostras coletadas em diferentes linhas de coleta de acordo com a distância das árvores. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial com 5 fatores (3 espaçamentos e 2 distâncias de coleta). O microclima e os índices de conforto térmico foram avaliados nos espaçamentos de 15, 21 e 27m entre faixas de árvores e em uma área à pleno sol. Para a avaliação do microclima foram coletados dados de temperatura do solo (T_{solo}), radiação solar global (R_{global}) e radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Para avaliação do bem-estar animal foram utilizados o índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) e a carga térmica radiante (CTR). Não houve interação entre o acúmulo de matéria seca e a distância de coleta de forragem nos diferentes espaçamentos. O acúmulo de matéria seca foi menor no espaçamento de 15m nos dois verões avaliados. Os maiores teores de PB, menores de FDN e os maiores índices de DIVMO nos menores espaçamentos e nas áreas sob a copa das árvores. O espaçamento de 21 metros demonstrou-se o mais adequado para a produção de *U. brizantha* cv. Xaraés. O espaçamento de 15m apresentou faixas de valores mais adequados para temperatura do solo, porém, também apresentou os menores valores de RFA, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas. Os melhores índices de bem-estar animal foram encontrados no espaçamento de 15m. A presença de árvores beneficia o microclima e os índices de bem-estar animal do ambiente, podendo favorecer tanto a produção de plantas como a produção animal.

Palavras-chave: sistema silvipastoril, pastagem, conforto térmico

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate the effects of three different spacing between trees ranges from a silvopastoral system in production and forage quality, microclimate and animal comfort. Was evaluated the production of *Urochloa brizantha*. Xaraés in two summers (2011 and 2012), and nutritional characteristics such as crude protein (PB), acid detergent fiber (FDA), neutral detergent fiber (FDN), lignin, cellulose and digestibility *in vitro* of organic matter (DIVMO) in the summer of 2012. Plants were grown in row spacings of 15m, 21m and 27m between alleys of *Eucalyptus urophylla* and in different lines of collection according to the distance from the trees. The experimental design was completely randomized factorial with five factors (3 spacing and 2 distances of collection). The microclimate and thermal comfort indices were evaluated at spacings of 15, 21 and 27m between trees tracks and in an area with full sun. To evaluate the microclimate data were collected on soil temperature (Tsolo), Global Solar Radiation (Rglobal) and photosynthetically active radiation (RFA). To evaluate the thermal comfort index were used temperature and humidity index (ITU), the globe temperature and humidity index (ITGU) and radiant thermal load (CTR). There was no interaction between dry matter yield and forage away from collecting in the various spacings. The dry matter production was lower in the spacing of 15m in two summers evaluated. The highest crude protein, lower FDN and DIVMO was in the smallest spacings and in areas under the canopy. The spacing of 21 meters proved to be the most suitable for the production of *U. brizantha*. Xaraés. The spacing of 15m showed most suitable values for soil temperature, however, showed the lowest values of RFA, which may compromise the development of plants. The best thermal comfort indices were found in the spacing of 15m. The presence of trees benefits the microclimate and thermal comfort of the environment favoring the production of both plants and livestock.

Key words: silvopastoral system, pasture, thermal comfort

INTRODUÇÃO GERAL

Segundo o último levantamento agropecuário do IBGE (2006) o Brasil conta com quase 160 milhões de hectares cobertos com pastagem e desses, quase 21 milhões ficam no Mato Grosso do Sul, o que demonstra a importância socioeconômica da cadeia produtiva da carne e do leite para o estado. Entretanto, muitas divisões sociais e econômicas são geradas, fazendo com que o desafio desse sistema produtivo não seja apenas o crescimento, mas o desenvolvimento com sustentabilidade, pautando estratégias de preservação do ambiente e justiça social.

A sustentabilidade dos sistemas de uso da terra é amparada por três vertentes básicas: a biodiversidade, a ciclagem de nutrientes e o fluxo de energia. Portanto, a diversidade de espécies vegetais, tanto em cultivo simultâneo quanto em sucessão, é fundamental para manter a produtividade do solo bem como os níveis de matéria orgânica e a multiplicidade da pedofauna. A variedade de espécies também contribui na eficiência do sistema sobre a utilização de água, luz e nutrientes. A remoção da vegetação natural somada a atividades agrícolas de monocultura e exploração intensa, como o superpastejo, aceleram o processo de degradação do solo, perda de sua estrutura e voçorocamento (NICODEMO et al., 2004).

A retirada das árvores de um sistema ecológico pode intensificar os problemas de mau uso da terra. Entre os modos de produção, os que mais se aproximam ecologicamente de uma floresta natural são os Sistemas Agroflorestais (SAF's), sendo considerados, portanto, uma importante alternativa de uso sustentável do solo (ARMANDO et al., 2002; NAIR, 1993).

Médios e pequenos produtores, praticantes da pecuária extensiva associada à monocultura de pastos, têm encontrado dificuldades de produção, devido à degradação e baixa disponibilidade de forragem em determinadas épocas do ano, e dificuldades de mercado, graças à oscilação do preço do leite e da carne. Tais dificuldades diminuem a rentabilidade de tal atividade, trazendo aos pecuaristas a necessidade da busca por novas alternativas de renda. Neste cenário, os SAF's surgem como uma possibilidade de diversificação da produção, trazendo aumento das oportunidades de renda, variedade de produtos e/ou serviços e diversidade de cultivo, diminuindo os riscos de perda da produção total (DANIEL et al., 1999).

Dentre os modelos de SAF's, os que se encaixam na atividade pecuária, permitindo a introdução do componente animal, são denominados Sistemas Silvopastoris (SSP's). Os SSP's podem ser conceituados como sistemas que priorizam a consorciação de árvores dentro da atividade pecuária, ou a criação de animais dentro de áreas florestais (CASTRO e CARVALHO, 1999; BERNARDINO e GARCIA, 2009).

A elevação dos índices de radiação solar e o aumento das temperaturas do ar tornam cada vez mais necessária a presença de espécies arbóreas em pastagens de regiões tropicais, como o Brasil, não apenas para melhorar a qualidade do pasto (ALONZO, 2000), mas também para garantir o conforto térmico animal. Quando submetidos ao desconforto térmico, os animais tendem a aumentar a frequência respiratória, a frequência cardíaca, ingestão de água, além de reduzir o consumo de alimentos (NÄÄS e ARCARO, 2001).

Com a redução do consumo, surge a necessidade de aumentar a concentração de nutrientes na dieta, aumentando os custos de produção, e quando não corrigida, a redução do consumo pode causar perdas significativas no rebanho (DA SILVA et al., 2010). Souza (2009) encontrou resultados satisfatórios de conforto térmico e bem-estar animal em SSP composto por *Cocos nucifera*, *U. brizantha* cv. Marandu e vacas de leite. Da Silva et al. (2010) também concluíram que a presença de árvores ameniza o desconforto térmico animal.

A afirmação dos possíveis benefícios ambientais e de sustentabilidade que podem ser obtidos pela introdução dos SSP's não é o bastante para convencer os produtores a adotar o sistema, porém as vantagens do ponto de vista econômico fazem com que a adoção ocorra de maneira natural. Algumas barreiras como alto custo de implantação, dificuldades operacionais e aspectos culturais podem dificultar a aceitação do sistema por parte dos produtores, no entanto, o maior empecilho na implantação de um SSP é a falta de informação precisa sobre seus componentes e o manejo dos mesmos.

Devido a enorme diversidade de possibilidades de escolha dos componentes do sistema, e da infinidade de interações provocadas pelos mesmos, um dos maiores gargalos para que a adoção ocorra é a falta de informação sobre o espaçamento ideal de plantio das árvores para que a integração dos elementos funcione em harmonia. Soares et al. (2009) estudaram o comportamento de 12 espécies forrageiras de verão em dois diferentes arranjos de *Pinus taeda*, ambos com linhas simples, sendo um com o espaçamento de 3 x 9 m (370 árvores por hectare) e o outro de 5 x 9 m (222 árvores por

hectare), e obtiveram melhores resultados, para todas as gramíneas, no maior espaçamento. Paciullo et al. (2007) estudaram o comportamento de *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk cultivada sob dois níveis de sombreamento causados por dois espaçamentos entre linhas quádruplas de quatro arbóreas leguminosas (3x3x10 m e 3x3x30 m), e concluíram que o acúmulo de forragem foi menor no maior nível de sombreamento.

Apesar de ser uma das espécies mais adotadas para o cultivo florestal, ainda são escassos os estudos de espaçamentos em SSP's com Eucalipto.

Segundo dados da Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF) (2012), o Brasil conta com uma área de aproximadamente 6,5 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo destes, 74,8% cobertos por eucalipto (aproximadamente 4,8 milhões de hectares). No Mato Grosso do Sul, o eucalipto tem tomado cada vez mais espaço nas áreas cultivadas, não apenas para a produção de madeira e carvão, como também para a produção de celulose. Em 2011, o estado alcançou o total de 475.528 hectares de *Eucalyptus* plantado, o que corresponde a três vezes a área cultivada com a arbórea em 2005.

Dentre as gramíneas, o gênero *Urochloa* é um dos mais cultivados no Brasil, devido a sua facilidade de adaptação em diversos sistemas de produção e condições edafoclimáticas e, em razão dessa excelente adaptação, torna-se necessário o estudo da resposta dessas forrageiras a diferentes níveis de sombreamento. Por ter sido lançada recentemente, em 2002, pela Embrapa Gado de Corte (VALLE et al., 2003), pouco se sabe sobre o comportamento da *Urochloa brizantha* cv. Xaraés em déficit luminoso. Martuscello et al. (2009) avaliaram o comportamento de três gramíneas, a *U. brizantha* cv. Xaraés, *U. brizantha* cv. Marandu e *U. decumbens* cv. Basilisk, sob sombreamento artificial com telas tipo “sombrite” a 50 e 70% de sombreamento, e concluíram que devido a sua alta produtividade, o capim-xaraés é o mais recomendado para condições de sombreamento, ressaltando a necessidade de sua avaliação em condições de campo natural sob sombreamento de árvores.

O objetivo deste trabalho é avaliar a influência de três espaçamentos entre faixas de *Eucalyptus urophylla* sob o acúmulo, composição química e digestibilidade de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, e sobre o microclima e bem-estar animal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF 2012 ano base 2011**. Brasília, ABRAF, 2012, 150 p.
- ALONZO, Y. M. **Potencial of silvopastoral systems for economic dairy production in Cayo**: Belize and constraints for their adoption. 2000. 81p. Dissertação de Mestrado. Universidad de Costa Rica, Turrialba.
- ARMANDO, M. S., BUENO, Y. M., ALVES, E. R. S., CAVALCANTE, C. H. **Agrofloresta para Agricultura Familiar**. Brasília: EMBRAPA, 2002. (Circular Técnica 16)
- BERNARDINO, F. S.; GARCIA, R. Sistemas Silvopastoris. **Pesquisa Florestal Brasileira**. Colombo, n.60, p. 77-87, dez. 2009.
- CASTRO, C. R. T.; CARVALHO, M. M. **Sistemas silvipastoris: relatos de pesquisa e de seu uso no Brasil**. Juiz de Fora: EMBRAPA, 1999. 24 p. Circular Técnica, 53.
- DANIEL, O.; COUTO, L.; VITORINO, A.C.T. Sistemas agroflorestais como alternativas sustentáveis à recuperação de pastagens degradadas. SIMPÓSIO – SUSTENTABILIDADE DA PECUÁRIA DE LEITE NO BRASIL, 1, Goiânia. **Anais...**Juiz de Fora: EMBRAPA-CNPGL, 1999. p.151-170.
- DA SILVA, L. L. G. G., RESENDE, A. S., DIAS, P. F., SOUTO, M. S., AZEVEDO, B. C., VIEIRA, M. S., COLOMBARI, A. A., TORRES, A. Q. A., MATTA, P. M., PERIN, T. B., FRANCO, A. Avaliação de Conforto Térmico em Sistema Silvopastoril em Ambiente Tropical. Asociación Latinoamericana de Producción Animal. Rio de Janeiro, v. 18, n. 3-4, p 87 – 95, 2010.
- IBGE: Censo Agropecuário 2006. Brasília: **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**, 2006. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro>. Acesso em: 25 de janeiro de 2012.
- MARTUSCELLO, J. A., JANK, L., GONTIJO NETO, M. M., LAURA, V. A., DA CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n.7, p. 1183 – 1190, 2009.
- NÄÄS, I. A., ARCARO JÚNIOR, I. Influência da ventilação e aspersão em sistemas de sombreamento artificial para vacas em lactação em condições de calor. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. Campina Grande, v.5, n.1, p 139-142, 2001.
- NAIR, P.K.R. **Introduction to Agro forestry**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993. 499p.

NICODEMO, M. L. F., DA SILVA, V. P., THIAGO, L. R. L. S., GONTIJO NETO, M. M., LAURA, V. A. **Sistemas Silvopastoris – Introdução de árvores na pecuária do Centro-oeste brasileiro.** Campo Grande: EMBRAPA, 2004. (Documento 146)

PACCIULO, D. S. C., DE CARVALHO, C. A. B., AROIRA, L. J. M., MORENZ, M. J. F., LOPES, F. C. F., ROSSIELO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573 – 579, abril, 2007.

SOARES, A. B., SARTOR, L. R., ADAMI, P. F., VARELLA, A. C., FONSECA, L., MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade em onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n.3, p. 443-451, 2009.

SOUZA, E. S. **Conforto Térmico de Vacas Leiteiras em Monocultivo de Capim Marandu e em Sistema Silvopastoril com Coqueiros em Parnaíba, Piauí.** 2009. 37 p. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal do Piauí, Teresina.

VALLE, C. B., EUCLIDES, V. P. B., PEREIRA, J. M., VALÉRIO, J. R., PAGLIARINI, M. S., MACEDO, M. C. M., LEITE, G. G., LOURENÇO, A. J., FERNANDES, C. D., DIAS FILHO, M. B., LEMPP, B., POTT, A., DE SOUZA, M. A. O Capim-xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na Diversificação das Pastagens de Braquiária. Campo Grande, EMBRAPA, 2004. Documentos 149.

CAPÍTULO I

ESPAÇAMENTO ENTRE FAIXAS DE ÁRVORES (*Eucalyptus urophylla* S.T.Blake) E SUAS INTERRELAÇÕES COM O ACÚMULO E COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE FORRAGEM [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.) Stapf cv. Xaraés]

RESUMO

Objetivou-se avaliar o acúmulo, composição química e digestibilidade de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivada em diferentes distâncias entre faixas de *Eucalyptus urophylla* para definição do melhor espaçamento de plantio das árvores. Avaliou-se o acúmulo de forragem nos verões de 2011 e 2012. No verão de 2012 foram avaliadas características químicas da forragem como: proteína bruta (PB), fibra em detergente ácido (FDA), fibra em detergente neutro (FDN), lignina, celulose e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO). A forragem foi cultivada nos espaçamentos de 15 m, 21 m e 27 m entre faixas de *E. urophylla*, bem como em diferentes pontos de coleta de acordo com a distância das árvores. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 48 repetições e cinco fatores (três espaçamentos e duas distâncias de coletas sendo estas a 1,5 m de distância das árvores e a 35% da distância das árvores). Não houve interação entre a produção de matéria seca e a distância de coleta de forragem nos diferentes espaçamentos. O acúmulo de biomassa foi menor no espaçamento de 15 m nos dois períodos de verão avaliados. Os maiores teores de PB, menores de FDN e a maior DIVMO ocorreram nos menores espaçamentos e nas áreas sob a copa das árvores. O espaçamento de 21 metros foi o mais adequado para o acúmulo de forragem de *U. brizantha* cv. Xaraés.

Palavras-chave: sistema silvipastoril, sombreamento, qualidade de forragem

ABSTRACT

The objective was to evaluate the accumulation and chemistry of *Urochloa brizantha* Xaraés grown at different distances between tracks of *Eucalyptus urophylla* to define the better spacing of planting trees. Was evaluated the forage production in the summers of 2011 and 2012. In the summer of 2012 were evaluated nutritional characteristics such as crude protein (PB), acid detergent fiber (FDA), neutral detergent fiber (FDN), lignin, cellulose and digestibility *in vitro* of organic matter (DIVMO). Plants were grown in row spacings of 15 m, 21 m and 27 m between tracks of *E. urophylla* and at different collection points according to the distance from the trees. The experimental design was completely randomized with 48 replications and five factors (three spacing and two distances and these collections to 1.5 m away from trees and 35% of the distance from the trees). There was no interaction between dry matter yield and forage collecting distance in the various spacings. The dry matter yield was lower at 15 m spacing in the two summer periods evaluated. The highest rates of crude protein and lower FDN and DIVMO occurred in the smallest spacings and in areas under the canopy. The spacing of 21 meters was suitable for the accumulation of *U. brizantha* Xaraés.

Key words: silvopastoral system, shading, forage quality

INTRODUÇÃO

Os sistemas silvipastoris (SSPs) são modalidades de uso da terra que envolvem três ou mais componentes – árvores, forrageira e animais – o que torna seu manejo mais complexo do que a monocultura florestal ou agrícola.

A multiplicidade de componentes desses sistemas e as possibilidades de interação entre eles e com o clima e o solo, tornam necessário um planejamento detalhado e rigoroso, determinando quais espécies serão utilizadas, o arranjo dos componentes, o manejo, além das possibilidades de mercado. Apesar da crescente expansão da utilização dos SSPs, a falta de informação técnica ainda é o maior gargalo para o planejamento, implantação e gerenciamento desses sistemas.

Um dos principais entraves na implantação dos SSPs é a escolha das espécies. É importante optar por espécies arbóreas adaptadas à região e com aceitação no mercado, bem como gramíneas com boa adaptação não apenas ao clima regional e ao tipo de solo do local, mas também ao sombreamento provocado pelas árvores.

Gramíneas do gênero *Urochloa* têm sido amplamente estudadas em sistemas sombreados. Estudando várias gramíneas tropicais sob condições de sombreamento natural, Carvalho et al. (2002) concluíram que o valor nutritivo de *U. brizantha* cv. Marandu foi favorecido pelo sombreamento causado por angico-vermelho. Paciullo et al. (2007) encontraram aumento nos teores de proteína bruta, redução da fibra em detergente neutro e aumento da digestibilidade *in vitro* da matéria seca de *U. decumbens* cultivada sob sombreamento em um sub-bosque de leguminosas arbóreas.

A cultivar Xaraés (*U. brizantha*), tem como principais atributos a alta acúmulo de biomassa, rápida rebrota e florescimento tardio, possibilitando que o período de pastejo seja prolongado até à estação seca. Tem bom valor nutritivo e alta capacidade de suporte, e quando comparada à cultivar Marandu, apresenta cerca de 20% a mais na produtividade animal por hectare (VALLE et al. 2004).

Para o sucesso da introdução da *U. brizantha* cv. Xaraés em SSPs, é necessário um amplo estudo sobre o comportamento dessa cultivar sob sombreamento, determinando espaçamentos adequados para a implantação do sistema. Martuscello et al. (2009) estudando o acúmulo de biomassa de gramíneas do gênero *Urochloa* (Xaraés, Marandu e campim-braquiária) sob níveis de sombreamento artificial concluíram que o capim-xaraés, por sua alta produtividade, é o mais recomendado para condições de

sombreamento dentre as gramíneas estudadas, ressaltando a necessidade da avaliação desta gramínea em condições de campo natural sob sombreamento de árvores e arbustos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o acúmulo, composição química e digestibilidade de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivada em diferentes distâncias entre faixas de *Eucalyptus urophylla* para definição do melhor espaçamento de plantio das árvores.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em um sistema silvipastoril (SSP) instalado na Fazenda Japema (22° 20,154' S e 53° 55,23' W), município de Novo Horizonte do Sul – MS. A precipitação média anual é de 1600 mm e a temperatura média anual é de 22,7 °C. O clima da região, de acordo com Köppen é classificado como Aw. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999), com 762 g.kg⁻¹ de areia, 45 g.kg⁻¹ de silte e 193 g.kg⁻¹ de argila. A análise de solo pode ser observada na Tabela 1.

TABELA 1 – Análise química do solo sob sistema silvipastoril no município de Novo Horizonte do Sul – MS no ano de 2012, de 0 a 20 cm de profundidade.

| P (mg.dm ⁻³) | M.O. (g.dm ⁻³) | pH CaCl ₂ | K ----- | Ca | Mg (mmol _c .dm ⁻³) | H+Al ----- | SB | CTC | V (%) |
|-----------------------------|-------------------------------|-------------------------|------------|------|--|---------------|-------|------|----------|
| 3,05 | 106,3 | 5,1 | 1,4 | 31,6 | 10,83 | 20,09 | 43,88 | 64,0 | 68,1 |

O SSP foi implantado em março de 2009, tendo como componentes a gramínea *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, estabelecida entre as aleias de árvores de *Eucalyptus urophylla*, cujas distâncias variam de acordo com o terraceamento para conservação do solo do local. Dentro das aleias, as árvores foram implantadas em linha tripla com espaçamento de 3 x 1,5 m. A partir de março de 2010 iniciou-se o pastejo por novilhas utilizando-se o método intermitente.

Foram selecionados três diferentes espaçamentos (15, 21 e 27 m) entre aleias de árvores para a coleta de dados. A escolha dos espaçamentos foi limitada de acordo com os espaçamentos já existentes, provocados pelo terraceamento. Cada espaçamento foi repetido em três locais, porém em consequência da impossibilidade de causalização de blocos, o experimento teve que ser realizado em delineamento inteiramente casualizado.

Em cada espaçamento foram locadas três parcelas a título de repetições e dentro de cada uma, quatro linhas de coleta paralelas às aleias. As linhas de coleta foram locadas a 1,5m das aleias e a, aproximadamente, 35% da distância das aleias, ficando a 5,5 m no espaçamento de 15 m, 7,5 m no espaçamento de 21 m e 9,5 m no espaçamento de 27 m (Figura 1).

Em cada linha de coleta foram retiradas quatro amostras equidistantes da gramínea de acordo com a largura das faixas entre as árvores, em uma superfície de 0,5 x 0,5 m, à altura de 10 cm do solo em dezembro de 2011 e 2012, quando a forrageira tinha, respectivamente, 2 e 3 anos. Separou-se a lâmina foliar do colmo + bainha foliar

que, por sua vez, foram embalados em sacos de papel e levados à secagem em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 55° C por 48 h. Em seguida tomou-se o peso da massa seca dos componentes, que somadas resultam na massa seca total. Para obtenção da proporção de lâminas, foi feita a relação entre a massa seca total e a de lâmina foliar.

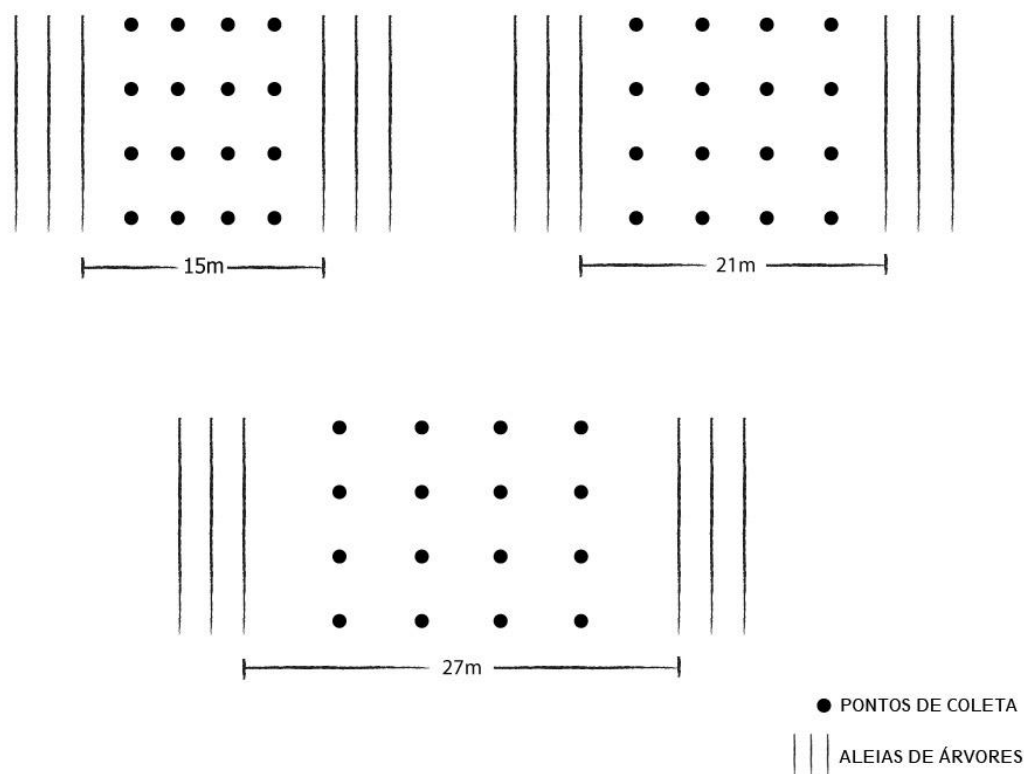


FIGURA 1 – Arranjo espacial das aléias de *Eucalyptus urophylla* e pontos de coleta (1,5m e 35% de distância das árvores) de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, no sistema silvipastoril instalado na Fazenda Japema, município de Novo Horizonte do Sul-MS.

Depois de secas e pesadas, as lâminas foliares foram processadas em moinho tipo “Willey“ com peneira 0,1 mm e submetidas à análise por espectroscopia no infravermelho proximal (NIRS), de acordo com os procedimentos de Marten et al. (1985), no Laboratório de Processamento de Forragens da Embrapa Gado de Corte (Campo Grande – MS). Foram obtidas os teores de proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina S, lignina P, celulose e digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (DIVMO).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, em nível de $P < 0,05$ por meio de rotinas computacionais no programa R (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na média dos dois anos avaliados, 2011 e 2012, houve diferenças significativas ($P < 0,05$) no acúmulo de matéria seca total (MStotal) entre os espaçamentos de aleias (15, 21 e 27 m). Procedeu-se então à análise de regressão constante na Figura 2.

TABELA 2 – Quadrados médios dos espaçamentos, distância dos pontos de coleta das árvores e interação entre os fatores para as diversas características avaliadas.

| FV | GL | Espaçamento | Distância | Interação | CV% |
|---------------------------|----|----------------------|------------------------|------------------------|-------|
| MStotal Verão (2011/2012) | 71 | 0,005353* | 0,000288 ^{ns} | 0,000241 ^{ns} | 24,46 |
| Lignina | 71 | 5,4059 ^{ns} | 0,2544 ^{ns} | 0,1450 ^{ns} | 7,06 |
| PB | 71 | 100,057* | 11,536* | 2,624* | 9,43 |
| FDA | 71 | 67,027* | 8,154* | 5,557* | 3,23 |
| FDN | 71 | 82,769* | 27,726* | 30,31* | 2,66 |
| DIVMO | 71 | 5,6411* | 1,6928* | 0,5413* | 0,79 |

MStotal: Matéria Seca total; PB: Proteína Bruta; FDN: Fibra Detergente Neutro; DIVMO: Digestibilidade *in vitro* da Matéria Orgânica; GL: graus de liberdade; CV%: coeficiente de variação; *Significativo a $P < 0,05$, ns = não significativo.

O espaçamento de 15 m foi o que mais afetou o acúmulo de forragem, sendo 33% menor do que o espaçamento de melhor produção (27 m) (Figura 2). O menor acúmulo de forragem no maior nível de sombreamento pode ser explicado pela redução de luminosidade, o que afeta as taxas fotossintéticas das plantas, além de outros processos fisiológicos como transpiração e absorção de nutrientes (BERNARDES, 1987).

Entretanto, as médias para a MStotal foram estatisticamente iguais entre os pontos nas linhas de coleta perpendiculares às aleias, além de não ter havido interação entre as distâncias desses pontos e a largura das faixas entre as linhas das árvores (Tabela 2). Essa informação implica em que próximo às linhas de árvore a forragem não recebeu influência importante do sombreamento ou da concorrência radicular do eucalipto, seja por água ou nutrientes.

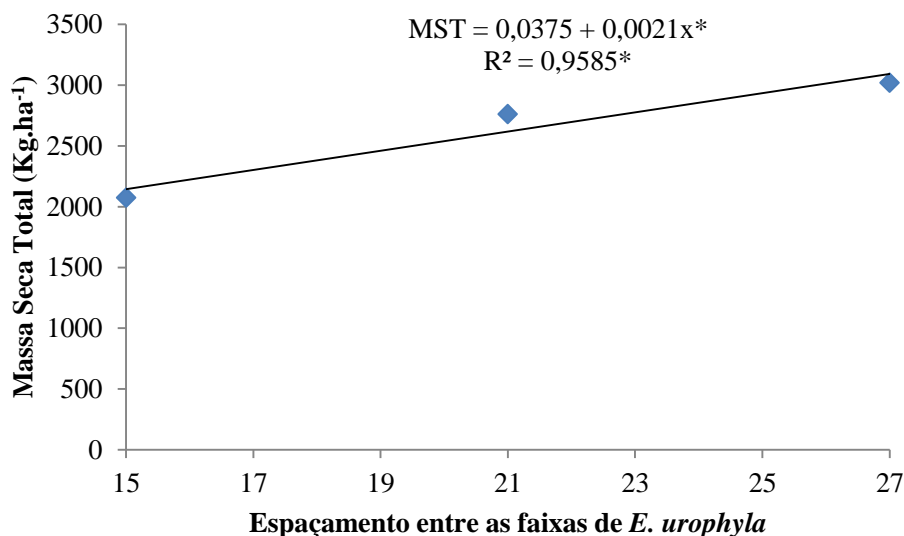


FIGURA 2 – Massa Seca Total (kg.ha⁻¹) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus urophylla*. * Significativo a $p < 0,05$.

Esses resultados permitem inferir que a distância entre as aleias é um componente mais importante para definir a produção de matéria seca da gramínea avaliada, do que a proximidade da forrageira à linha de árvores.

Tais dados corroboram com os obtidos por outros autores cujos resultados demonstraram queda na produção de forragem com o aumento do sombreamento. Paciullo et al. (2007) encontraram menor produção de *U. decumbens* sob sombreamento de 65% quando comparada a sombreamento de 35% e a sol pleno. Andrade et al. (2004) demonstraram redução de 60% de acúmulo de matéria seca de *U. brizantha* cv. Marandu cultivada sob sombreamento artificial de 70% e quando comparada com o cultivo a pleno sol. Já Soares et. al (2009) encontraram resultados parcialmente diferentes dos descritos no presente trabalho, ao avaliarem 11 espécies forrageiras cultivadas em diferentes espaçamentos entre árvores de *Pinus taeda*, os autores concluíram que as gramíneas do gênero *Urochloa* se comportaram de modo semelhante sob a copa das árvores e nas entrelinhas no espaçamento mais estreito (9x3m), porém tiveram médias estatisticamente diferente nas duas situações no espaçamento de 15x3m.

Para a proporção de folhas não houve diferença estatística significativa, tanto entre os pontos nas linhas de coleta, quanto entre as três faixas entre as aleias. Esses resultados contrariam Gobbi et al (2009) que ao avaliar características morfológicas, estruturais e produtividade de *B. decumbens* cv Basilisk submetido a três níveis de

sombreamento artificial, encontraram aumento na porcentagem de colmo conforme aumentou-se o sombreamento.

A proporção de folhas, em ambos os anos de coleta, teve a média de 63, 64 e 65% nos níveis de 15, 21 e 27 m, respectivamente. Para a distância de coleta a 1,5m das árvores, as médias dos tratamentos 15, 21 e 27m foram de 64, 66 e 66%, e para a distância de coleta a 35% da distância das árvores, 63, 64 e 64% para cada espaçamento, respectivamente. Estes dados são semelhantes aos descritos por Valle et al. (2004) que afirmam que o capim Xaraés, em sua produção total, apresenta 70% de folhas na estação chuvosa.

Os valores de lignina não foram significativos na análise de variância com $p < 0,05$ (Tabela 2), corroborando com os resultados encontrados por Pasciullo et al. (2007) que avaliou o comportamento de capim-braquiária sob sombreamento e a pleno sol.

Os teores de PB diferiram ($P < 0,05$) tanto nos espaçamentos quando nas distâncias das árvores, além de ter havido interação entre ambos os fatores (Tabela 2). O espaçamento de 15 m apresentou maiores teores de PB, com valores, em média, 30% maiores que dos outros tratamentos (Figura 3). Em relação às distâncias de coleta das árvores, no espaçamento de 15m não houve diferenças nos teores de PB. Entretanto, nos outros dois espaçamentos houve um acréscimo de, em média, 10 e 17% de PB nas plantas sob a copa das árvores nos espaçamentos de 21 e 27m, respectivamente (Figura 3). O maior teor de PB das lâminas foliares das plantas sombreadas já foi amplamente discutido e estabelecido na literatura (PACCIULO et al., 2007; SOUZA, 2009; PACCIULO et al., 2011) e podem estar associados à maior deposição e degradação de material orgânico depositado pelas árvores, provocando a ciclagem e aumentando o fluxo de nitrogênio no solo (Wilson, 1996).

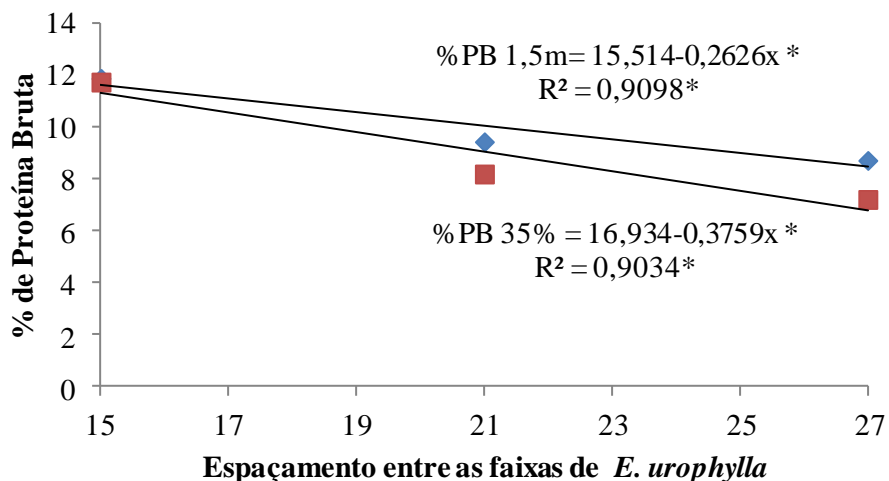


FIGURA 3 - Porcentagem de Proteína Bruta (PB) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus urophylla* de acordo com as distâncias de coleta (1,5m e 35% da distância das árvores). * Significativo a $p < 0,05$.

As variáveis FDA e FDN obtiveram diferenças estatísticas ($p < 0,05\%$) tanto nos diferentes espaçamentos quando nas distâncias das árvores, havendo interação entre os fatores (Tabela 2). Houve um acréscimo nos teores conforme aumentaram os espaçamentos e nos espaçamentos 21 e 27m, ocorrendo um maior teor de FDA e FDN nas distâncias longe das árvores (Figura 4 e Figura 5). Segundo Kephart e Buxton (1993), a menor disponibilidade de fotoassimilados nas áreas sombreadas, pode causar a redução do desenvolvimento da parede celular secundária, conseqüentemente reduzindo a concentração dos constituintes da parede celular, levando a menores teores de FDN e FDA.

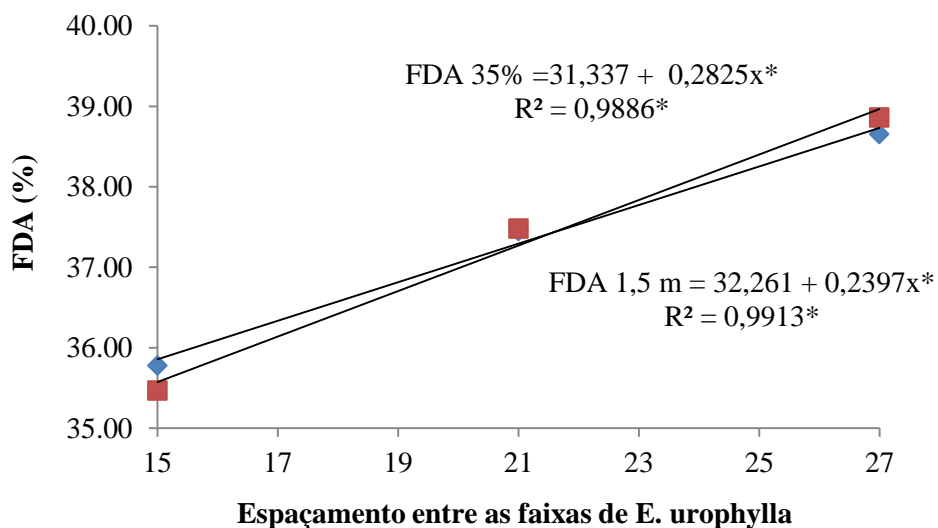


FIGURA 4 - Porcentagem de fibra detergente ácido (FDA) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus urophylla* de acordo com as distâncias de coleta (1,5m e 35% da distância das árvores). * Significativo a $p < 0,05$.

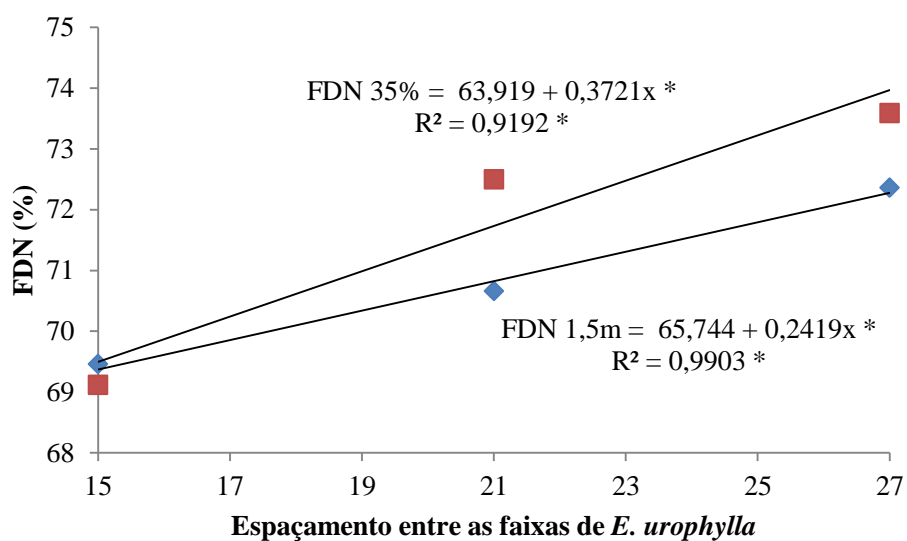


FIGURA 5 - Porcentagem de Fibra Detergente Neutro (FDN) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus urophylla* de acordo com as distâncias de coleta (1,5m e 35% da distância das árvores). * Significativo a $p < 0,05$.

Os coeficientes de DIVMO foram estatisticamente diferentes ($p < 0,05\%$) nos espaçamentos e nas distâncias das árvores, havendo interação entre os fatores (Tabela 2). A DIVMO foi menor conforme aumentou-se o espaçamento (Figura 6).

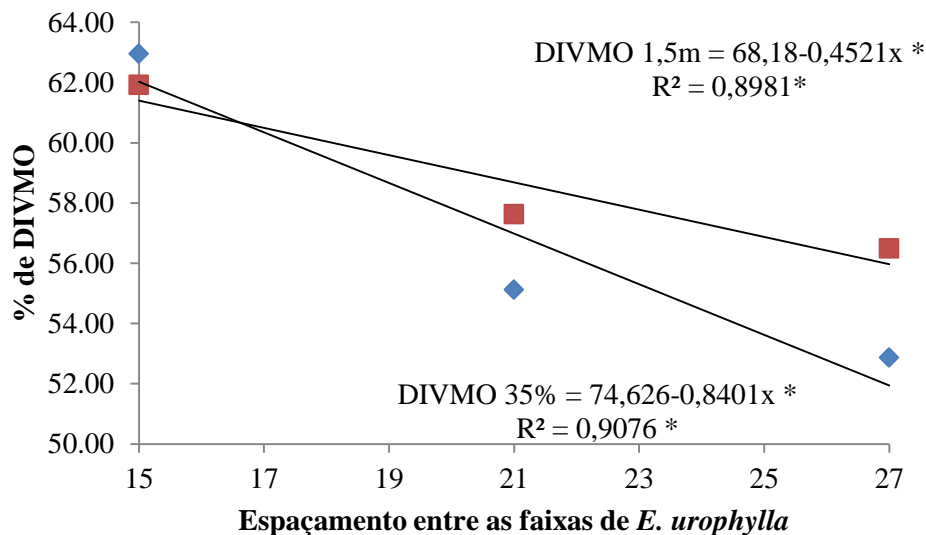


FIGURA 6 - Porcentagem de Digestibilidade *in vitro* de Matéria Orgânica (DIVMO) de plantas de *Urochloa brizantha* cv. Xaraés cultivadas em três diferentes espaçamentos entre árvores de *Eucalyptus urophylla* de acordo com as distâncias de coleta (1,5m e 35% da distância das árvores). * Significativo a $p < 0,05$.

A maior DIVMO está diretamente relacionada com os maiores teores de PB e menores teores de FDN encontrados nas condições de maior sombreamento. Barro et al. (2008) associaram a maior DIVMO de azevém-anual (*Lolium multiflorum* Lam.) aveia-preta (*Avena strigosa* Schreb.) e aveia-branca (*A. sativa* L.) sob a sombra de árvores de *Pinnus elliottii* aos efeitos da temperatura amena provocada pelo sub-bosque.

Os maiores teores de PB e DIVMO e os menores de FDN e FDA nos menores espaçamentos e nas áreas sob a copa das árvores demonstram algumas vantagens da instituição de pastagens arborizadas. É importante considerar que outros fatores não estudados neste trabalho também podem favorecer a produção de gramíneas sombreadas, como a ciclagem de nutrientes no solo, provocada pela deposição de materiais das árvores.

CONCLUSÕES

Os resultados demonstraram que o espaçamento de 21 metros não traz grande interferência negativa sobre o acúmulo de forragem e pode beneficiar a composição química e a digestibilidade da forragem, além de permitir um maior adensamento de árvores do que o espaçamento de 27 metros, tornando o espaçamento de 21 metros, entre os três estudados, o mais recomendável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

BARRO, R. S.; DE SAIBRO, J. C.; DE MEDEIROS, R. B.; DA SILVA, J. L. S.; VARELLA, A. C.; Rendimento de forragem e valor nutritivo de gramíneas anuais de estação fria submetidas a sombreamento por *Pinus elliottii* e ao sol pleno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 37, n. 10, p. 1721-1727, 2008.

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. C.; FERREIRA, S. O.; YAMADA, T. (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: POTAFOS, 1987. p.13-48.

CARVALHO, M. M.; FREITAS, V. de P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 717-722, maio 2002.

DEINUM, B.; SULASTRI, R. D.; ZEINAB, M. H. J.; MAASSEN, A. Effects of light intensity on growth, anatomy and forage quality of two tropical grasses (*Brachiaria brizantha* and *Panicum maximum* var. Trichoglume). **Netherlands Journal of Agricultural Science**, v.44, p.111-124, 1996.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1999. 412p

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; GARCEZ NETO, A. F.; PEREIRA, O. G.; VENTRELLA, M. C.; ROCHA, G. C. Características morfológicas, estruturais e produtividade do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos ao sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n. 9, p. 1645-1654, 2009.

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.

MARTEN, G. C.; SHENK, J. S.; BARTON II, F. E. **Near infrared reflectance spectroscopy (NIRS), analysis of forage quality**. Washington: USDA, ARS, 1985. 110p.

MARTUSCELLO, J. A., JANK, L., GONTIJO NETO, M. M., LAURA, V. A., DA CUNHA, D. N. F. V. Produção de gramíneas do gênero *Brachiaria* sob níveis de sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n.7, p. 1183 – 1190, 2009.

PACCIULO, D. S. C., DE CARVALHO, C. A. B., AROIRA, L. J. M., MORENZ, M. J. F., LOPES, F. C. F., ROSSIELO, R. O. P. Morfofisiologia e valor nutritivo do capim-braquiária sob sombreamento natural e a sol pleno. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 4, p. 573 – 579, abril, 2007.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; DE CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MULLER, M. D.; PIRES, M. de 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.

SOARES, A. B., SARTOR, L. R., ADAMI, P. F., VARELLA, A. C., FONSECA, L., MEZZALIRA, J. C. Influência da luminosidade em onze espécies forrageiras perenes de verão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Brasília, v. 38, n.3, p. 443-451, 2009.

SOUTO, S. M.; DIAS, P. F.; VIEIRA, M. de S.; DIAS, J.; DA SILVA, L. . G. G. Comportamento de plantas de *Brachiaria brizantha* cv. Xaraés submetidas ao sombreamento. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 2, p. 279-286, abr-jun, 2009.

SOUZA, E. S. **Conforto Térmico de Vacas Leiteiras em Monocultivo de Capim Marandu e em Sistema Silvipastoril com Coqueiros em Parnaíba, Piauí**. 2009. 37 p. Dissertação de Mestrado em Ciência Animal. Universidade Federal do Piauí, Teresina.

VALLE, C.B.; EUCLIDES, V. P. B.; PEREIRA, J. M.; VALÉRIO, J. R.; PAGLIARINI, M. S.; MACEDO, M. C. M.; LEITE, G. G.; LOURENÇO, A. J.; FERNANDES, C. D.; DIAS FILHO, M. B.; LEMPP, B.; POTT, A.; DE SOUZA, M. A. **O Capim-Xaraés (*Brachiaria brizantha* cv. Xaraés) na diversificação das pastagens de braquiária**. Campo Grande: EMBRAPA, 2004. (Documento 149)

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

CAPÍTULO II

MICROCLIMA E BEM-ESTAR ANIMAL EM SISTEMA SILVIPASTORIL COM *Eucalyptus urophylla* S.T.Blake EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

RESUMO

Objetivou-se avaliar o microclima e índices de bem-estar de uma área a pleno sol e de três diferentes espaçamentos entre faixas (15, 21 e 27m) de *Eucalyptus urophylla* em um sistema silvipastoril localizado no município de Novo Horizonte do Sul – MS. O delineamento foi inteiramente casualizado. Para a avaliação do microclima foram coletados dados de Temperatura do solo (Tsolo) e Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA). Para avaliação do bem-estar animal foi utilizado o índice de temperatura e umidade (ITU), índice de temperatura do globo e umidade (ITGU) e a Carga térmica radiante (CTR). O espaçamento de 15m apresentou os menores valores de temperatura do solo, porém, também apresentou os menores valores de RFA, o que pode comprometer o desenvolvimento das plantas. Os melhores índices de bem-estar animal foram encontrados no espaçamento de 15m. A presença de árvores beneficia o microclima e o bem-estar animal, podendo favorecer tanto a produção de plantas como a produção animal.

Palavras-chave: sombreamento, radiação fotossinteticamente ativa, carga térmica radiante

ABSTRACT

This study aimed to evaluate microclimatic variables and thermal comfort indices of an area in full sun and three different spacings between tracks (15, 21 and 27m) of *Eucalyptus urophylla* in a silvopastoral system in the city of Novo Horizonte do Sul - MS. The design was completely randomized. To evaluate the microclimate were collected on soil temperature data (T_{soil}) and photosynthetically active radiation (RFA). To evaluate the thermal comfort was used the temperature and humidity index (ITU), globe temperature and humidity index (ITGU) and radiant thermal load (CTR). The spacing of 15m showed the lowest values of soil temperature, however, showed the lowest values of RFA, which may compromise the development of plants. The best thermal comfort indices were found in the spacing of 15m. The presence of trees benefits the microclimate and thermal comfort, which may favor the production of both plants and livestock.

Key words: shading, photosynthetically active radiation, radiant thermal load

INTRODUÇÃO

Mais de dois terços do território brasileiro são classificados como de climas Equatoriais e Tropicais (MAGNOLI e ARAÚJO, 2005). Nessas áreas, que apresentam elevados índices de temperatura na maior parte do ano, é fundamental encontrar soluções que favoreçam o conforto animal. Os efeitos da temperatura e umidade do ar podem causar estresse aos animais, tornando-se limitantes de seu desenvolvimento, produção e reprodução (KAWABATA et al., 2005).

Nos Sistemas Silvopastoris (SSPs), árvores são introduzidas às pastagens incrementando a produtividade e promovendo interações entre os componentes em diferentes magnitudes. Além dos ganhos em diversidade de produção, aumento de renda na propriedade, aumento da biodiversidade e preservação do solo das áreas de pastagens e de mananciais, se introduzidos corretamente os SSPs podem ainda contribuir significativamente com o conforto animal sem afetar a produção de forragem.

A radiação solar é o principal agente responsável pelo acréscimo do calor corporal interno de animais expostos ao ar livre, sendo também um dos principais causadores de estresse (BAÊTA e SOUZA, 1997; RODRIGUES et al., 2010). Assim, um animal encontra-se em condições de conforto térmico quando não produz mais calor do que pode dissipar, caso contrário, ocorrem condições de estresse e, para se ajustar, o animal tende a reduzir o consumo de alimento, diminuindo a produtividade (KRUSCHEWSKY et al., 2011; SILVA, 2000).

A sombra das árvores em um SSP também pode resultar em menores temperaturas do solo, favorecendo a germinação de sementes e o desenvolvimento de raízes. A temperatura do solo é ainda fundamental em processos físicos do solo como evaporação e aeração, além de interferir no crescimento de plantas e decomposição da matéria orgânica (CARVALHO, 2007). Solos de áreas sombreadas tendem a ter melhor retenção de umidade, proporcionando um melhor aproveitamento da água da chuva.

Paralelo a isso, para que haja o aporte de forragem necessário para a produção animal em um SSP, é fundamental que exista uma incidência satisfatória de radiação solar, especialmente de radiação fotossinteticamente ativa, pois inúmeros processos biológicos dependem desses fatores, que aliados à umidade e temperatura do ar, podem estimular ou limitar a eficiência do desenvolvimento de plantas .

O uso de sombreamento surge como uma das técnicas mais sustentáveis e eficientes para alcançar bem-estar animal e as árvores apresentam-se como os agentes

mais atrativos para o controle e a redução dos efeitos da radiação. As árvores, isoladas ou em grupo, interferem no microclima ao seu entorno (GURGEL, 2010) de forma direta, por meio do sombreamento e, de forma indireta via evapotranspiração (MASCARÓ & MASCARÓ, 2005) favorecendo o bem-estar animal e melhorando sua eficiência de produção (VIEIRA et al., 2003). Para que se maximize os efeitos da produção animal sem comprometer a produção forrageira pela baixa radiação solar, é preciso que se tenha alguns cuidados, como a escolha do espaçamento, densidade arbórea e arranjo do plantio, bem como escolha de forrageiras tolerantes ao sombreamento.

A maioria dos processos biológicos das plantas que são influenciados pela luz, ocorre na faixa de 400 a 700 nm, também conhecida como radiação fotossinteticamente ativa (RFA). Portanto, a principal fonte de energia para a fotossíntese é encontrada neste intervalo. Limitações na interceptação da RFA causadas pelo sombreamento podem influenciar o desenvolvimento das plantas. No entanto, tratando-se de Sistemas Silvopastoris, o componente a ser mais afetado pela limitação de RFA é a pastagem, e muitas gramíneas como *U. decumbens*, *U. brizantha* e alguns cultivares de *Panicum maximum* são tolerantes ao sombreamento (CARVALHO et al., 2002). Segundo Parmejiani (2012), quando submetidas à sombra moderada, o desenvolvimento de gramíneas tolerantes pode ser maior do que a pleno sol, graças à radiação difusa, que tem sua eficiência de uso maior do que a de radiação direta.

O Índice de Temperatura e Umidade (ITU), Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) e a Carga Térmica Radiante são os principais índices para determinação de bem-estar animal, por considerarem em seus cálculos variáveis fundamentais para o bem estar animal, como a temperatura ambiente, velocidade do vento e a temperatura do globo negro.

Leme et al. (2005) demonstraram que durante o verão, vacas mestiças (Holandês x Zebu) apresentaram grande procura pelas áreas sombreadas em um SSP, evidenciando maior conforto nessas áreas. Avaliando o efeito do estresse térmico na produção de bovinos da raça Nelore sob sombreamento e a pleno sol, Navarini et al. (2009) concluíram que o ambiente constituído por pequenos bosques de árvores de guajuvira (*Patagonula americana* L.) foi o que promoveu melhores condições térmicas para os animais. Garcia et al. (2011), pesquisando as variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em SSPs, concluíram que a arborização de pastagens é

eficiente para amenizar os efeitos do clima tropical quente e úmido sobre os animais e melhorar seu índice de conforto térmico, independente da época do ano.

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o microclima e índices de bem-estar animal a pleno sol e em três diferentes espaçamentos de árvores em um sistema silvipastoril no município de Novo Horizonte do Sul – MS.

MATERIAIS E MÉTODOS

A coleta de dados foi realizada em um sistema silvipastoril (SSP) instalado na Fazenda Japema (22° 20,154' S e 53° 55,23' W), município de Novo Horizonte do Sul – MS. A precipitação média anual é de 1600 mm e a temperatura média anual é de 22,7 °C. O clima da região, de acordo com Köppen é classificado como Aw. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico (EMBRAPA, 1999), com 762 g.kg⁻¹ de areia, 45 g.kg⁻¹ de silte e 193 g.kg⁻¹ de argila.

O SSP foi implantado em março de 2009, tendo como componentes a gramínea *Urochloa brizantha* cv. Xaraés, estabelecida entre as aleias de árvores de *Eucalyptus urophylla*, cujas distâncias variam de acordo com o terraceamento para conservação do solo do local. Dentro das aleias, as árvores foram implantadas em linha tripla com espaçamento de 3 x 1,5 m. A partir de março de 2010 iniciou-se o pastejo por novilhas utilizando-se o método intermitente.

Foram selecionados três diferentes espaçamentos (15, 21 e 27 m) entre aleias de árvores e uma área adjacente à pleno sol para a coleta de dados de Temperatura do Solo (Tsolo), Radiação Fotossinteticamente Ativa (RFA), Temperatura do bulbo seco (TBS), Temperatura do bulbo úmido (TBU), Temperatura do globo negro (TGN), Temperatura ambiente (TA) e Velocidade do vento (VV). A escolha dos espaçamentos foi limitada de acordo com os espaçamentos já existentes, provocados pelo terraceamento. Em consequência da impossibilidade de causalização de blocos, o experimento teve que ser realizado em delineamento inteiramente casualizado.

Para cada espaçamento foram determinadas 4 linhas de coleta paralelas às aleias e, por sua vez, quatro pontos em cada linha, totalizando 16 repetições, conforme a Figura 1. Para o tratamento controle, a pleno sol, foram coletadas 16 repetições em área adjacente a do experimento, sem presença de árvores.

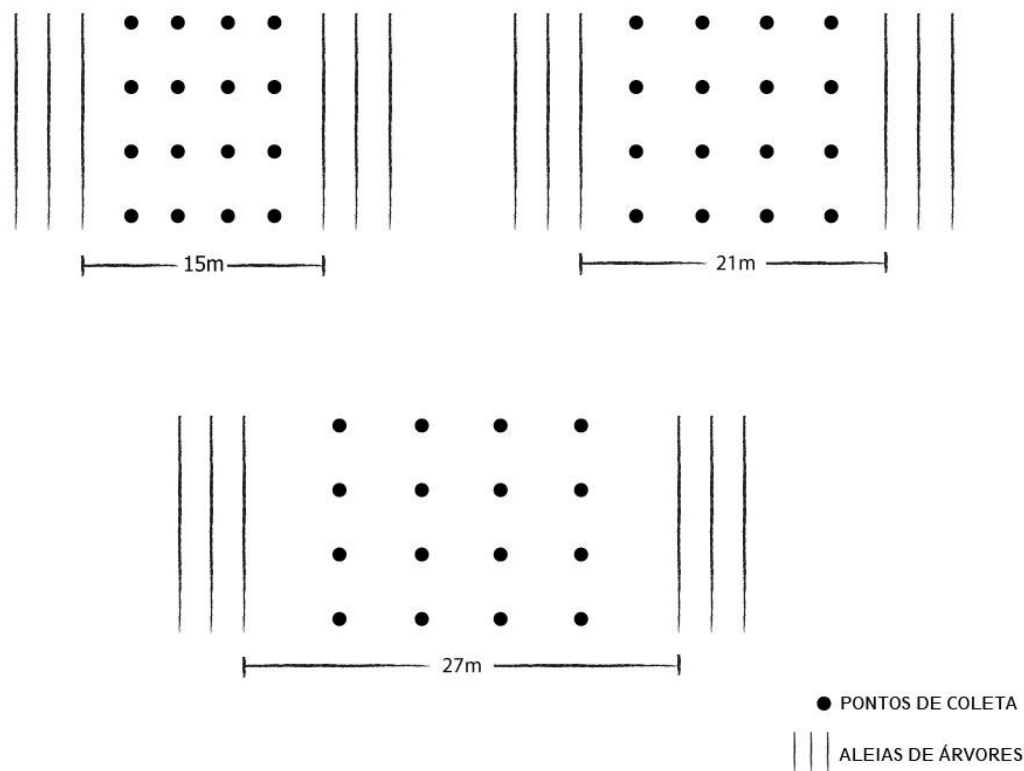


FIGURA 1 – Arranjo espacial das aléias de *Eucalyptus urophylla* e pontos de coleta das variáveis climáticas, no sistema silvipastoril instalado na Fazenda Japema, município de Novo Horizonte do Sul-MS.

A determinação de todas as variáveis microclimáticas em cada arranjo estrutural do sistema silvipastoril foi realizada em duas ocasiões: março de 2012 (época das águas) e agosto de 2012 (época das secas). As medidas foram tomadas entre 11:00 h e 13:00 h, em dias com céu predominantemente claro (pouca ou nenhuma nebulosidade). Utilizando-se um datalogger (LI – 1400 Datalogger LI-COR), foi acoplado um quantômetro (LI-190 Quantum Sensor LI-COR) com sensibilidade para os comprimentos de onda entre 400 e 700 nm para medição da Radiação Fotossinteticamente Ativa - RFA ($\text{mmol s}^{-1} \text{m}^{-2}$), um termistor para medição da temperatura do solo, colocado à profundidade de 5 cm e outro para temperatura do ar. A Umidade Relativa (%), velocidade do vento (m s^{-1}) e temperatura ambiente ($^{\circ}\text{C}$) foram medidas utilizando-se um Termo-Higro-Anemômetro Digital Portátil (Instrutherm – Thal 300). Para medição da temperatura do globo negro, temperatura de bulbo seco e temperatura de bulbo úmido, utilizou-se o Medidor de Stress Térmico Digital Portátil Modelo TGD-200 INSTRUTHERM. Todos os aparelhos foram posicionados à altura de

1,3 m e, após serem calibrados e estabilizados, as medições foram tomadas durante 60 segundos em cada ponto de amostragem.

Para calcular ou quantificar o conforto térmico do ambiente, foram utilizados três índices de conforto térmico: o Índice de Temperatura e Umidade (Equação 1, ITU, Thom 1958), o Índice de Temperatura do Bulbo Negro e Umidade (Equação 2, ITGU, Bond e Kelly 1955) e a Carga Térmica Radiante (Equação 3, CTR, Esmay 1979), conforme o descrito a seguir:

$$1 - ITU = tbs + 0,36 tbu + 41,5$$

$$2 - ITGU = 0,7 tbu + 0,2 tgn + TA$$

$$3 - CTR = \alpha (TRM)^4 \text{ em que:}$$

tbs: temperatura do bulbo seco em °C

tbu: temperatura do bulbo úmido em °C

tgn: temperatura do globo negro em °C

TA: temperatura ambiente

α = constante de Stefan-Boltzman ($5,67 \times 10^{-8} \text{ W} \cdot \text{m}^{-2}\text{K}^{-4}$)

TRM = temperatura radiante média = $100\sqrt[4]{2,51\sqrt{vv} (tgn-tbs) + \left(\frac{tgn}{100}\right)^4}$ em que:

vv: velocidade do vento (m s^{-1})

tgn: temperatura do globo negro em °C

tbs: temperatura do bulbo seco em °C

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e de regressão por meio de rotinas do programa R, para estudo dos espaçamentos, e teste de Dunnett ($P < 0,05$) no programa Statistica, para contraste com o tratamento controle.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio da análise de variância detectou-se diferença significativa para a temperatura do solo (Tsolo) na época das águas e na época seca (Tabela 1), tanto entre os tratamentos quanto no contraste com o tratamento controle. Para espaçamentos entre aleias foi realizada a análise de regressão (Figura 2) e em ambas as estações pode-se observar que os menores valores de Tsolo ocorreram no espaçamento de 15 m, aumentando linearmente conforme o espaçamento.

TABELA 1 – Quadrados médios, coeficiente de variação (CV%) e significância das variáveis microclimáticas nas distâncias entre aleias e contraste com o tratamento controle.

| Fonte de variação | Tsolo (°C) | RFA |
|-------------------|------------|------------------------|
| Época das águas | | |
| Espaçamentos | 31,9634* | 431690,6 ^{ns} |
| Contraste | 91,5078* | 416395,3* |
| CV% | 1,91 | 24,3 |
| Época das secas | | |
| Espaçamentos | 42,6277* | 647649,7 ^{ns} |
| Contraste | 134,0008* | 338948,2* |
| CV% | 2,15 | 23,1 |

Tsolo: temperatura do solo; RFA: radiação fotossinteticamente ativa; ns e *: não significativo e significativo, respectivamente, pelo teste F ($p < 0,05$.)

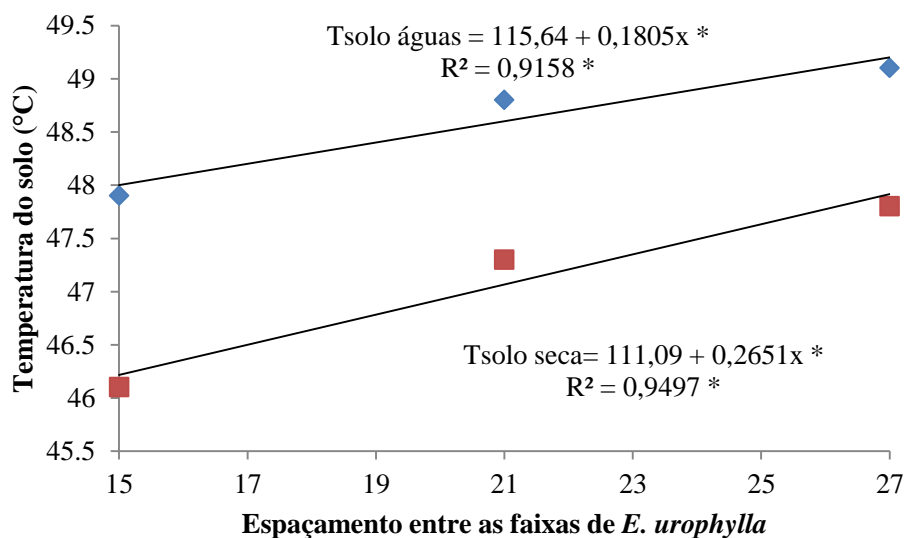


FIGURA 2 – Temperatura do solo (°C) entre aleias de *Eucalyptus urophylla* em três diferentes distâncias (15, 21 e 27m) na época das águas e na época da seca de 2012, em Novo Horizonte do Sul - MS. * Significativo a $p < 0,05$.

Para o contraste com o tratamento controle, as médias foram submetidas ao teste de Dunnett (Tabela 2). Em ambas as estações, os espaçamentos 15 e 21m diferenciaram-se significativamente dos dados coletados a pleno sol.

TABELA 2 - Médias de temperatura do solo (°C) coletadas a pleno sol e entre aleias de *Eucalyptus urophylla* dispostas em três distâncias

| Fonte de dados | Águas | Seca |
|----------------|-------|-------------------|
| Controle | 50,3a | 48,9 ^a |
| 15 m | 47,9b | 46,1b |
| 21 m | 48,8b | 47,3b |
| 27 m | 49,1a | 47,8 ^a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett (P<0,05).

Os resultados obtidos apresentam comportamento semelhante a outros trabalhos, como o de Wilson (1996), que comparando áreas cultivadas com quatro gramíneas a pleno sol e com 50% de sombreamento, observou que as temperaturas da superfície do solo foram de 7°C a 11,5°C menores nas áreas sombreadas. Carvalho (2007), trabalhando no leste da Amazônia, observou um fluxo de calor seis vezes maior em solos de pastagem e de área agrícola comparados a um solo de floresta. Kirchner (2009), comparando áreas sem sombreamento com áreas de *Pinus taeda* com espaçamentos de 15 x 3 m e 9 x 3 m, encontrou nas áreas sombreadas, respectivamente, temperaturas do solo 1,2 °C e 1,7 °C menores do que na área a pleno sol.

Para a RFA, não foram encontradas diferenças significativas entre as diferentes distâncias em nenhuma das épocas avaliadas (Tabela 1). Ainda assim é interessante observar no gráfico da análise de regressão (Figura 4) que as médias de RFA foram menores conforme se diminuiu o espaçamento, indicando possível efeito do sombreamento sobre essa variável. O contraste com o controle foi significativo nas duas épocas avaliadas e as médias foram submetidas ao teste de Dunnett (Tabela 4). Em ambas as estações, o espaçamento de 27 m não se diferenciou estatisticamente da testemunha. Os espaçamentos de 15 e 21 m tiveram suas médias menores, aproximadamente, 53 e 44% no inverno e 43 e 46% no verão, respectivamente, quando comparados à área à pleno sol.

Silva Júnior et al. (2010) avaliando a influência da RFA no crescimento e desenvolvimento de seis forrageiras, dentre elas a *U. brizantha* cv. Xaraés, concluíram que existe uma relação direta entre a radiação fotossinteticamente ativa e a produção das forragens estudadas.

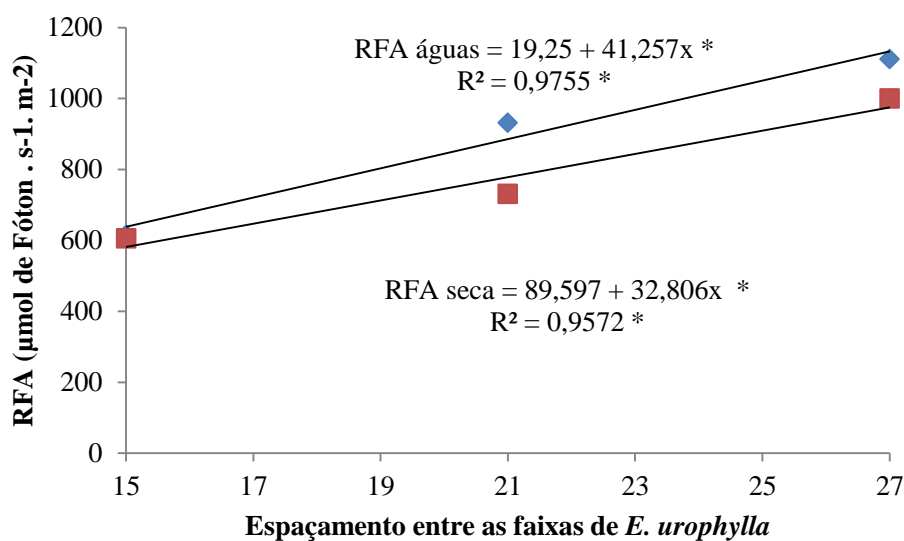


FIGURA 4 – Radiação Fotossinteticamente Ativa ($\mu\text{mol de Fóton} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) entre aleias de *Eucalyptus urophylla* em três diferentes distâncias (15, 21 e 27m) na época das águas e na época da seca de 2012, em Novo Horizonte do Sul - MS. * Significativo a $p < 0,05$.

TABELA 4 - Médias de radiação fotossinteticamente ativa ($\mu\text{mol de Fóton} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$) coletadas a pleno sol e entre aleias de *Eucalyptus urophylla* dispostas em três distâncias.

| Fonte de dados | Águas | Seca |
|----------------|-------|-------------------|
| Controle | 1517a | 1310 ^a |
| 15 | 615b | 606b |
| 21 | 930b | 730b |
| 27 | 1110a | 999 ^a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

Para os indicadores de conforto térmico (ITU, ITGU e CTR) as análises de variância indicaram significância para as distâncias entre aleias nas duas épocas avaliadas, sendo que apenas o ITGU e a CTR não foram significativos no contraste com o controle na época das águas (Tabela 5).

TABELA 5 – Quadrados médios, coeficiente de variação (CV%) e significância das variáveis de conforto térmico nas distâncias entre aleias e contraste com o tratamento controle.

| Fonte de variação | ITU | ITGU | CTR |
|-------------------|----------|-----------------------|-----------------------|
| Época das águas | | | |
| Espaçamentos | 38,2733* | 43,3447* | 17514,76* |
| Contraste | 31,3229* | 39,7306 ^{ns} | 2816,78 ^{ns} |
| CV% | 2,0 | 5,3 | 11,32 |
| Época das secas | | | |

| | | | |
|--------------|----------|-----------|-----------|
| Espaçamentos | 27,0288* | 121,5874* | 14393,51* |
| Contraste | 42,9124* | 67,5806* | 271360,1* |
| CV% | 2,5 | 6,9 | 9,77 |

ITU: índice de temperatura e umidade; ITGU: índice de temperatura do globo e umidade; CTR: carga térmica radiante; ns e *: não significativo e significativo, respectivamente, pelo teste F ($P < 0,05$).

Quanto ao índice de temperatura e umidade (ITU), embora tenha sido desenvolvido originalmente como índice de conforto humano, pode ser utilizado como índice de conforto térmico para animais domésticos em geral (SILVA, 2000). O stress térmico de acordo com o ITU foi classificado por Armstrong (1994) na seguinte escala: pequeno ou brando (72 a 78), moderado (79 a 88) e severo (89 a 98).

Aplicado o teste de Dunnett nas médias da distância de 15 m entre aleias foram observadas diferenças significativas quando foram comparadas com os dados da área controle (pleno sol), nas duas estações avaliadas. Os espaçamentos de 21 e 27 m não se diferenciaram do controle em nenhuma das épocas (Tabela 6). Aplicando a classificação de Armstrong (1994), apenas no inverno e nos espaçamentos de 15 e 21 m pode-se encontrar médias classificadas como brandas, no horário entre 11:00 h e 13:00 h.

O efeito do sombreamento sobre o ITU pode ser claramente observado no gráfico de regressão (Figura 5). Em ambas as épocas de avaliação, o espaçamento de 15 m apresentou valores do ITU aproximadamente 3,5% menores do que o espaçamento de 27 m, o qual apresentou os maiores valores. Navarini et al. (2009), avaliando o bem-estar térmico de bovinos da raça nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol, constataram que os melhores valores de ITU ocorreram nas condições de bosque, seguidos por árvores isoladas e, por último, a pleno sol, reforçando os benefícios do sombreamento.

TABELA 6 - Médias do índice de temperatura e umidade (ITU, °C) coletadas a pleno sol e entre aleias de *Eucalyptus urophylla* dispostas em três distâncias.

| Fonte de dados | Águas | Seca |
|----------------|---------|---------|
| Controle | 84,014a | 80,484a |
| 15 | 80,622b | 77,147b |
| 21 | 83,134a | 78,949a |
| 27 | 83,444a | 79,669a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

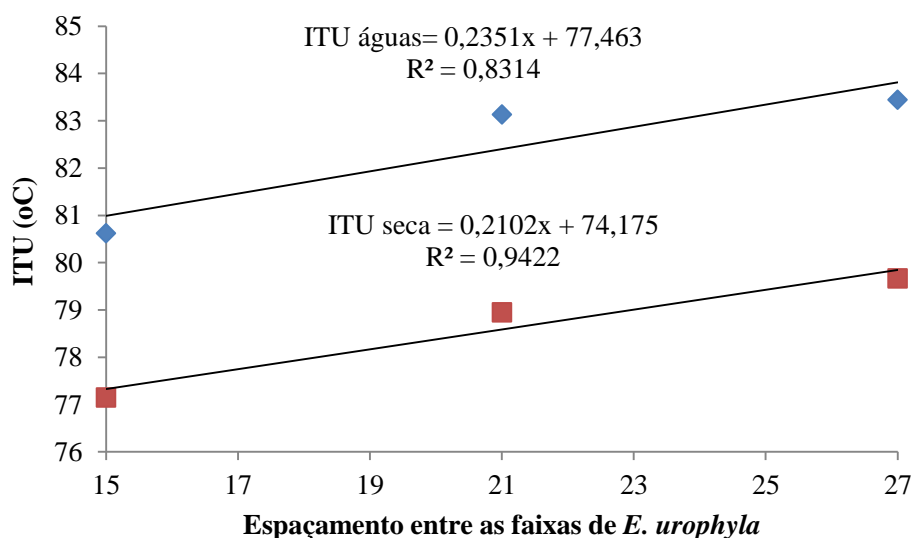


FIGURA 5 – Índice de Temperatura e Umidade (°C) entre aleias de *Eucalyptus urophylla* em três diferentes distâncias (15, 21 e 27m) na época das águas e na época da seca de 2012, em Novo Horizonte do Sul - MS. * Significativo a $p < 0,05$.

O Índice de Temperatura do Globo e Umidade (ITGU) não apresentou significância na análise de variância apenas para o contraste com a testemunha no Verão (Tabela 5). No inverno, o espaçamento de 15 m foi diferente dos demais (Tabela 7).

TABELA 7 - Médias do índice de temperatura do globo negro e umidade (ITGU °C) coletadas a pleno sol e entre aleias de *Eucalyptus urophylla* dispostas em três distâncias.

| Fonte de dados | Águas | Seca |
|----------------|---------|---------|
| Controle | 61,348a | 56,560a |
| 15 | 57,662a | 51,716b |
| 21 | 60,148a | 53,685a |
| 27 | 60,773a | 57,160a |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

A variação do ITGU de acordo com a distância entre aleias pode ser observado na Figura 6. Em nenhuma das situações estudadas neste experimento os valores de ITGU indicam stress térmico de acordo com Baeta (1985) que relatou estudos realizados pelo National Weather Service – USA classificando valores de ITGU até 74 como situação de conforto para os bovinos, de 74 a 78 como situação de alerta, de 79 a 84 como situação perigosa e acima de 84 como emergência.

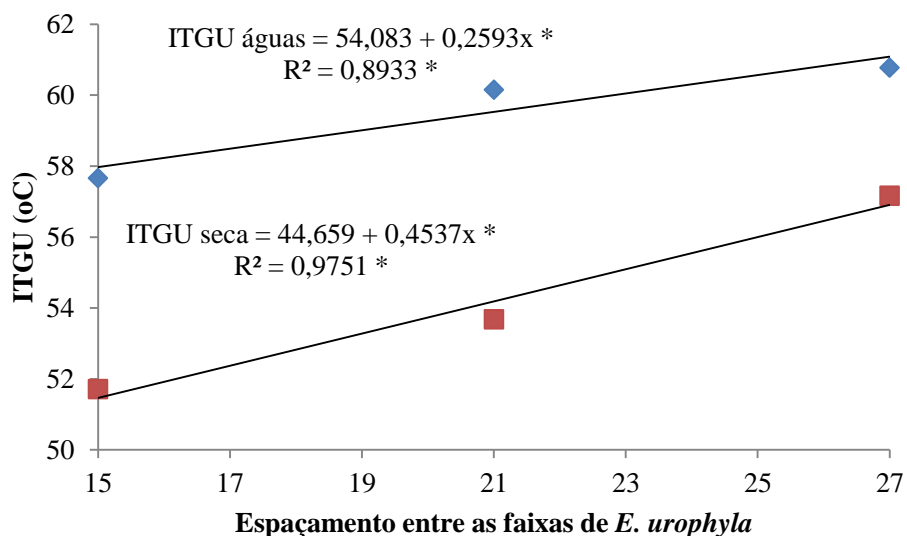


FIGURA 6 – Índice de Temperatura do Globo e Umidade (°C) entre aleias de *Eucalyptus urophylla* em três diferentes distâncias (15, 21 e 27m) na época das águas e na época da seca de 2012, em Novo Horizonte do Sul - MS. * Significativo a $p < 0,05$.

Assim como o ITGU, a Carga Térmica Radiante (CTR) não apresentou significância na análise de variância apenas para o contraste com a testemunha no Verão (Tabela 5). As médias da estação seca foram submetidas ao teste de Dunnett e todos os espaçamentos se diferenciaram estatisticamente da área a pleno sol (Tabela 8). Apesar da ausência de significância estatística, é possível observar que a média do espaçamento de 15m no verão é aproximadamente 10% menor do que a área a pleno sol. Na Figura 7 é possível observar a variação da CTR entre as distâncias.

TABELA 8 - Médias de carga térmica radiante ($W m^{-2}$) coletadas a pleno sol e entre aleias de *Eucalyptus urophylla* dispostas em três distâncias.

| Fonte de dados | Águas | Seca |
|----------------|----------|----------|
| Controle | 638,366a | 698,196a |
| 15 | 580,458a | 517,027b |
| 21 | 616,721a | 549,486b |
| 27 | 659,069a | 576,944b |

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$).

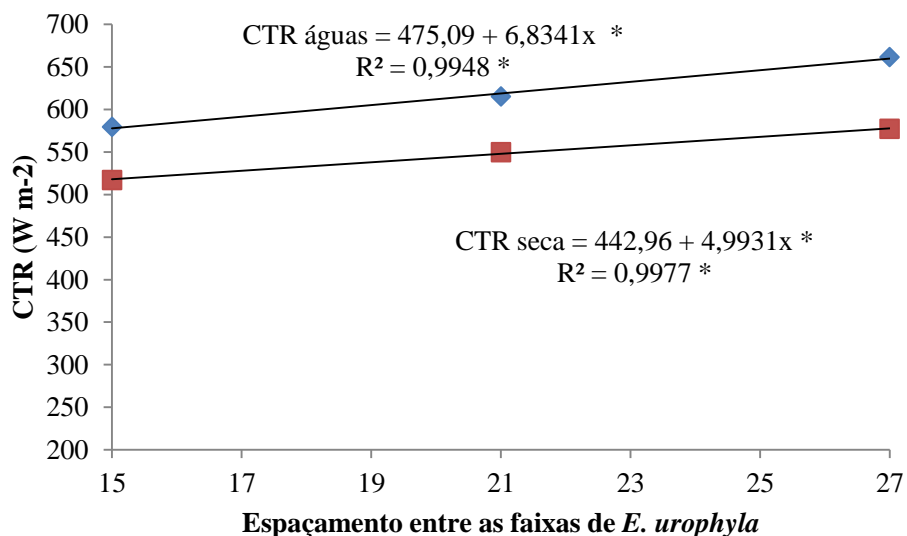


FIGURA 7 – Carga Térmica Radiante ($W m^{-2}$) entre aleias de *Eucalyptus urophylla* em três diferentes distâncias (15, 21 e 27m) na época das águas e na época da seca de 2012, em Novo Horizonte do Sul - MS. * Significativo a $p < 0,05$.

Muitos autores já discutiram os benefícios do sombreamento na diminuição da CTR. Souza et al. (2010) avaliando o ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras constataram que o ambiente físico sombreado apresenta uma redução de mais de 50% da CTR. Souza (2008) ao estudar o microclima em uma área sem árvores e outras com renques de eucalipto com diferentes alturas, concluiu que a presença das árvores diminuiu a CTR melhorando o ambiente e o conforto térmico dos animais.

A área com maior adensamento de árvores (15m entre faixas) apresentou os melhores resultados para temperatura do solo, porém baixos índices de RFA. Em contrapartida, com exceção CTR na época das secas, o espaçamento de 27m foi estatisticamente igual ao tratamento controle em todas as variáveis, indicando que este espaçamento pode ser limitante aos benefícios trazidos pelas árvores. A presença de árvores beneficia o microclima e o conforto térmico do ambiente, podendo favorecer tanto a produção de plantas como a produção animal.

CONCLUSÕES

Com a escolha do espaçamento ideal, a presença de árvores pode beneficiar o microclima sem comprometer a incidência de radiação.

Apesar dos índices de bem-estar animal estarem dentro de padrões moderados em todos os espaçamentos estudados, ou não se diferenciarem estatisticamente entre os níveis, a presença de árvores ameniza o desconforto térmico, além de proporcionar com sua sombra um espaço de refúgio aos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARMSTRONG, D. V. Heat stress interaction with shade and cooling. **Journal Dairy Science**, n. 77, p. 2044-2050, 1994.

BAÊTA, F. C. Responses of lactating dairy cows to the combined effects of temperature, humidity and wind velocity in the warm season. 1985. 218 p. Thesis (Ph.D.). University of Missouri, Columbia, 1985.

BAÊTA, F. C.; SOUZA, C. F. **Ambiência em edificações rurais: conforto animal**. Viçosa: UFV, 1997, 246p.

BOND, T. E., C. F. KELLY. The globe thermometer in agriculture research. *Agricola Engineering*, v. 36, n. 2, 251- 260, 1955.

CARVALHO, M. M.; F, V. de P.; XAVIER, D. F. Início de florescimento, produção e valor nutritivo de gramíneas forrageiras tropicais sob condição de sombreamento natural. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 5, p. 717-722, maio, 2002.

CARVALHO, S. P. **Regimes Térmico e Hídrico em solos sob Ecossistemas Naturais e área Agrícola no Leste da Amazônia**. 2007. 90 p. Mestrado em Ciências Ambientais. Universidade Federal do Pará, Belém.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 1999. 412p

ESMAY, M. L. 1979. **Principles of animal environment**. Avi Publishing, West Port, CT. 325 p.

GARCIA, A. R.; MATOS, L. B.; LOURENÇO JÚNIOR, J. de B.; NAHÚM, B. S.; ARAÚJO, C. V.; SANTOS, A. X. Variáveis fisiológicas de búfalas leiteiras criadas sob sombreamento em sistemas silvipastoris. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 46, n. 10, p. 1409-1414, out, 2011.

GURGEL, E. M. **Qualidade do sombreamento natural de três espécies arbóreas visando ao conforto térmico animal**. 2010. 90 p. Mestrado em Energia na Agricultura. Unesp, Botucatu.

KAWABATA, C. Y.; DE CASTRO, R. C.; JÚNIOR, H. S. Índices de conforto térmico e respostas fisiológicas de bezerros da raça Holandesa em bezerreiros individuais com diferentes coberturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 598-607, set/dez, 2005.

KIRCHNER, R. **Desempenho de forrageiras anuais de inverno sob distintos níveis de irradiância**. 2009. 93 p. Mestrado em Agronomia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

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

KRUSCHEWSKY, G. C.; MILLER, P. R. M.; PORFÍRIO DA SILVA, V. Efeito da presença de árvores no comportamento de vacas leiteiras, estudo de caso na região do Arenito Caiuá, PR. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia, v. 6, n. 2, Fortaleza, 2011. **Anais...** Fortaleza: Associação Brasileira de Agroecologia, 2011.

LEME, T. M. S. P.; PIRES, M. de F. A.; VERNEQUE, R. da S.; ALVIM, M. J.; AROEIRA, L. J. M. Comportamento de vacas mestiças HolandêsxZebu, em pastagem de *Brachiaria decumbens* em sistema silvipastoril. **Ciência Agrotecnica**, Lavras, v. 29, n. 3, p. 668-675, maio/jun, 2005.

MAGNOLI, D.; ARAÚJO, R. **Geografia: a construção do mundo**. 1 ed. São Paulo: Moderna, 2005.

MASCARÓ, J. L.; MASCARÓ, L. R. **Vegetação urbana**. 2. ed. Porto Alegre: Mais Quatro, 2005. 204 p.

NAVARINI, F. C.; KLOSOWSKI, E. S.; CAMPOS, A. T.; TEIXEIRA, R. de A.; ALMEIDA, C. P. Conforto térmico de bovinos da raça Nelore a pasto sob diferentes condições de sombreamento e a pleno sol. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 4, p. 508-517, out/dez, 2009.

PARMEJIANI, R. S. **Microclima e características agronômicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril**. 2012. 96 p. Mestrado em Ciência Animal e Pastagens. USP, Piracicaba.

RODRIGUES, A. L.; DE SOUZA, B. B.; PEREIRA FILHO, J. M. Influência do sombreamento e dos sistemas de resfriamento no conforto térmico das vacas leiteiras. **Agropecuária Científica no Semi-árido**, v. 06, n. 2, p. 14-22, abril/junho, 2010.

SILVA JÚNIOR, L. C.; LUCAS, F. T.; BORGES, B. M. M. N.; SILVA, W. J. Influência da Radiação Fotossinteticamente Ativa no Crescimento e Desenvolvimento de Forrageiras Tropicais. **FAZU em Revista**, Uberaba, n. 7, p. 63-67, 2010.

SILVA, R.G., **Introdução à Bioclimatologia Animal**, Livraria Nobel, 2000, 286 p.

SOUZA, B. B.; SILVA, I. J. de O.; MELLACE, E. M.; SANTOS, R. F. S.; ZOTTI, C. A.; GARCIA, P. R. Avaliação do ambiente físico promovido pelo sombreamento sobre o processo termorregulatório em novilhas leiteiras. **Agropecuária científica no Semi-árido**, v. 6, n. 2, p. 59-65, abril/junho, 2010.

THOM, E.C. Cooling degree: day air conditioning, heating, and ventilating. **Transactions Amer. Soc. Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engrs.** v. 55, p. 65-72, 1958.

VIEIRA, A. R. R.; FEISTAUER, D.; PORFÍRIO da SILVA, V. Adaptação de espécies arbóreas nativas em um sistema agrossilvicultural, submetidas a extremos climáticos de geadas na região de Florianópolis. **Revista Árvore**, v. 27, n. 5, Viçosa, 2003.

WILSON, J.R. Shade-stimulated growth and nitrogen uptake by pasture grasses in a subtropical environment. Australian **Journal of Agricultural Research**, v.47, p.1075-1093, 1996.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

É válido ressaltar os aspectos visuais do comportamento da forrageira nos diferentes espaçamentos. No campo, ficou visualmente claro o efeito negativo do sombreamento no espaçamento de 15 m entre aleias. A forrageira, além de apresentar menor porte, apresentou falhas na cobertura da área, crescendo em touceiras bastante espaçadas entre si. Ainda sobre o aspecto visual, os espaçamentos de 21 e 27 m entre aleias não demonstraram diferenças aparentes, tendo ambos um crescimento uniforme da gramínea e sem falhas nas áreas.

Apesar dos efeitos negativos do sombreamento sobre a produção de pastagem, ficam evidenciados seus benefícios sobre a qualidade de forragem, bem como sobre o microclima e conforto animal. São ainda passíveis de estudo outros aspectos, como física e fertilidade de solo, e até mesmo outros espaçamentos e forragens.