



Sistemas Agroflorestais e
Desenvolvimento Sustentável:
10 anos de Pesquisa

24 a 27 de junho de 2013 - Campo Grande - MS

RADIAÇÃO SOLAR INCIDENTE EM SISTEMAS DE INTEGRAÇÃO NO CERRADO

Nivaldo Karvatte Junior¹, Fabiana Villa Alves², Roberto Giolo de Almeida², Caroline Carvalho de Oliveira³, Ariadne Mastelaro Pegoraro⁴, Joilson Echeverria³

¹ Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Marechal Cândido Rondon, PR, juniorkarvatte@hotmail.com

² Embrapa Gado de Corte, Campo Grande, MS

³ Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS

⁴ Fundação de Ciências Agrárias de Andradina, Andradina, SP

INTRODUÇÃO

O conhecimento sobre a distribuição da radiação solar no sub-bosque de sistemas de integração que contêm árvores (silvipastoris e agrossilvipastoris) tem grande importância no manejo dos componentes agrícola, florestal, forrageiro e animal (OLIVEIRA, 2005).

Do ponto de vista animal, a diminuição da radiação solar no sub-bosque interfere diretamente sobre a ambiência e o conforto térmico do mesmo (ALVES, 2012). De fato, é de se esperar que ocorram diferenças quantitativas e qualitativas na transferência de radiação solar ao sub-bosque, devido tanto à reflexão da radiação pelas copas, quanto ao efeito do sombreamento (com redução da incidência de luz). Tais mecanismos são complexos e dinâmicos, pois dependem de um grande número de variáveis, como espécie arbórea, altura da árvore, orientação e distância entre renques, tratos culturais (podas, desramas, desbastes) época do ano, entre outros (SILVA, 2006).

Desse modo, objetivou-se com este estudo mensurar a radiação fotossinteticamente ativa, radiação fracionada, ângulo zenital e índice de luminosidade relativa em sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta com eucaliptos, no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em maio de 2013 (período de transição da estação úmida-seca), na Embrapa Gado de Corte, localizada no município de Campo Grande-MS, situado a 20°27' de latitude sul, 54°37' de longitude oeste e 530 m de altitude. O padrão climático da região, de acordo com a classificação de Köppen, encontra-se na faixa de transição entre Cfa e Aw tropical úmido, com precipitação média anual de 1560 mm.

A amostragem foi realizada ao sol e na projeção da sombra das árvores (2 pontos em cada posição), em quatro horários (09h00, 11h00, 13h00 e 15h00), em dois sistemas de integração estabelecidos em 2008, com pastagem de capim-piatã (*Brachiaria brizantha* cv. BRS Piatã), em que: S1, sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com espaçamento entre fileiras de 22 metros e 2 m entre árvores (227 árvores/ha); e S2, sistema de integração lavoura-pecuária, com 5 árvores nativas remanescentes/ha. Cada sistema é composto por 4 piquetes, com aproximadamente 1,5 ha cada.

Foram mensurados, por meio de ceptômetro linear (AccuPar modelo LP-80), a radiação fotossinteticamente ativa (RFA), radiação fracionada (Fb) e ângulo Zenith (Z). A partir dos valores de RFA obtidos, foram calculados os índices de luminosidade relativa (ILR) (Schumacher e Poggiani, 1993) para cada sistema, em que $ILR = (luz\ debaixo\ do\ dossel \times 100) / luz\ acima\ do$

dossel, sendo a luz debaixo do dossel correspondente aos valores da projeção da sombra, e a luz acima do dossel, aos valores obtidos ao sol.

Para a análise estatística, foram consideradas as médias dos períodos da manhã (dois horários) e da tarde (dois horários) de cada avaliação.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema de parcelas subsubdivididas, com duas repetições. Os tratamentos da parcela corresponderam aos sistemas de integração (S1 e S2). Os tratamentos da subparcela corresponderam aos locais de avaliação (sol e sombra) e os da subsubparcela, aos períodos de avaliação (manhã e tarde). Os resultados foram analisados estatisticamente com auxílio do programa SAS (SAS, 1999), e as médias comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença para radiação fotossinteticamente ativa (RFA), radiação fracionada (RF) e ângulo zenital (Z) entre os sistemas avaliados (Tabela 1). Entretanto, RFA e RF foram significativamente diferentes nos locais de avaliação (sol e sombra), com maiores médias ao sol, e interceptação de 70,7% e 96,2%, respectivamente. O índice de luminosidade relativa (ILR) foi maior ($P < 0,05$) no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (S1) (Tabela 1).

Tabela 1. Médias da radiação fotossinteticamente ativa (RFA), radiação fracionada (RF), ângulo zenital (Z) e índice de luminosidade relativa (ILR), em sistemas de integração no Cerrado, ao sol e a sombra

Local de avaliação	Variáveis							
	RFA ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		RF		Z ($^{\circ}$)		ILR (%)	
	Sistema							
	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2
Sol	846,25 _{aA}	818,87 _{aA}	0,55 _{aA}	0,53 _{aA}	51,25 _{aA}	51,75 _{aA}	46,21 _a	30,54 _b
Sombra	223,81 _{aB}	239,62 _{aB}	0,14 _{aB}	0,02 _{aB}	51,52 _{aA}	51,87 _{aA}		
CV (%)	7,53		5,57		0,85		3,74	

S1: Sistema de integração lavoura pecuária floresta 2, com espaçamento entre fileiras de árvores de 22 metros e densidade de 227 árvores/ha; S2: Sistema de integração lavoura pecuária, com 5 árvores nativas remanescentes/ha; Letras minúsculas diferem entre si nas linhas e letras maiúsculas diferem entre si nas colunas.

A radiação fotossinteticamente ativa (RFA) não diferiu entre os sistemas, sendo superior no período da manhã e ao sol (Tabela 2). A radiação fracionada (RF) foi superior ($P < 0,05$) no período da tarde, no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (S1) e ao sol. O índice de luminosidade relativa (ILR) foi maior ($P < 0,05$) no sistema S1 no período da manhã. O ângulo Zenith (Z) apresentou significância ($P < 0,05$) no período da tarde, não diferindo entre sistemas e local de avaliação.

Tabela 2. Médias da radiação fotossinteticamente ativa (RFA); radiação fracionada (RF); ângulo zenital (Z) e índice de luminosidade relativa (ILR), em sistemas de integração no Cerrado, ao sol e a sombra

Sistema	Variáveis							
	RFA ($\mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$)		RF		Z ($^{\circ}$)		ILR (%)	
	Período							
	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde	Manhã	Tarde
S1	571,93 _{aA}	498,12 _{aB}	0,29 _{aB}	0,40 _{aA}	46,10 _{aB}	56,70 _{aA}	24,44 _{aA}	21,77 _{aB}
S2	583,00 _{aA}	475,50 _{aB}	0,23 _{bA}	0,33 _{bA}	44,70 _{aB}	58,94 _{aA}	18,85 _{bA}	11,69 _{bB}
CV (%)	7,72		9,58		0,34		7,08	
Local de avaliação								
Sol	863,93 _{aA}	801,18 _{aB}	0,46 _{aB}	0,63 _{aA}	45,31 _{aB}	57,68 _{aA}	43,29 _A	33,46 _B
Sombra	291,00 _{bA}	172,44 _{bB}	0,06 _{bA}	0,09 _{bA}	45,45 _{aB}	57,93 _{aA}		
CV (%)	8,07		10,34		0,81		3,91	

S1: Sistema de integração lavoura pecuária floresta 2, com espaçamento entre fileiras de árvores de 22 metros e densidade de 227 árvores/ha; S2: Sistema de integração lavoura pecuária, com 5 árvores nativas remanescentes/ha; Letras minúsculas diferem entre si nas linhas e letras maiúsculas diferem entre si nas colunas.

Schuttleworth et al. (1971) afirmam que, em florestas, como a folhagem é agrupada na copa, com picos e depressões organizados nas superfícies dos dosséis, grande quantidade de radiação solar incidente penetra antes de ser refletida. Este fato é corroborado neste estudo pelas avaliações da radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e radiação fracionada (RF), que foram mais expressivas ao sol, devido à falta da captura das ondas de radiação pela vegetação quando comparados à sombra, com diferença de interceptação de 66,3% e 87,0% pela manhã, e 78,5% e 85,7% à tarde, respectivamente. Quando comparados os períodos do dia (manhã e tarde), houve interceptação da RFA de 7,3% ao sol e 40,8% à sombra, enquanto que a RF foi mais interceptada no período da tarde (27% ao sol e 33,4% à sombra).

Paciullo et al. (2011), ao avaliarem os efeitos de árvores dispostas em renques sobre as características produtivas e nutricionais de *Brachiaria decumbens*, em um sistema agrossilvipastoril, na estação da seca, encontraram valores médios para RFA próximos ao deste estudo ($856 \mu\text{mol.m}^{-2}.\text{s}^{-1}$).

Parmejiani (2012), ao avaliar variáveis microclimáticas (transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa e armazenamento de água no solo) de um sistema silvipastoril implantado com espécies nativas, encontrou média de transmissividade da radiação fotossinteticamente ativa equivalente a 67% nas diferentes distâncias dos renques de árvores avaliados. Este valor é superior ao encontrado neste estudo, provavelmente devido ao fato da transmissividade da luz ser dependente de fatores como espécie da árvore, conformação da copa, (SILVA, 2006).

Behling Neto (2012), ao avaliar as características microclimáticas no verão em sistema de integração lavoura-pecuária-floresta, com dois arranjos de árvores de eucalipto, encontrou médias de radiação fotossinteticamente ativa acima das deste estudo (81,3% pela manhã e 82,7% à tarde). Tais diferenças podem estar relacionadas com a distância entre linhas das árvores presentes no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (S1), deste estudo, que proporcionou maior área de sombreamento, bloqueando e utilizando maior quantidade da radiação incidente. Outro fator interferente relaciona-se à presença de nuvens no período da tarde, principalmente nos horários mais quentes do dia.

CONCLUSÕES

As árvores são eficazes na interceptação da radiação solar, diminuindo a radiação fotossinteticamente ativa que chega ao solo, nos dois sistemas avaliados. A densidade de árvores presentes no sistema influencia a quantidade de captação de radiação solar.

Dessa forma, pode-se afirmar que um maior número de árvores auxilia na redução da radiação incidente no sub-bosque, podendo proporcionar melhor ambiente ao componente animal, quando presente. Entretanto, outros aspectos devem ser considerados, principalmente em relação ao componente herbáceo (forrageira) e sua capacidade de tolerância, ou não, ao sombreamento.

AGRADECIMENTOS

A toda equipe de pesquisa em ambiência e bem estar animal de sistemas de integração da Embrapa Gado de Corte, pelo auxílio às atividades para a condução deste trabalho.

BIBLIOGRAFIA*

- ALVES, F. V. O componente animal em sistemas de produção em integração. In: BUNGENSTAB, D. J. (2ªEd.). **Sistemas de integração, a produção sustentável**. Brasília: Embrapa, 2012. p.143-154.
- 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**. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado) Pós-Graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Mato Grosso, Cuiabá, MT, 2012.
- OLIVEIRA, T. K. **Sistema agrossilvipastoril com eucalipto e braquiária sob diferentes arranjos estruturais em área de Cerrado**. 2005. 88 f. Tese (Doutorado) Pós – Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG, 2005.
- PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, C. A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, 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, 2011.
- PARMEJANI, R. S. **Microclima e características agronômicas de *Brachiaria decumbens* em um sistema silvipastoril**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado) Pós – Graduação em Ciência Animal, Universidade Paulista, Piracicaba, SP. 2012.
- SCHUMACHER, M.V.; POGGIANI, F. Caracterização microclimática no interior dos talhos de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell, localizados em Anhembi, SP. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.3, n.1, p.9-20, 1993.
- SILVA, R.G. Predição da configuração de sombra de árvores em pastagens para bovinos. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.26, n.1, p. 268-281, 2006.
- SHUTTLEWORTH, W. J; GASH, J. H.; LLOYD, C. R.; MOORE, C. J.; ROBERTS, J.; MARQUES FILHO, A.O.; FISCH, G.; SILVA FILHO, V. P.; RIBEIRO, M. N. G.; MOLION, L. C. B.; SÁ, L. D. A.; NOBRE, C. A.; CABRAL, O. M. R.; PATEL, S. R.; MORAES, J. C. Observations of radiation exchange above and below Amazonian forest. **Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society**, London, v.97, p.541-564, 1971.

* A correção e a padronização do texto e das Referências Bibliográficas são de responsabilidade dos autores.