

INCIDÊNCIA DE RADIAÇÃO SOLAR EM CULTIVO ARBORIZADO DE CAFÉ COM GREVÍLEA

José Ricardo M. Pezzopane¹, Paulo S. de Souza², Glauco de Souza Rolim³, Paulo B. Gallo⁴

1 Eng. Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Ciências da Saúde, Biológicas e Agrárias, CEUNES, Universidade Federal do Espírito Santo, São Mateus-ES, Fone: 027-37636273, josepezzopane@ceunes.ufes.br; 2 Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico, APTA REGIONAL, Mococa – SP; 3 Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador Científico, Instituto Agrônomo, Campinas – SP; 4 Eng. Agrônomo, MsC., Pesquisador Científico, APTA REGIONAL, Mococa – SP.

Apresentado no XV Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 02 a 05 de julho de 2007 – Aracaju – SE

RESUMO: Medições da radiação solar global (RG) foram realizadas em um cafezal (*Coffea arabica* L.) cv. Icatu Vermelho IAC 4045, arborizado com grevília (*Grevillea robusta*), no município de Mococa – SP (21° 28' S, 47° 01' W, altitude 665m), durante o ano de 2005, com o objetivo de quantificar a atenuação da radiação solar em sistema de produção de café arborizado em comparação a cultivo de café a pleno sol. Os resultados obtidos mostraram que houve uma atenuação média dos valores de radiação solar global em cultivo de café arborizado com grevília da ordem de 26%, com variação mensal de 30 a 24%. Devido à descontinuidade da cobertura das árvores de grevília, foi verificada diferença de transmissão da RG em diferentes pontos do sistema arborizado, em função da época do ano e horário de amostragem.

PALAVRAS-CHAVE: arborização, *Coffea arabica*, microclima

SOLAR RADIATION IN COFFEE CROP GROWN SHADED BY GREVÍLEA TREES

Incoming solar radiation measurements were taken from January, 2005 to December, 2005 in coffee crop (*Coffea arabica* L.) cv. Icatu Vermelho IAC 4045, shaded by grevília trees (*Grevillea robusta*) at Mococa, São Paulo State, Brazil (21° 28' S, 47° 01' W, altitude 665 m), to evaluate the reduction of solar radiation for different crop conditions. According to obtained results, grevília trees reduced 26% the incoming solar radiation to the coffee crop. Incoming solar radiation monthly varied from 24% up to 30%. Due to the irregularity of grevília trees covering, different incoming solar radiation was observed in different points of the shaded crop, influenced by season of the year and sampling schedule.

KEYWORDS: shade, *Coffea arabica*, microclimate

INTRODUÇÃO: Para a cultura do cafeeiro, o uso da arborização visa minimizar a exposição das plantas a riscos climáticos como geadas, excessos de radiação solar, temperaturas elevadas e ventos excessivos, contribuindo para aumento da sustentabilidade da lavoura (Vaast, 2004).

A radiação solar incidente é um dos principais elementos meteorológicos modificados na arborização do cafezal. Os estudos microclimáticos realizados em sistemas arborizados necessitam focar sua medida, uma vez que esse elemento determina a disponibilidade de energia para processos como evapotranspiração, aquecimento do ar e do solo, e fotossíntese (Monteith et al., 1991).

Com o objetivo de quantificar a atenuação da radiação incidente em cultivo arborizado de café, foram realizadas observações da radiação solar global em sistema de produção de café a pleno sol e arborizado com grevilea no município de Mococa, SP.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram realizadas medições de radiação solar global (RG) durante os meses de janeiro e dezembro de 2005 em um cultivo de café (*Coffea arabica* L.) cv. Icatu Vermelho IAC 4045 enxertado sobre cv. Apatã IAC 2258, com três anos de idade, arborizado com grevilea (*Grevillea robusta*), no Pólo Regional de Desenvolvimento Tecnológico dos Agronegócios do Nordeste Paulista - APTA, no município de Mococa, SP (21° 28' S, 47° 01' W, altitude 665m).

O espaçamento das plantas de café era de 4x1m e altura aproximada de 1,8 metros, sendo que as árvores de grevilea possuíam espaçamento de 16x16m altura aproximada de 7 metros, totalizando 40 árvores/ha (Figura 1). O sistema de produção estava inserido em um experimento de arborização em parcelas de 40x40 metros.

A radiação solar global foi obtida com tubos solarímetros (TSL, Delta T Devices), instalados acima do dossel da cultura de café (3 metros de altura). Na Figura 1 é apresentado um esquema com a disposição dos sensores na parcela do cultivo arborizado. A amostragem da radiação solar global foi feita na forma de quadrante em quatro pontos do sistema (Pontos amostrais 1 a 4), conforme realizada por Wallace (1996) em um sistema agroflorestal de grevilea com milho, assim como Pezzopane et al. (2005) para sistemas consorciados de produção de café.

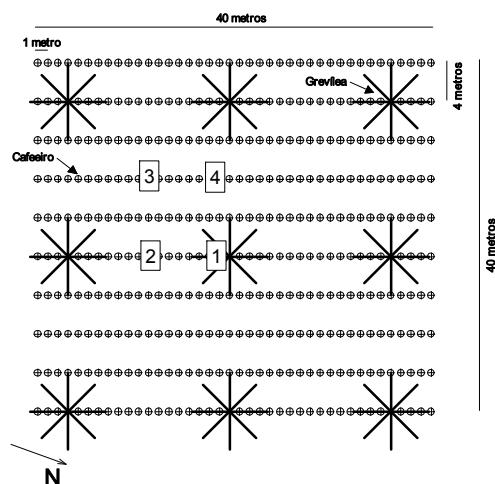


Figura 1. Representação esquemática da parcela arborizada com a instalação de sensores (Pontos 1 a 4).

Os sensores foram acoplados a um sistema automático de aquisição de dados (CR10X, Campbell Scientific Inc.), tendo sido programado para leituras a cada 20 segundos, médias a cada 15 minutos ($W.m^{-2}$) e posterior integração diária ($MJ.m^{-2}.dia^{-1}$). Para a representação da radiação solar global no cultivo a pleno sol, foram obtidos dados de incidência desta variável no posto meteorológico situado a aproximadamente 500 metros do experimento.

Para verificar o efeito das árvores de grevilea sobre a incidência da radiação solar na copa dos cafeeiros durante o período de medidas, a incidência média mensal da radiação solar global,

assim como a transmissão média horária em dois pontos amostrais do sistema arborizado, para o período entre 7 e 18 h, foram interpoladas através do método da krigagem.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pelos resultados obtidos verifica-se que as árvores de grevilea promoveram uma atenuação na transmissão da radiação solar global até a altura das plantas de café. Os valores médios de RG mostraram diferenças quando comparados os vários pontos amostrais dentro do sistema arborizado. No ponto amostral 1, próximo à árvore de grevilea, a transmissão foi mais influenciada, variando entre 20 e 29%. Nos pontos 2, 3 e 4, a atenuação foi menor, com a relação entre a radiação solar no cultivo arborizado e no cultivo a pleno sol sempre superior a 80%.

Tabela 1. Valores médios mensais de radiação solar global ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) no posto meteorológico e transmissividade média da RG em diferentes pontos amostrais de cultivo de café arborizado com grevilea, no ano de 2005, em Mococa, SP.

Mês	RG ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$)	Transmissividade da RG no Cultivo Arborizado				
	Posto Meteorológico	P1	P2	P3	P4	Média*
Janeiro	17,8	0,23	0,90	0,92	0,92	0,74
Fevereiro	23,5	0,20	0,91	0,95	0,93	0,75
Março	19,3	0,29	0,91	0,93	0,92	0,76
Abril	18,4	0,25	0,91	0,90	0,84	0,72
Mai	15,8	0,25	0,90	0,88	0,83	0,72
Junho	14,9	0,24	0,88	0,88	0,89	0,72
Julho	14,8	0,25	0,88	0,85	0,84	0,70
Agosto	19,2	0,24	0,89	0,88	0,89	0,73
Setembro	16,6	0,27	0,90	0,93	0,93	0,76
Outubro	20,1	0,26	0,90	0,94	0,92	0,75
Novembro	19,7	0,28	0,86	0,94	0,89	0,74
Dezembro	18,6	0,29	0,85	0,95	0,84	0,73

* Média dos pontos amostrais dentro da parcela arborizada

Quando analisada a média dos quatro pontos amostrais, observou-se uma variação temporal na transmissão da RG, com variação mensal de 70 a 76%. As maiores atenuações ocorreram no período de abril a agosto e as maiores transmissões nos meses de primavera e verão. Assim como constatado em outros sistemas arborizados nas condições de cultivo do Estado de São Paulo (Pezzopane et al. (2003); Pezzopane et al. (2005)), as maiores atenuações ocorreram nos meses de outono e inverno, quando a movimentação aparente do Sol faz com que aumente o ângulo zenital, aumentando a influência das árvores sobre os cafeeiros, principalmente dos pontos centrais da parcela (Pontos 2, 3 e 4). Outro fato que pode ter contribuído para esta tendência esta relacionado ao aumento de dias nublados no período de verão o que aumenta a fração da radiação difusa, multidirecional, aumentando assim a transmissividade em sistema com cobertura natural.

Na Figura 2 é apresentada a incidência média mensal da radiação solar global (Figura 2A), assim como a transmissão média horária em dois pontos amostrais do sistema arborizado (Ponto 1 - Fig 2B e Ponto 3 – Fig 2C), para o período entre 7 e 18 h entre os meses de janeiro e dezembro de 2005.

Durante o período de medidas, a incidência média mensal da RG variou de 100 W.m^{-2} nas primeiras horas da manhã até cerca de 800 W.m^{-2} ao meio dia (fevereiro a outubro – Figura 2A).

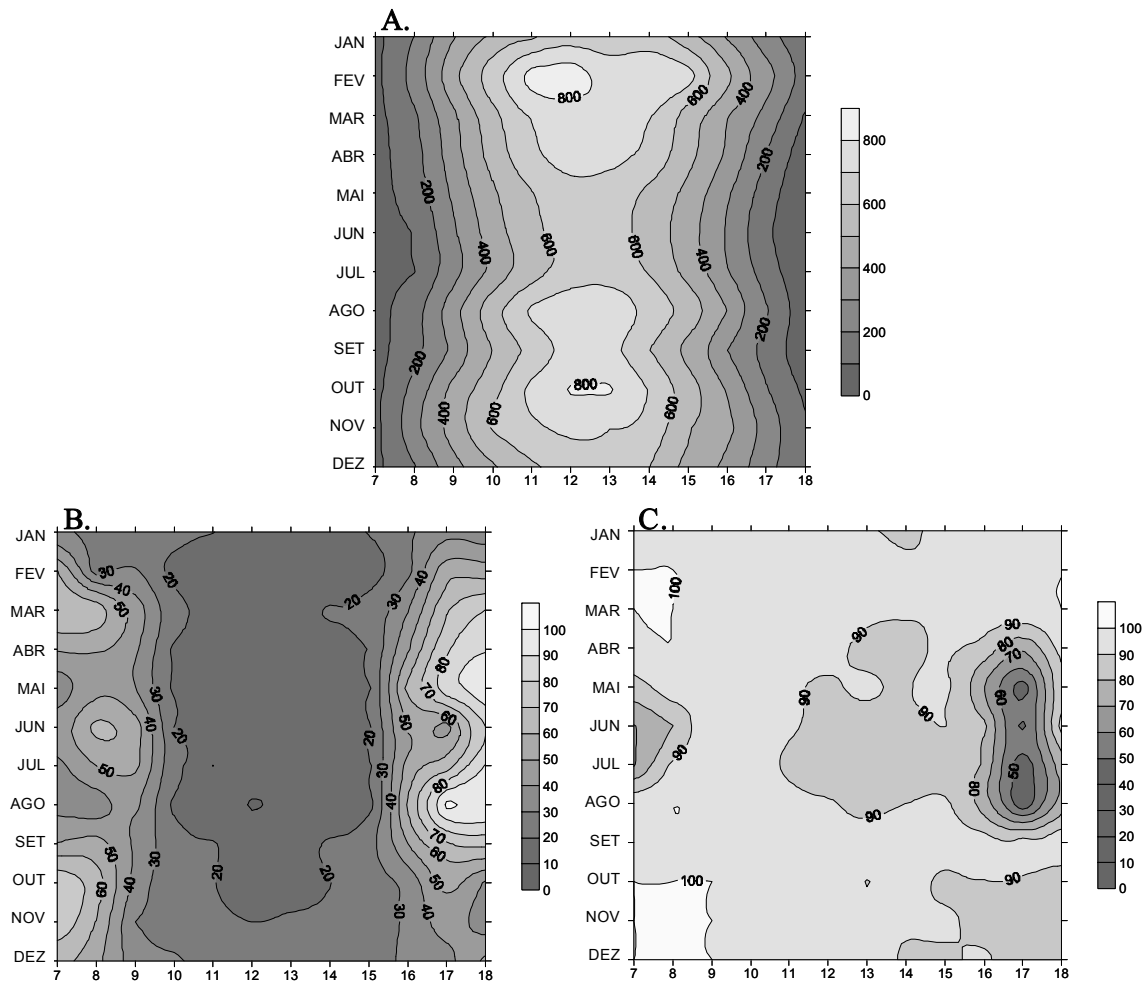


Figura 2. Isolinhas da incidência da radiação solar global ($W m^2$) (A) e transmissão em cultivo arborizado (Ponto 1-B e Ponto 3-C) entre as 7 e 18 horas durante o período de janeiro a dezembro de 2005, em Mococa, SP.

Analisando-se a transmissão da RG no ponto amostral do cultivo arborizado situado próximo a árvore de grevilea (Figura 2B), pode-se verificar maiores transmissões no período da manhã até as 9 horas e ao final da tarde (a partir das 16 horas). Nas horas centrais do dia ocorreu diminuição da transmissão, sendo que no período entre 10 e 15 horas os valores foram inferiores a 20% para a maior parte do ano, mostrando um efeito protetor das folhas de grevilea sobre as plantas de café.

No ponto central da parcela consorciada (Figura 2C), a transmissão foi bem mais elevada, mantendo acima de 90% durante a maior parte do tempo. No período de outono e inverno, na parte da tarde ocorreu uma diminuição da transmissão, sendo mais significativa a partir das 15 horas nos meses de maio a agosto, devido provavelmente ao sombreamento provocado por folhas de grevilea adjacentes ao ponto de medida.

A comparação dos valores diários obtidos da RG (cultivo a pleno sol) e da transmitida nos diferentes pontos de medição da parcela arborizada (média dos pontos amostrais) está apresentada na Figura 3. O coeficiente angular (0,74) indica uma redução média da transmissividade de 26%, promovida pelas árvores de grevilea.

Camargo e Pereira (1994) relatam que árvores de sombreamento em cultivos arborizados de café em regiões tropicais devem cobrir cerca de 20% da superfície, sendo que excessos de sombreamento podem ser prejudiciais à produção dos cafeeiros (DaMatta, 2004).

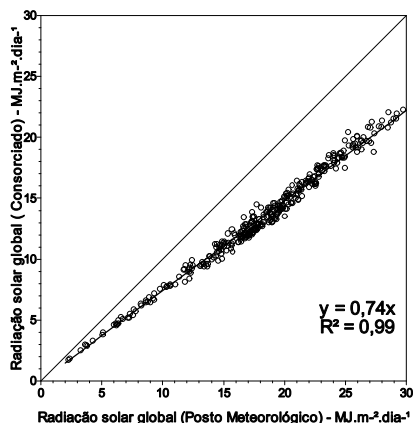


Figura 3. Comparação entre os valores diários da radiação solar global ($\text{MJ.m}^{-2}.\text{dia}^{-1}$) em cultivo de café a pleno sol e arborizado com grevilea (média dos pontos amostrais), no período de janeiro a dezembro de 2005, em Mococa, SP.

CONCLUSÕES: A transmissão de radiação solar global em cultivo de café arborizado com grevilea foi de 74% em comparação ao cultivo a pleno sol, com variação mensal de 70 a 76%. Devido a descontinuidade da cobertura das árvores de grevilea, foi verificada diferença de transmissão da RG em diferentes pontos do sistema arborizado, em função da época do ano e horário de amostragem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

- CAMARGO, A.P., PEREIRA, A.R. Agrometeorology of the coffee crop. **World Meteorological Organization**. Geneva: WMO/TD, 1994. n. 615, 43 p.
- DAMATTA, F.M. Ecophysiological constraints on the production of shaded and unshaded coffee: a review. **Field Crops Research**, v. 86, p. 99-114, 2004
- MONTEITH, J.L.; ONG, C.K.; CORLETT, J.E. Microclimatic interactions in agroforestry systems. **Forest Ecology and management**, v. 45, p. 31-44, 1991.
- PEZZOPANE, J.R.M.; GALLO, P.B.; PEDRO JÚNIOR, M.J.; ORTOLANI, A.A. Caracterização microclimática em cultivo consorciado café/coqueiro-anão verde. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 11, n. 2, p. 293-302, 2003.
- PEZZOPANE, J. R. M., PEDRO JÚNIOR, Mário José, GALLO, Paulo Boller Radiação solar e saldo de radiação em cultivo de café a pleno sol e consorciado com banana 'Prata Anã'. *Bragantia*, v.64, p.487 - 499, 2005.
- VAAST, P., KANTEN, R.V., SILES, P., DZIB, B., FRANCK, N., HARMAN, J.M, GENARD, M. Shade: A key factor for coffee sustainability and quality. In: **ASIC Conference**, Bangalore, India, 2004. CDROOM
- WALLACE, J.S. The water balance of mixed tree-crop systems. In: ONG, C.K., HUXLEY, P. (Ed.) **Tree-crop interactions – A physiological approach**. Cambridge: University Press, 1996. cap. 6, p. 189-234.