

RADIAÇÃO SOLAR GLOBAL, SALDO DE RADIAÇÃO E FLUXO DE CALOR NO SOLO EM CULTIVO CONSORCIADO CAFÉ/COQUEIRO-ANÃO VERDE¹

PEZZOPANE, J.R.M.²; GALLO, P.B.³; PEDRO JÚNIOR, M.J.⁴

¹ Trabalho parcialmente financiado pelo Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento do Café; ² Engenheiro-Agrônomo, Doutorando em Física do Ambiente Agrícola – ESALQ/USP, <jrmpizzo@carpa.ciagri.usp.br> Bolsista FAPESP; ³ Engenheiro-Agrônomo, M.S. Centro de Ação Regional, IAC; ⁴ Engenheiro-Agrônomo, Doutor. Centro de Ecofisiologia e Biofísica. IAC. Com Bolsa de Produtividade em Pesquisa – CNPq

RESUMO: Durante novembro de 1999 a outubro de 2000, foram registradas medidas microclimáticas de radiação solar global, saldo de radiação e fluxo de calor no solo em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde e a pleno sol, localizados no município de Garça-SP. Os resultados obtidos mostram que as plantas de coqueiro-anão verde utilizadas no sistema de cultivo consorciado promoveram atenuação da incidência da radiação solar global sobre as plantas de café, com média de 42% ao longo do ano, variando conforme a estação do ano, sendo maior na primavera e verão (45%) e menor no outono e inverno (38%). A redução média no saldo de radiação diário foi de 43%, e no fluxo de calor no solo, de 20%. Os dados obtidos ainda mostraram que a razão entre o saldo de radiação e a radiação solar global foi de 0,61 para os dois sistemas de cultivo.

Palavras-chave: café, arborização, radiação solar global, saldo de radiação.

SOLAR RADIATION, NET RADIATION AND SOIL HEAT FLUX IN A COFFEE CROP SHADED WITH GREEN DWARF COCONUT TREES

ABSTRACT: Microclimatic data such as solar radiation, net radiation and soil heat flux were taken inside a coffee crop shaded with green dwarf coconut trees and an unshaded coffee crop, from November, 1999 to October, 2000 at the county of Garça, São Paulo, Brazil. The obtained results showed that the green dwarf coconut trees promoted an attenuation of the incident radiation on the coffee plants, as an average of 42% throughout the year. Some variations of this value showed up according to the season, being higher during summer and spring (45%) and lower during autumn and winter (38%). The mean daily reduction of the net radiation was 43% and for the soil heat flux was 20%. The data showed also that the ratio net radiation/solar radiation was 0.61 for both crop systems.

Key words: coffee, shade, solar radiation, net radiation.

INTRODUÇÃO

O cultivo do cafeeiro (*Coffea arabica*) no Brasil se desenvolveu basicamente em ambiente a pleno sol, o que expõe a cultura a riscos climáticos como geadas, excessos de radiação solar, temperaturas elevadas e ventos excessivos.

Diante dessas características, algumas regiões produtoras apresentam problemas com baixa produtividade e sustentabilidade. O retorno de uma cafeicultura competitiva para estas regiões necessita de adoção de novas tecnologias, como uso de sistemas mais produtivos e sustentáveis.

Sistemas consorciados para produção de café, com sombreamento moderado, podem contribuir para a manutenção dessa sustentabilidade da lavoura (Matiello e Almeida, 1991), em função das modificações microclimáticas que ocorrem quando diferentes organismos compartilham o mesmo espaço (Barradas e Fanjul, 1986; Sá, 1994).

O conhecimento das relações entre radiação solar global, saldo de radiação e fluxo de calor no solo em sistema consorciado de produção de café viria a auxiliar o desenvolvimento de modelos de estimativa de crescimento vegetativo ou reprodutivo, além do consumo hídrico do cafeeiro.

Com o objetivo de dimensionar a atenuação da radiação solar global, de saldo de radiação e de fluxo de calor no solo em sistemas de produção de café consorciado, foram realizadas observações destes elementos em sistema de produção de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde no município de Garça-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizadas observações da radiação solar global, do saldo de radiação e do fluxo de calor no solo, durante os meses de novembro de 1999 a outubro de 2000, em cultivo comercial de café (cv. IAC-Obatã), com 6 anos de idade, conduzido a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde, estabelecido na Fazenda da Mata, município de Garça- SP (22°14'S, 49°37'W).

As lavouras estavam situadas lado a lado, em mesma condição topográfica e de orientação de encosta (nordeste), com baixa declividade. Nos dois cultivos, o café possuía o mesmo espaçamento (2,0 x 0,5 m) e altura aproximada de 1,7 m; no cultivo consorciado, as plantas de coqueiro-anão verde possuíam espaçamento de 8,0 x 6,0 m, totalizando 208 plantas/ha (Figura 1).

A radiação solar global foi obtida com tubos solarímetros, marca Delta T Devices, instalados acima do dossel da cultura de café (1,9 m de altura). No cultivo consorciado, para melhor representação dos valores de radiação solar global, foram instalados três tubos solarímetros situados entre quatro plantas de coqueiro-anão (Figura 1), obtendo-se a média dos três radiômetros.

O saldo de radiação foi obtido com radiômetros, tipo “net radiometer” (REBS, modelo Q7), instalados aproximadamente a 3,0 metros de altura, em um ponto de cada lavoura (Figura 1). As observações do saldo de radiação foram analisadas durante os meses de janeiro a junho de 2000.

O fluxo de calor no solo foi obtido com fluxímetros Middleton, instalados na projeção da copa dos cafeeiros, em um ponto de cada lavoura (Figura 1).

Os sensores foram acoplados a um sistema automático de aquisição de dados (marca Campbell Scientific Inc., modelo CR10X), tendo sido programados para realizar leituras a cada minuto (W/m^2) e posterior integração diária ($MJ.m^{-2}.dia^{-1}$). Na Figura 1, está apresentado um esquema com a disposição dos sensores de radiação solar nos cultivos a pleno sol e consorciado.

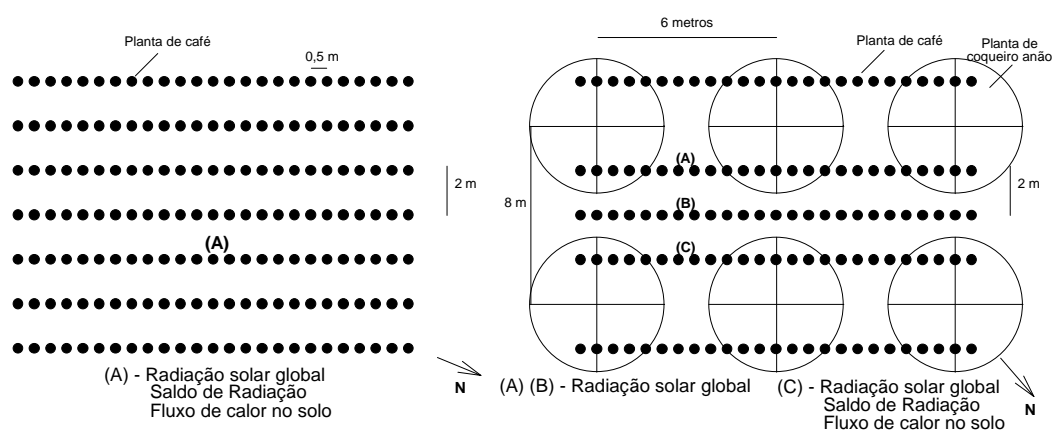


Figura 1 - Representação esquemática da instalação de sensores de radiação solar global, saldo de radiação e fluxo de calor no solo, em cultivo de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde, no município de Garça-SP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos mostram que as plantas de coqueiro-anão verde utilizadas no sistema de cultivo consorciado promoveram atenuação da incidência da radiação solar global sobre as plantas de café.

A Figura 2 apresenta a relação entre a radiação solar global nos dois sistemas de cultivo para as quatro estações do ano, bem como para todo o período de medidas. Pode-se verificar que ocorreu variação na atenuação da radiação solar global, proporcionada pelas plantas de coqueiro-anão verde, ao longo das estações do ano. Durante a primavera e o verão essa atenuação foi maior, da ordem de 45%, e durante o outono e inverno foi menor, da ordem de 38%. Analisando-se todo o período de medida, a atenuação média foi de 42%.

Analisando mensal (Figura 3) ou diariamente (Figura 4), verificou-se que a variação da atenuação da radiação solar foi maior, atingindo valor máximo nos meses de fevereiro e outubro (cerca de 47%) e valor mínimo no mês de junho (cerca de 33%). A variação sazonal da atenuação da radiação, neste caso, pode ter como explicação a menor área foliar das plantas de coqueiro-anão durante os meses de seca e também a maior inclinação do ângulo de incidência de radiação solar nos meses de inverno, minimizando o efeito de atenuação pelas folhas do coqueiro (Figura 4).

Com relação ao saldo de radiação (Figura 5A), o cultivo consorciado promoveu redução média da ordem de 43% nos valores diários, semelhante à atenuação da radiação solar global, embora apresentando baixo coeficiente de determinação ($R^2=0,33$), devido à presença de apenas um sensor no sistema consorciado, o que proporcionou maior variação nas medidas, principalmente nos meses de verão, quando se observa aumento da nebulosidade no período da tarde.

Analisando os resultados de fluxo de calor no solo para todo o período de medidas (Figura 5B), pode-se perceber que o cultivo consorciado promoveu redução de 20% em seus valores diários para esse elemento, embora sua importância para o balanço de energia diária seja pequena, pois representou menos de 2% do saldo de radiação diário para o cultivo a pleno sol na grande maioria dos dias de medida.

Na Figura 6 está apresentada a razão entre o saldo de radiação e a radiação solar global para os dois sistemas de cultivo. O conhecimento dessa relação é uma importante ferramenta para auxílio no desenvolvimento de modelos de estimativa de crescimento vegetativo e consumo hídrico do cafeeiro quando os dados do saldo de radiação não estão disponíveis. Pode-se perceber que o sistema consorciado não provocou alterações nessa relação, que apresentou coeficiente de 0,61 para os dois sistemas de cultivo, ainda que o coeficiente de determinação para o cultivo consorciado tenha sido menor que o cultivo a pleno sol, devido ao mesmo motivo apresentado na análise do saldo de radiação.

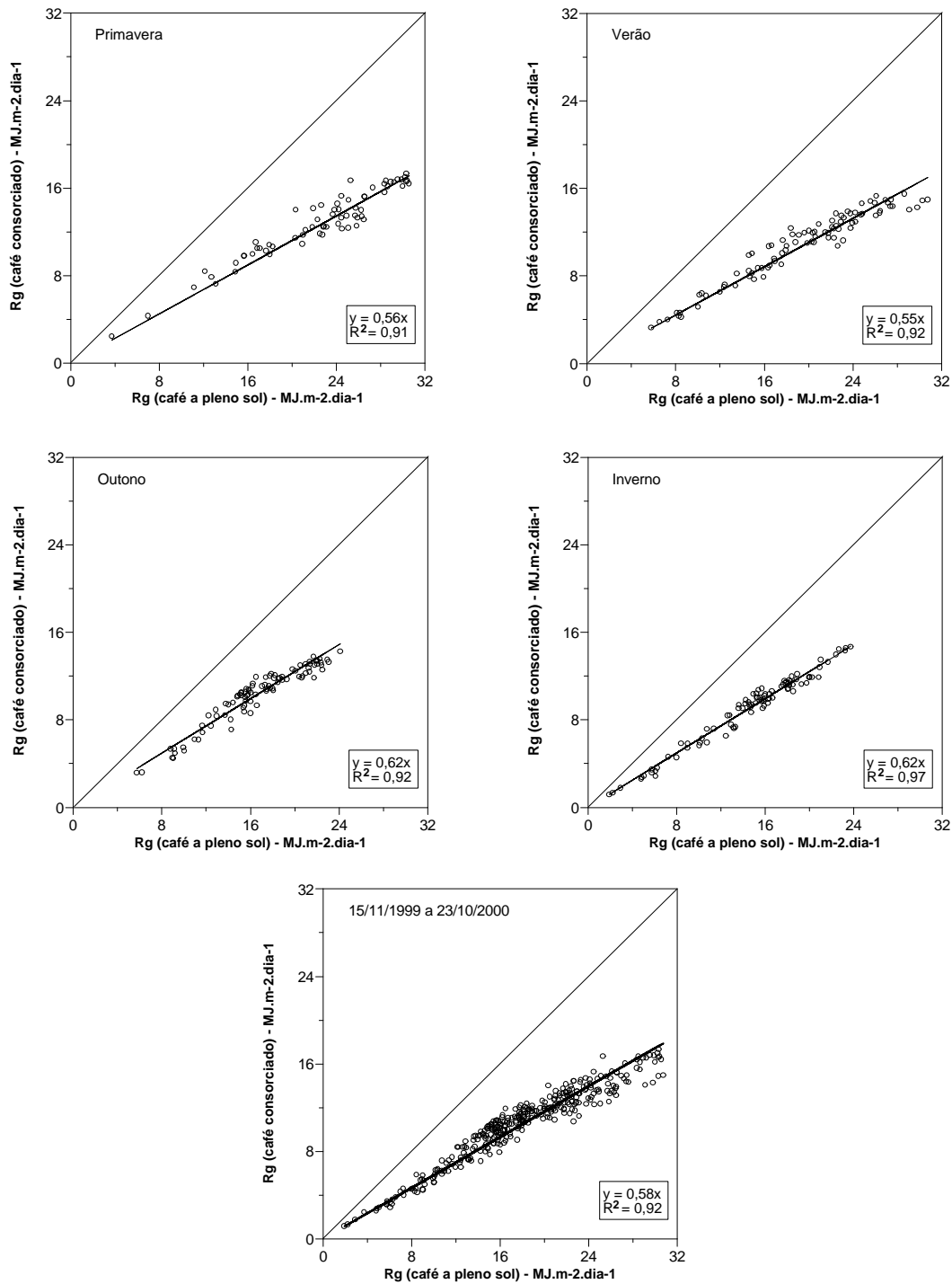


Figura 2 - Relação entre radiação solar global (Rg) obtida em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde e a pleno sol, no município de Garça, SP, no período de 15/11/1999 a 23/10/2000.

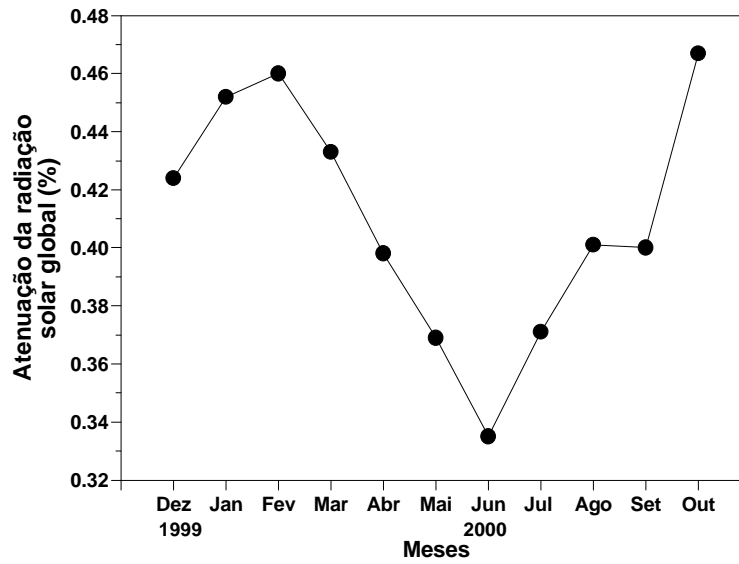


Figura 3 - Variação mensal da atenuação de radiação solar global em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde, no município de Garça, SP, no período de dezembro de 1999 a outubro de 2000.

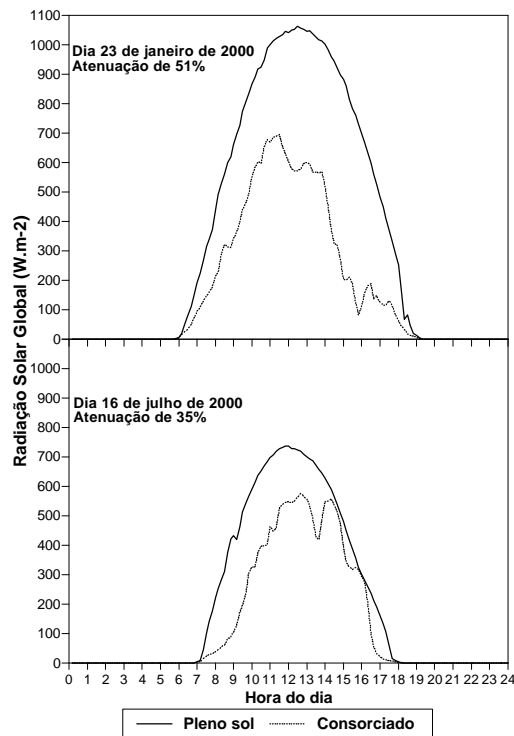


Figura 4 - Variação diária da radiação solar global em cultivo de café a pleno sol e consorciado com coqueiro-anão verde, no município de Garça, SP, em janeiro (verão) e julho (inverno) de 2000.

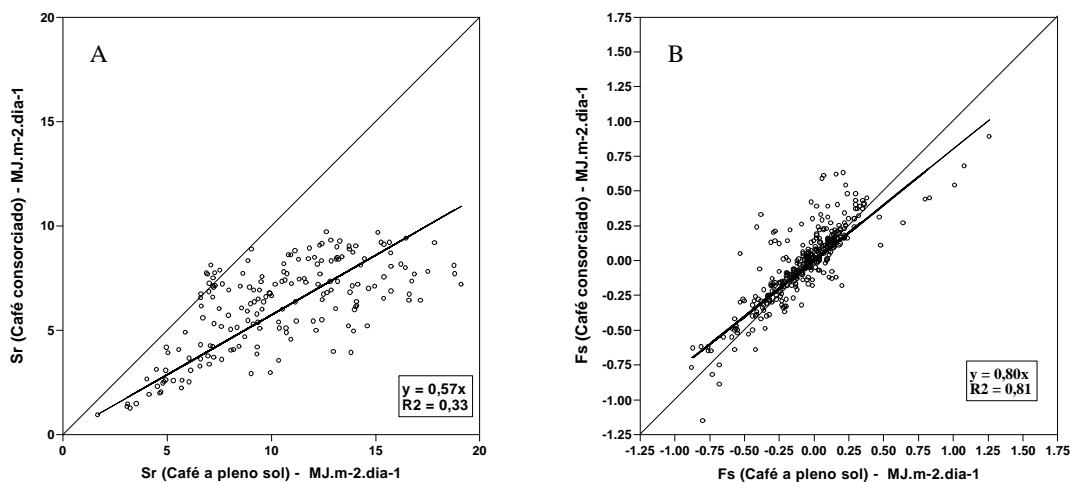


Figura 5 - Razão entre o saldo de radiação (Sr) obtido em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde e a pleno sol, no município de Garça, SP, no período de 01/01/2000 a 30/06/2000 (A) e relação entre o fluxo de calor no solo (Fs) obtido em cultivo de café consorciado com coqueiro-anão verde e a pleno sol, no município de Garça, SP, no período de 15/11/1999 a 23/10/2000 (B).

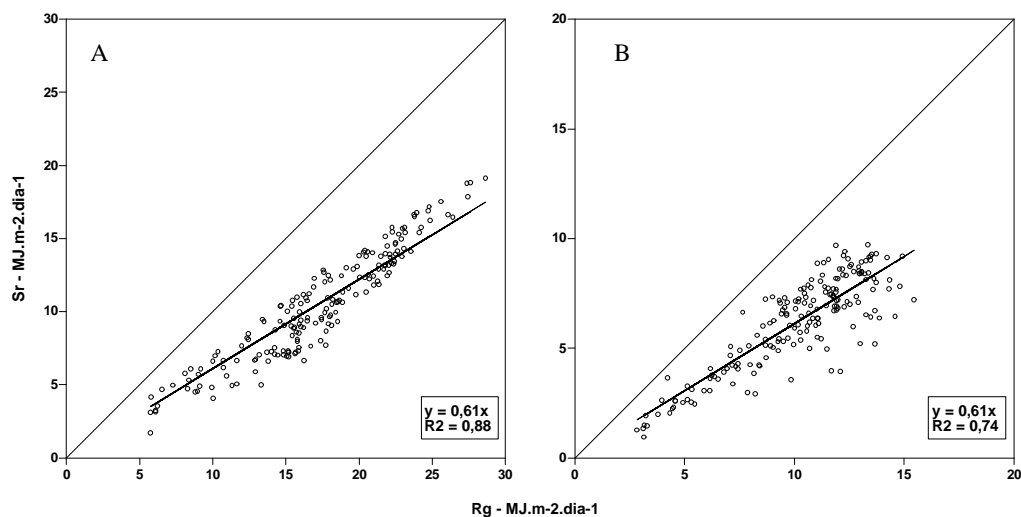


Figura 6 - Razão diária entre a radiação solar global (Rg) e o saldo de radiação (Sr) obtidos em cultivo de café a pleno sol (A) e consorciado com coqueiro-anão verde (B), no município de Garça, SP, no período de 01/01/2000 a 30/06/2000.

CONCLUSÕES

Foi verificada atenuação média dos valores diários de radiação solar global em cultivo de café consorciado, em comparação ao cultivo a pleno sol, da ordem de 42%, com variação mensal de 33% (mês de junho) a 47% (meses de fevereiro e outubro). Com relação ao saldo de radiação e ao fluxo de calor no solo, as atenuações foram da ordem de 43 e 20%, respectivamente.

O saldo de radiação representou 61% da radiação solar global nos dois sistemas de cultivo, fator que pode ser usado para sua estimativa na cultura do café, consorciado ou não, a partir do uso da radiação solar incidente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRADAS, V.L. & FANJUL, L. 1986. Microclimatic characterization of shaded and open-grow coffee (*Coffea arabica* L.) plantations in Mexico. **Agricultural and Forest Meteorology**, 38: 101-112.
- MATIELLO, J.B. & ALMEIDA, S.R. 1991. Sistemas de combinação de café com seringueira, no sul de Minas Gerais. **In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras**, 17, Varginha, MG, MARA/SNPA, EMBRAPA. Trabalhos apresentados. p. 112-114.
- SÁ, T.D. de A. 1994. Aspectos climáticos associados a sistemas agroflorestais: implicações no planejamento e manejo em regiões em regiões tropicais. **In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS**, 1, Porto Velho, RO, EMBRAPA. Trabalhos apresentados.