

INTERAÇÕES ACIMA E ABAIXO DA SUPERFÍCIE DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL DE SERINGUEIRA (*Hevea brasiliensis*) E SOJA (*Glicine max*)

Marcos S. BERNARDES¹, Jan GOUDRIAAN², Gil M. de S. CÂMARA¹, Durval DOURADO-NETO¹

RESUMO

Foi conduzido um experimento com sistema agroflorestal de seringueira e soja com o objetivo de compreender as interações entre as duas culturas e seus efeitos no crescimento e rendimento de soja. Também foi avaliada uma equação para estimar a quantidade de radiação disponível para a cultura intercalar. Os resultados mostraram que o principal fator para redução do crescimento e rendimento da soja é o sombreamento causado pela seringueira. Embora a competição abaixo da superfície do solo ocorra, em relação ao sombreamento, a mesma é restrita a uma menor distância a partir das árvores. Os valores simulados de fração de irradiância disponível, em função da distância para o renque de seringueira, não foram diferentes dos valores medidos ao nível de significância de 1%.

INTRODUÇÃO

O sistema agroflorestal (SAF) de seringueira e soja é extensivamente adotado no Brasil (Fancelli, 1986) apresentando diversas vantagens em termos de produtividade e retorno econômico, porém os processos fisiológicos envolvidos na interação entre as duas espécies não estão devidamente compreendidos. Chong et al. (1991) mostraram que a produtividade de plantas forrageiras embaixo de seringueiras estava associada principalmente à transmissão de luz pelas copas das árvores. Adicionalmente, as árvores podem modificar o balanço de água na cultura intercalar, seja pela redução da demanda transpiratória em razão do sombreamento ou da redução da velocidade do vento, seja pela competição pela água disponível no solo (Wilson & Ludlow, 1991). Assim, a competição pelo componente arbóreo pode suprimir seus efeitos benéficos.

Este estudo visa compreender o efeito da modificação do ambiente de luz pelas árvores de seringueira no crescimento e produção da soja e separá-lo da competição abaixo da superfície do solo. Também, tem por objetivo avaliar uma equação para estimativa da disponibilidade relativa de radiação para a soja intercalada sob a influência das árvores de seringueira.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi conduzido um experimento de campo com quatro tratamentos: T1) SAF com um renque de seringueiras interfaceando uma cultura de soja, T2) similar ao tratamento 1 com as interações abaixo da superfície do solo interrompidas entre as duas culturas por uma valeta de 80 cm de profundidade com lâmina plástica, T3) controle de seringueira, T4) controle de soja. O experimento foi instalado no Campo Experimental do Departamento de Agricultura da ESALQ, USP, em Piracicaba, SP (22°42'30" S, 47°38'00" Oeste) em Terra Roxa Estruturada (Kandiudalfic Eutrodox) no delineamento de blocos casualizados com quatro repetições. O manejo de ambas as culturas, incluindo irrigação por aspersão, visou evitar qualquer limitação ao crescimento e produção, exceto aqueles devidos aos tratamentos experimentais (sombreamento e competição abaixo da superfície do solo).

A massa de matéria seca da parte aérea da soja, separada em haste e ramos, folhas e órgão reprodutivo, foi amostrada nos estádios fenológicos (Fehr & Caviness, 1977) V1, R1, R5 e R7, a 3,80; 5,92; 8,57; 12,28; 17,05 e 22,88 m de distância média a partir da linha de plantio de seringueira. Cada amostra foi coletada em 1 m de duas linhas de plantio. Nas mesmas épocas foi medida a altura das plantas de soja (H_{so} , m). O índice de área foliar (IAF) foi calculado a partir das relações massa/área foliar obtidas em amostras de discos de

¹ Professor Doutor. Departamento de Agricultura, ESALQ/USP. Caixa Postal 9, Piracicaba, SP. 13418-900.

² Professor Dr. Ir. TPE/WAU. PO Box 430, 6700 AK, Wageningen, The Netherlands.

folhas. A massa de matéria seca da parte aérea da seringueira foi calculada pela equação descrita por Shorrocks et al. (1965) utilizando medidas semestrais de perímetro de tronco. Conforme métodos propostos por Leong (1980) foram estimados o IAF por fotografias hemisféricas e as características de copa como raio da copa (R_c , m) e altura das árvores (H_{arv} , m). A irradiância no topo das copas de soja foi medida continuamente, nas mesmas distâncias a partir da linha de plantio da seringueira onde realizou-se coleta de matéria seca de soja, com solarímetros acoplados a uma estação agrometeorológica automatizada.

A equação descrita por Goudriaan (1977) para calcular a irradiância (I , $J.m^{-2}$) que atinge a entrelinha de culturas em renque foi usada para simular a disponibilidade de radiação luminosa para a soja em função da distância para a linha de seringueira (d , m). A equação foi simplificada para um renque único e foram incluídos os parâmetros de declividade do terreno (S_0 , rad) e de geometria da copa das árvores R_c (m) ficando:

$$I = \frac{I_0}{2} \cdot \text{sen} \left[\arctg \left(\frac{d}{H_r} - \frac{R_c^2}{d \cdot H_r} \right) + S_0 \right] + 1 \quad (1)$$

onde I é a irradiância diária ($MJ.m^{-2}$) que atinge o topo da copa de soja a uma dada distância (d , m), I_0 a irradiância diária ($MJ.m^{-2}$) numa superfície horizontal acima da copa das árvores e H_r a altura (m) relativa das árvores obtida pela seguinte equação:

$$H_r = H_{arv} - H_{so} \quad (2)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se na Figura 1 (a) que ocorreu uma diferença significativa ($p < 0,01$) entre o rendimento de grãos de soja nos tratamentos de SAF (T1 e T2) em relação ao controle (T4) até a distância de 8,57 m das seringueiras e a partir de 12,28 m não houve mais diferença entre os tratamentos. Assim, o efeito do sombreamento deixou de ser significativo a partir dessa última distância. O T2 apresentou rendimento significativamente superior ao T1 até a distância de 5,92 m como consequência da competição abaixo da superfície do solo causada pelas árvores nesse último. A Figura 1 (b) mostra que a massa relativa de matéria seca da parte aérea de soja, dada pela relação entre a massa medida no tratamento T2 e à medida no controle, tem uma relação estreita com a fração de irradiância que atingiu o topo da copa da cultura de soja apresentando relação linear significativa ($r^2 = 0,94$, $p < 0,01$) com coeficientes linear (0,104; $\sigma = 0,09$) e angular (1,042; $\sigma = 0,13$) não diferentes de 0,0 e 1,0, respectivamente. Esses resultados indicam um efeito dominante do sombreamento causado pelas árvores em respeito a redução do crescimento e rendimento da soja, conforme observado por Chong et al. (1991) para plantas forrageiras. Entretanto a competição abaixo da superfície do solo, estimada pela diferença entre os tratamentos T2 e T1, não foi desprezível.

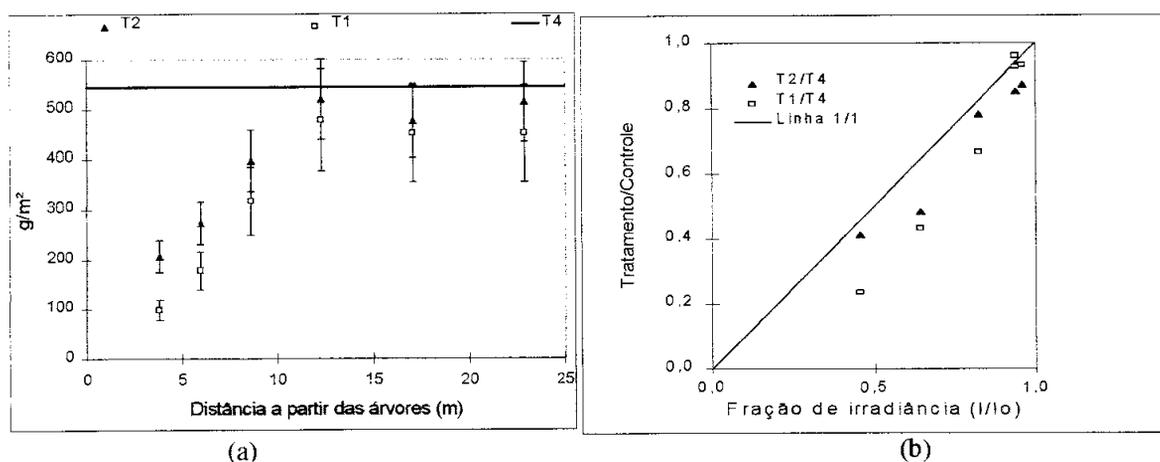


Figura 1. Resultados de (a) rendimento ($g.m^{-2}$) de grãos de soja (13% de umidade) e (b) massa relativa de matéria seca da parte aérea da cultura de soja, calculada pela relação entre os tratamentos T1 e T2 e o tratamento controle (T4), em função da fração de irradiância (I/I_0).

Não ocorreu diferença no índice de colheita entre as várias distâncias a partir das seringueiras ou entre

tratamentos. Porém, observou-se maior área foliar específica nas distâncias de 3.80 m ($0.0018 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) e 5.92 m ($0.0015 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) do que nas demais posições de amostragem de matéria seca ($0.0012 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$), demonstrando uma adaptação das plantas de soja ao sombreamento.

A regressão não linear entre as frações de irradiância (I/I_0) medidas e simuladas foi significativa ($r^2 = 0.97$, $p < 0.01$), demonstrando boa aproximação entre esses valores (Figura 2). A equação subestima ligeiramente a fração de irradiância, provavelmente porque a transmissão de radiação através do renque não foi considerada. Em razão da estreita relação entre a fração de radiação disponível e a fração de matéria seca produzida, a equação 1 poderia também ser utilizada para simular a produção de biomassa no sistema agroflorestal, exceto quando ocorre competição abaixo da superfície do solo. Para esse último caso, um termo de redução de crescimento e rendimento por competição, em função da distância a partir das árvores e de suas dimensões, deveria ser incluído na equação. Para maior confiabilidade nos resultados de simulação, a equação deve ser avaliada em condições diferentes do atual desenho experimental.

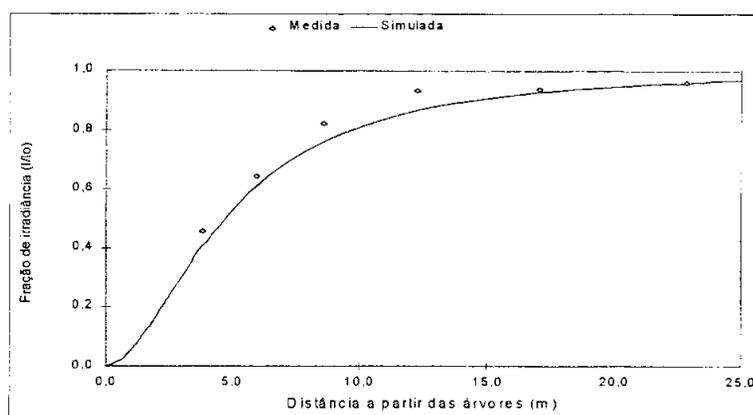


Figura 2. Valores relativos medidos e simulados (equação 1) de fração de irradiância em função da distância (m) a partir das árvores de seringueira.

CONCLUSÕES

O sombreamento pela seringueira é a principal causa da redução de crescimento e rendimento de soja intercalada. A competição abaixo da superfície do solo é restrita a uma menor distância a partir das árvores. A equação proposta para estimativa da disponibilidade relativa de radiação apresenta previsões acuradas.

BIBLIOGRAFIA

- CHONG, D. T. ; TAJUDDIN, I.; Abd. SAMAT, M.S. Productivity of cover crops and natural vegetation under rubber in Malaysia. In: Shelton, H.M. and Stür, W.W (ed.) FORAGES FOR PLANTATION CROPS. **Proceedings**, Samur Beach, Bali, Indonesia, ACIAR, p.36-37. 1991.
- FANCELLI, A.L. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO. 1. Piracicaba. **Trabalhos apresentados...** Campinas, Fundação Cargill, p.229-243. 1986.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. Stages of soybean development. Amos, Yowa, Yowa State University/Cooperative Extension Service. 11p. 1977. (Special Report 80).
- GOUDRIAAN, J. Crop micrometeorology: a simulation study. Wageningen; PUDOC, 249p. 1977. Simulation Monographs.
- LEONG, W. Canopy modification and its effect on growth and yield of *Hevea brasiliensis*. Ghent, 283p. 1980. (Ph.D. Thesis, Faculty of Agricultural Sciences of Ghent).
- SHORROCKS, V.M.; TEMPLETON, J.K.; YIER, G.C. Mineral nutrition, growth and nutrient cycle of *Hevea brasiliensis*. III. The relationship between girth and shoot dry weight. **Journal of the Rubb. Res. Inst. Malaya**, Kuala Lumpur, v.19, n.1, p.85-92. 1965.
- WILSON, J.R.; LUDLOW, M.M. The environment and potential growth of herbage under plantations. In: Shelton, H.M. and Stür, W.W (ed.) FORAGES FOR PLANTATION CROPS. **Proceedings**, Samur Beach, Bali, Indonesia, ACIAR, p.10-24. 1991.