

# Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela soja em dois arranjos de plantas.

Rio, A.<sup>1</sup>; Sibalidelli, R. N. R.<sup>2</sup>; Crusioli, L. G. T.<sup>3</sup>; Carvalho, J. F. C.<sup>4</sup>; Ferreira, L. C.<sup>5</sup>; Neiverth, W.<sup>6</sup>; Procopio, S. O.<sup>7</sup>; Almeida, A. M. R.<sup>7</sup>; Neumaier, N.<sup>7</sup>; Nepomuceno, A. L.<sup>7</sup>; Farias, J. R. B.<sup>7</sup>

<sup>1</sup>Mestrando USP/ESALQ Bolsista CAPES, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>2</sup>Mestrando UTFPR, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>3</sup>Bolsista CNPq/PIBIC, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>4</sup>Pós Doutoranda/CAPES, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>5</sup>Pós doutorando/CNPq, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>6</sup>Bolsista CNPq/DTI-C, Embrapa Soja, Londrina, Paraná; <sup>7</sup>Pesquisador, Embrapa Soja, Londrina, Paraná. e-mail: alexandre@cnpso.embrapa.br

## Introdução

Desde sua introdução no Brasil, a soja (*Glycine max* L Merrill), uma das espécies cultivadas mais antigas do mundo, tem sido conduzida com alto nível tecnológico em todas as suas operações, constituindo-se em uma “commodity” de grande importância comercial para o desenvolvimento da agricultura brasileira, sendo cultivada em todas as regiões. Os principais fatores determinantes para uma adequada instalação de lavoura de soja são os relacionados à época de semeadura, distribuição dos fatores climáticos, operações de semeadura, características das cultivares e a qualidade da semente (EMBRAPA, 2012).

A radiação solar é um importante fator ambiental que, além de fornecer energia luminosa para a fotossíntese, também afeta uma gama de processos fisiológicos da soja. Nesse contexto, além da intensidade da radiação solar, a duração e a qualidade do espectro luminoso são determinantes para respostas morfológicas e fenotípicas, tais como estatura da planta, indução ao florescimento e ontogenia (THOMAS, 1994).

Novos arranjos de plantas que possam favorecer uma maior interceptação de radiação solar vêm sendo estudados e entre estes se destaca, a semeadura cruzada da soja. Essa nova técnica de manejo para a cultura tem chamado a atenção dos agricultores por proporcionar maiores rendimentos por hectare, chegando a 6038 Kg ha<sup>-1</sup> na Fazenda Veneza em Correntina, BA, na safra de 2010/2011 (SOUZA, 2011).

A produção de biomassa pelas culturas está relacionada à quantidade de radiação fotossinteticamente ativa interceptada e absorvida pelas folhas, bem como à eficiência com que estas convertem a energia radiante em energia química, pela fotossíntese (RADIN et al., 2002). A radiação solar é um fator fundamental para determinar o crescimento da planta. A relação entre a quantidade de radiação fotossinteticamente ativa (RFA) e a quantidade de matéria seca produzida tem sido usada para determinar a eficiência de uso da radiação (MONTEITH, 1973).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pela soja, semeada em linhas não cruzadas e em linhas cruzadas, correlacionando-a com o seu rendimento de grãos.

## Material e Métodos

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Embrapa Soja, no município de Londrina, PR, safra primavera/verão, no período entre novembro de 2011 e fevereiro de 2012, O clima da região é subtropical úmido de verão quente, Cfa, conforme a classificação de Köppen. Foram utilizadas as cultivares de soja BRS 359 RR, de tipo de crescimento indeterminado e BRS 294 RR, de tipo de crescimento determinado. A semeadura foi realizada em latossolo roxo distrófico, no dia 18/10/2011 e a colheita no dia 27/02/2012.

As parcelas de 4,8m x 8m foram semeadas com população normal recomendada para a cultura da soja, com 40cm entre linhas, casualizadas em três blocos. Foram realizados dois arranjos de plantas: semeadura em linhas não cruzadas (NC) e em linhas cruzadas (CR).

A RFA (Radiação Fotossinteticamente Ativa) foi medida por um sensor (LI-191 LI-COR), acoplado a um *datalogger* (LI-1000 LI-COR). As leituras foram realizadas pontualmente no estágio vegetativo da cultura R1, em três horários ao longo do dia, 9h 12h e 15h, em dois pontos no interior de cada parcela e em duas alturas, rente ao solo e 20cm acima do dossel. Foram considerados nas análises os dados da radiação solar global ( $R_g$ ), coletados com piranômetro (LI-200 LI-COR) na estação meteorológica da fazenda experimental da Embrapa Soja (latitude 23°11'44" S; longitude: 51°10'35" W; altitude: 598 m).

Os dados de RFA foram registrados em  $\mu\text{mol s}^{-1} \text{m}^{-2}$  e convertidos em  $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ , adotando-se a seguinte expressão:

$$RFA = \sum_{\text{diário}} \frac{RFA (\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}) \cdot t (s)}{1000000} (\text{mol de fótons m}^{-2}\text{dia}^{-1})$$

os dados foram transformados em  $\text{MJ m}^{-2} \text{dia}^{-1}$ , conforme Thimijan e Heins (1983), pela fórmula:

$$RFA = \sum_{\text{diário}} \frac{RFA (\mu\text{mol s}^{-1}\text{m}^{-2}) \cdot t (s)}{\frac{4,57}{1000000}} (\text{MJ m}^{-2}\text{dia}^{-1})$$

A radiação fotossinteticamente ativa interceptada ( $RFA_{int}$ ) pela cultura foi calculada conforme Varlet-Grancher et al. (1982): , em que  $RFA_{inc}$  é a radiação incidente e  $RFA_{ts}$  é a radiação transmitida ao solo. A eficiência de interceptação ( $\epsilon$ ) da RFA pela cultura foi estimada considerando-se a  $RFA_{int}$  e a  $RFA_{inc}$ , pela expressão:

$$\epsilon_{int} = \frac{RFA_{int}}{RFA_{inc}}$$

As medidas de foram obtidas no estágio de desenvolvimento R1 da cultura, e realizadas em três horários distintos, às 9h, 12h e 15h. Os dados de rendimento de grãos foram obtidos na colheita, sendo realizada a pesagem dos grãos por parcela e a correção para 13% de umidade e  $\text{Kg ha}^{-1}$ .

Os dados foram submetidos à análise de variância através do programa computacional Sisvar 5.3, e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância.

## Resultados e Discussão

Houve diferença significativa entre as cultivares BRS 359 e BRS 294 em relação à, onde a segunda cultivar apresentou uma eficiência de interceptação da RFA superior em ambos os sistemas de semeadura (Tabela 1).

**Tabela 1.** Eficiência de interceptação da RFA ( $\epsilon_{int}$ ) e rendimento de grãos (Rend) em Kg ha<sup>-1</sup>, obtidos nas cultivares de soja BRS 359 RR e BRS 294 RR sob dois arranjos de plantas, em linhas não cruzadas (NC) e cruzadas (CR). Embrapa Soja, Londrina-PR, 2012

Cultivar	NC		CR		Médias (6P)	
	$\epsilon_{int}$	Rend	$\epsilon_{int}$	Rend	$\epsilon_{int}$	Rend
BRS 359 RR	0,82 Ab	3524 Aa	0,87 Ab	3394 Aa	0,85 b	3459 a
BRS 294 RR	0,96 Aa	3167 Aa	0,95 Aa	3008 Aa	0,95 a	3088 b
Médias (6P)	0,89 A	3346 A	0,91 A	3201 A		

6P: Médias de 6 parcelas. Médias seguidas de mesma letra maiúscula (linha) e minúscula (coluna) não diferem entre si a 5% de significância pelo teste Tukey.

Nota-se que houve diferença significativa entre as cultivares BRS 359 e BRS 294 em relação à, onde a segunda cultivar apresentou uma eficiência de interceptação da RFA superior em ambos os arranjos de plantas. Entretanto esta diferença significativa da não resultou em maior rendimento de grãos. A cultivar BRS 359, desconsiderando o sistema de semeadura, apresentou rendimento estatisticamente superior a BRS 294, com um acréscimo de produtividade de 371 kg.ha<sup>-1</sup>.

As diferenças de comportamento da eficiência da interceptação da radiação observadas entre as duas cultivares podem estar relacionadas aos diferentes tipos de crescimento dos dois materiais. Em geral, as folhas crescem mais em condições de menor interceptação de radiação (TAIZ & ZEIGER, 2009), o que possivelmente ocorreu com a cultivar BRS 359 em manejo não cruzado.

Apesar da inexistência de diferença significativa, a cultivar BRS 359, de tipo de crescimento indeterminado, apresentou ganho numérico em eficiência de interceptação da radiação fotossinteticamente ativa quando disposta em linhas cruzadas. Por outro lado na cultivar BRS 294, de tipo de crescimento determinado, a disposição das plantas em linhas cruzadas não contribuiu para o incremento da  $\epsilon_{int}$ .

Mathew et al. (2000) conduziram um experimento onde o enriquecimento da radiação solar (através da inclinação a 45 graus das fileiras de bordadura) foi iniciado no final do período vegetativo e no início do florescimento, e observado aumento do rendimento em 144 e 252%, respectivamente. Estes aumentos de rendimento foram devidos, principalmente, ao maior número de vagens. Quando o enriquecimento luminoso ocorreu no início da formação das vagens o aumento do tamanho da semente variou de 8 a 23%, resultando em 32 a 115% de acréscimo no rendimento.

De acordo com os dados mostrados por Silveira et al. (2012), trabalhando com população de soja de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, também encontraram maior rendimento para semeadura em linhas não cruzadas em relação a semeadura em linhas cruzadas. Ao contrário, Lima et al. (2012) encontraram produtividades superiores sob semeadura de soja em linhas cruzadas em relação às linhas não cruzadas. No presente trabalho não ocorreram diferenças de produtividades entre os manejos conduzidos. Estudos adicionais são necessários para melhor definir o manejo da cultura e a viabilidade de adoção da prática da semeadura cruzada.

## Conclusões

Não houve acréscimo de rendimento de grãos no arranjo de plantas de soja com semeadura em linhas cruzadas em relação a linhas não cruzadas.

Os dados apresentados enfatizam a importância da implementação de estudos detalhados para se estabelecer relação entre o índice de eficiência da radiação solar e do rendimento da soja em uma análise de sistemas alternativos de arranjos de plantas para a cultura.

## Referências

EMBRAPA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2012 e 2013**. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/SP15-VE.pdf>>.

LIMA, S.F.; ALVAREZ, R.C.F.; THEODORO, G.F.; BAVARESCO, M.; SILVA, K.S. Efeito da semeadura em linhas cruzadas sobre a produtividade de grãos e a severidade da ferrugem asiática da soja. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.28, n.6, p.954-962, 2012.

MATHEW, J.P.; HERBERT, S.J.; ZHANG, S.; RAUTENKRANZ, A.A.F.; LITCHFIELD, G.V. Differential response of soybean yield components to the Timing of Light. **Enrichment Agronomy Journal**, Madison, v.92, p.1156-1161, 2000.

MONTEITH, J.L. **Principles of Environment Physics**. Elsevier. New York, 241p.1973.

RADIN, B. Eficiência de uso da radiação fotossinteticamente ativa pela cultura do tomateiro em diferentes ambientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1017-1023, 2003.

SILVEIRA, F.O.; PERIN, A.; JUNIOR, H.R.S.; FURQUIN, L.C.; SANTINI, J.M.K.S.; SALIB, G.C. Produção da cultivar de soja NA 7337 RR com a utilização de plantio em linhas cruzadas. **Anais... I Congresso de Pesquisa e Pós-Graduação do Campus Rio Verde do I.F.Goiano**, 2012.

SOUZA, P.I.M. **Caso sobre o campeão brasileiro de produtividade de soja – safra 2010/2011**. Disponível em: <[http://www.desafiosoja.com.br/arquivos/Plinio\\_Iltamar\\_de\\_Mello\\_de\\_Souza.pdf](http://www.desafiosoja.com.br/arquivos/Plinio_Iltamar_de_Mello_de_Souza.pdf)>. Acesso em: Ago/2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Artmed, 4ªed. Cap.9, p.220-243, 2009.

THIMIJJAN, R.W.; HEINS, R.D. Photometric, radiometric, and quantum light units of measure: a review of procedures for interconversion. **Hort Science**, St. Joseph, v.18, n.6, p.818-822, 1983.

THOMAS, J.F. Ontogenetic and morphological plasticity in crop plants. In: BOOTE, K.J. et al. **Physiology and Determinations of Crop Yield**. Madison: ASA/CSSA/SSSA, Cap.7B, p.181-185, 1994.

VARLET-GRANCHER, C.; BONHOMME, R.; CHARTIER, M.; ARTIS, P. Efficience de la conversion de l'énergie solaire par un couvert végétal, **Acta Ecologica Sinica**, v.17, n.1, p.3-26, 1982.