



## DETERMINAÇÃO DO ÍNDICE DE ÁREA FOLIAR DA SOJA EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO E EXCLUSIVO

Géssica de Carvalho<sup>1</sup>; Marina Julia Ferreira<sup>2</sup>; Valdir da Silva Gonçalves<sup>2</sup>, Diego Camargo<sup>3</sup>; Fernanda Schmitt Gregolin<sup>4</sup>; Maurel Behling<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Florestal, Mestranda em Agronomia UFMT, Sinop, MT, [gessikaengflorestal@gmail.com](mailto:gessikaengflorestal@gmail.com)

<sup>2</sup> Graduando em Agronomia IFRO, Colorado do Oeste, RO, [mariajulia.ferreira@hotmail.com](mailto:mariajulia.ferreira@hotmail.com); [dinhosilvagoncalves@gmail.com](mailto:dinhosilvagoncalves@gmail.com).

<sup>3</sup> Graduando em Eng. Florestal UFMT, Sinop, MT, [camargo.die@gmail.com](mailto:camargo.die@gmail.com)

<sup>4</sup> Eng. Agrônoma, Mestranda em Agronomia UFMT, Sinop, MT, [fernanda.sgregolin@gmail.com](mailto:fernanda.sgregolin@gmail.com)

<sup>5</sup> Pesquisador, Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, MT, [maurel.behling@embrapa.br](mailto:maurel.behling@embrapa.br)

### INTRODUÇÃO

No Brasil, nos últimos anos vem aumentando as propriedades rurais que utilizam sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF) visando verticalizar a produção, numa mesma área, intensificando o uso da terra, mão de obra e infraestrutura, diluindo custos e minimizando os riscos, trazendo benefícios para os diferentes componentes de produção (lavoura, pecuária, floresta, solo, água etc). Dessa maneira, a ILPF é tida como um sistema sustentável, que se baseia em princípios da rotação e sucessão de culturas e consórcio entre culturas de grãos, forrageiras e espécies arbóreas, para produzir, na mesma área, grãos, carne e/ou leite, produtos madeireiros e não madeireiros ao longo de todo ano (BALBINO et al., 2011).

A cultura da soja, quando submetida a baixas intensidades luminosas, apresenta menores taxas de fitomassa, de crescimento, de assimilação líquida e, também, um elevado estiolamento, condicionando o acamamento em condições de campo. Uma maior eficiência no uso da radiação solar é importante para o rendimento da cultura da soja, principalmente durante o período de enchimento de grãos (SHIBLES; WEBER, 2001). A soja apresenta elevada área foliar e rápida emissão de folíolos, ocasionando grande incremento na interceptação de radiação solar e rápido sombreamento das plantas competidoras (CASAROLI et al., 2007).

Os trabalhos de pesquisas com a cultura da soja que avaliam a influência do componente florestal, sobre a formação da superfície de aquisição de luz, o índice de área foliar (IAF), são escassos (QUINTINO, 2015). Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo determinar a área foliar específica (AFE) e o índice de área foliar (IAF) da soja, em sistemas exclusivo e de ILPF.

### MATERIAL E MÉTODOS

As avaliações foram realizadas na área experimental da Embrapa Agrossilvipastoril, no município de Sinop, MT. Os tratamentos avaliados foram a lavoura em sistema de cultivo exclusivo, com soja (BRSMG 850GRR) na safra e milho (DKB 177 Bt pró) consorciado com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu na safrinha com área de um hectare e o sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com cultivo de eucalipto em faixas (renques) de linhas triplas, com espaçamento 3,5 x 3,0 m entre plantas, plantadas na orientação leste oeste e a distância de 30 m entre os renques (270 plantas/ha), cultivadas anualmente nas entrelinhas



com soja na safra e milho consorciado com *B. brizantha* cv. Marandu na safrinha, com dois hectares. O delineamento experimental foi de blocos casualizados (DBC) com três repetições.

A determinação da área foliar específica (AFE), no tratamento lavoura exclusiva, foi feito de modo aleatório com a coleta de 5 folhas/ponto, sendo está a segunda folha trifoliada completamente desenvolvida. No tratamento ILPF, a coleta das folhas foram em 4 transectos tanto para face Norte e Sul (N/S), sendo coletadas 5 folhas nas posições 4, 7, 11 e 15 metros de distância do renque central, totalizando 20 folhas/posição. As coletas de folhas foram realizadas durante o estágio de desenvolvimento R5 da soja.

As folhas coletadas foram colocadas em sacos plásticos dentro de uma caixa de isopor contendo gelo, para evitar o murchamento das mesmas até o laboratório, posteriormente a área foliar (cm<sup>2</sup>) de cada amostra foi medida com o integrador eletrônico de área foliar da marca LiCor, Mod. LI-3100(Licor Inc., Lincon, Nebraska, EUA) e após as folhas foram colocadas em saco de papel e secadas em estufa a 55 °C, até obter peso constante (~72 horas), assim foram pesadas para obtenção da massa seca foliar (MSF). A área foliar foi dividida pela massa seca da amostra, obtendo-se assim a área foliar específica (AFE) em m<sup>2</sup>/kg de massa seca de folhas.

A massa fresca total de folhas (MFT), foi obtida por meio da pesagem das folhas frescas coletadas em uma área de 1m<sup>2</sup> e duas linhas de soja (45 cm entre linhas), totalizando uma área de 0,9 m<sup>2</sup> para o tratamento exclusivo e 3,6 m<sup>2</sup> para o tratamento ILPF (nos mesmos pontos de amostragem da AFE), da amostra foi retirada uma subamostra de 300 gramas e levadas para estufa até obter peso constante e obtenção da massa seca foliar. Através dos valores de umidade e do peso de matéria fresca das amostras foram obtidos os valores da massa seca de folhas por área de amostragem. O valor da AFE, juntamente com a massa seca total de folhas de cada amostra e a respectiva área útil, permitiu o cálculo da área de folhas (m<sup>2</sup>) por área de solo (m<sup>2</sup>), ou seja, o índice de área foliar (IAF, m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).

Atendidos os pressupostos (normalidade e homocedasticidade), as variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância. Os efeitos dos tratamentos foram desdobrados através de contrastes e as distâncias em relação ao renque das árvores comparadas através do erro padrão da média.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

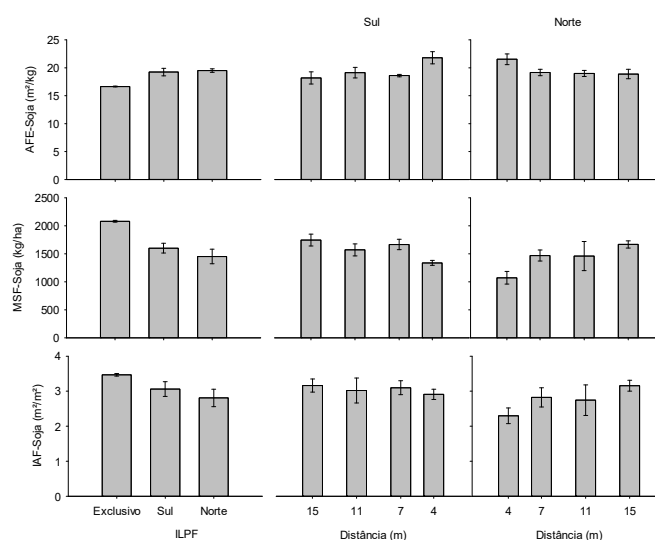
A área foliar específica (AFE) e a massa seca de folhas (MSF) diferiu entre os tratamentos ( $p < 0,04$ ). A lavoura exclusiva possui menor AFE e maior MSF que a lavoura na face sul ou norte dentro do sistema ILPF ( $p < 0,05$ ) e das faixas localizadas a 11 e 15 m do renque das árvores ( $p \leq 0,07$ ). Embora, não há diferenças entre a faixa de lavoura na face sul ou face norte para estas variáveis ( $p > 0,2$ ) (Tabela 1). Lacerda et al. (2010) estudando o crescimento de milho e feijão sob condições de sombreamento, concluiu que para produção de matéria seca, os valores obtidos foram superiores nas plantas cultivadas no ambiente externo em relação ao ambiente protegido, a área foliar específica (AFE) foi maior nas culturas sombreadas, havendo uma relação inversa de área foliar específica com a radiação solar, corroborando com esse estudo. Lopes et al. (2007) observou que plantas submetidas a tratamentos com sombra apresentaram uma maior área foliar.



**Tabela 1.** Quadrado médio da análise de variância (QM) para tratamentos e contrastes (C1 a C5) para as variáveis área foliar específica (AFE, m<sup>2</sup>/kg), massa seca foliar (MSF, kg/ha) e índice de área foliar da soja (IAF, m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>).

Fonte de Variação <sup>1</sup>	Ln(AFE) <sup>3</sup>		MSF		IAF	
	QM	p	QM	P	QM	p
Tratamentos	0,034	0,034	457795	0,035	0,424	0,129
C1, L. vs ILPF-FS	0,031	0,038	343176	0,046	0,247	0,196
C2, L. vs ILPF-FN	0,038	0,032	588900	0,028	0,648	0,090
C3, ILPF-FN vs ILPF-FS	0,000	0,671	32973	0,297	0,095	0,357
C4, L. vs 11m ILPF	0,027	0,043	478622	0,034	0,511	0,111
C5, L. 15 m ILPF	0,017	0,067	209060	0,072	0,142	0,285
Média	18,00		1802,27		3,20	
CV	0,20 (3,71) <sup>3</sup>		7,21		8,12	

(1) L, lavoura exclusiva de soja; ILPF-FS, componente lavoura voltado para a face sul do sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF); ILPF-FN, componente lavoura voltado para a face norte; e 11m/15m ILPF, componente lavoura distante 11 e 15 da faixa árvores dentro do sistema ILPF; (2) Transformação com base no logaritmo natural, Ln(x); (3) Coeficiente de variação sem transformação dos dados.



**Figura 1.** Área foliar específica (AFE, m<sup>2</sup>/kg), massa seca foliar (MSF, kg/ha) e índice de área foliar da soja (IAF, m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>) em plantios exclusivos e nas faces sul e norte das faixas de agricultura, no sistema de integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). Barras verticais em cada coluna representam o erro-padrão da média.

No entanto, o IAF não diferiu entre os tratamentos ( $p > 0,1$ ) e contrastes apresentados, somente ocorreu diferença significativa entre a lavoura exclusiva e lavoura na face norte do ILPF (L vs ILPF-FN) ( $p \leq 0,09$ ), consequência do maior sombreamento que ocorre no lado



norte do sistema de ILPF, no período avaliado. A AFE no ILPF a quatro metros de distância do renque central das árvores, teve um aumento significativo em relação as demais posições, isso provavelmente ocorreu devido, ao estande de plantas ser menor e conseqüentemente devido a limitação de luz, fisiologicamente a planta criou um sistema de defesa, tentando ser mais eficiente na formação de superfície de captação de luz, aumentando sua área foliar (Figura 1). A expansão da folha sob baixa luminosidade é uma resposta frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar ou imprimir melhor aproveitamento à baixa luminosidade (LIMA et al., 2008), mesmo assim esse esforço não compensou o baixo número de plantas, dessa forma a resposta não refletiu nas variáveis MSF e o IAF. Carvalho et al. (2006), estudando o crescimento inicial de Licuri observou que a área foliar específica apresentou aumento com a redução da luminosidade, mas ainda, em condições de baixa disponibilidade de luz, o aumento da área foliar específica não foi tão elevado para impedir a redução da área foliar total. Dessa forma, mesmo obtendo uma AFE maior, não houve acumulação de matéria seca foliar suficiente para aferir um maior IAF.

O IAF do tratamento lavoura foi de 3,5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> e no ILPF em média 3 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, estatisticamente não houve diferença significativa (Figura 1). Segundo Schöffel e Volpe (2001) e Pereira (2002), para a cultura da soja o valor crítico de IAF para interceptar 95% da radiação está em torno de 3,9 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>. Debortoli et al. (2012) estudando o IAF de cultivar de soja obteve um valor de 4,3 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup>, as pesquisas da cultura da soja que avaliam a influência do componente arbóreo, avaliando o índice de área foliar, ainda são escassos na literatura. Embora, acredita-se que alta produtividade esteja associada com alta área foliar, valores ótimos de IAF podem reduzir a produção, em razão do autosombreamento, observando-se, uma relação inversa entre índice de área foliar e taxa assimilatória líquida (MELGES et al., 1989).

## CONCLUSÕES

A área foliar específica (AFE) da lavoura dentro do ILPF foi maior que na lavoura exclusiva, demonstrando que a soja quando submetida a baixa intensidade luminosa tende compensar a limitação com uma maior área foliar para captação de luz.

O IAF não diferiu entre lavoura exclusiva e ILPF, dentro do sistema ILPF ele é menor na faixa de lavoura voltada para a face norte do renque.

## REFERENCIAS

BALBINO, L. C.; CORDEIRO, L. A. M.; SILVA, V. P.; MORAES, A.; MARTINEZ, G. B.; ALVARENGA, R. C.; KICHEL, A. N.; FONTANELI, R. S.; SANTOS, H.P.; FRANCHINI, J. C.; GALERANI, P. R. Evolução tecnológica e arranjos produtivos de sistemas de integração lavoura-pecuária-floresta no Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1-13, 2011.

CARVALHO, N. O. S.; PELACANI, C. R.; RODRIGUES, M. D. S.; CREPALDI, I. C. Crescimento inicial de plantas de licuri (*Syagrus coronata* (Mart.) Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 30, n. 3, p. 351-357, 2006.

CASAROLI, D.; FAGAN, E. B.; SIMON, J.; MEDEIROS, S. P.; MANFRON, P. A.; DOURADO NETO, D.; LIER, Q. J. V.; MÜLLER, L.; MARTIN, T. N. Radiação solar e Aspectos fisiológicos na cultura de Soja. **Revista da FZVA**, v. 14, n. 2, p. 102-120, 2007.



- DEBORTOLI, M. P.; TORMEN, N. R.; BALARDIN, R. S.; FAVERA, D. D.; STEFANELLO, M. T.; PINTO, F. F.; UEBEL, J. D. Espectro de gotas de pulverização e controle da ferrugem asiática da soja em cultivares com diferentes arquiteturas de planta. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 7, p. 920-927, 2012.
- LACERDA, C. F.; CARVALHO, C. D.; VIEIRA, M. R.; NOBRE, J. G.; NEVES, A. L.; RODRIGUES, C. F. Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n. 1, p. 18-24, 2010.
- LIMA, J. D.; SILVA, B. M. da S. e.; MORAES, W. da S. DANTAS, V. A. V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpiniaferrea* Mart. exTul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Amazônica**, v. 38, n. 1, p.5-10, 2008.
- LOPES, C. M.; GALLÃO, M. I.; ARAÚJO, F. S. Crescimento inicial de *Licania rigida* Benth. (Chrysobalanaceae) sob diferentes níveis de irradiância, em viveiros. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais...** Caxambú: SBE, 2007. CD Rom.
- MELGES, E.; LOPES, N. F.; OLIVA, M. A. Influência do sombreamento artificial nas condições microclimáticas na cultura da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 24, n. 7, p. 857-863, 1989.
- PEREIRA, C. R. **Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais**. 2002. 282 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- QUINTINO, A. da C. **Índices de crescimento e componentes da produção do milho e soja em sistema agrossilvipastoris**. 2015. 111 f. Tese (Doutorado em Agricultura Tropical) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá.
- SCHÖFFEL, E. R.; VOLPE, C. A. Eficiência de conversão da radiação fotossinteticamente ativa interceptada pela soja para produção de fitomassa. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 241-249, 2001.
- SHIBLES, R. M.; WEBER, C. R. Leaf area, solar radiation interception, and dry matter production by various soybean planting patterns. **Crop Science**, v. 5, n. 6, p. 575-577, 1965.