

ESTIMATIVA DA ÁREA DE FOLÍOLOS DE SOJA UTILIZANDO O SOFTWARE IMAGEJ

**BRUNA D. PIMENTA¹, ADROALDO D. ROBAINA², MARCIA X. PEITER³,
RICARDO B. ROSSO⁴, MARCOS V. LOREGIAN⁵**

¹ Eng^a Agrônoma. Mestranda em Engenharia Agrícola, Depto. de Engenharia Rural, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM/ Santa Maria, RS, Fone (055) 32209663, bruhpimenta@hotmail.com.

² Eng^o Agrônomo. Prof. Doutor, Dpto. Engenharia Rural, UFSM/ Santa Maria, RS.

³ Eng^a Agrônoma. Prof^a. Doutora Dpto. Engenharia Rural, UFSM/ Santa Maria, RS.

⁴ Eng^o Agrônomo. Doutorando em Engenharia Agrícola, Dpto. Engenharia Rural, UFSM/ Santa Maria, RS

⁵ Graduando em Agronomia na Universidade Federal de Santa Maria, UFSM/ Santa Maria, RS.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de julho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO: O índice de área foliar é um importante parâmetro na análise do crescimento vegetal. Este trabalho teve como objetivo comparar a estimativa da área de folíolos de soja (*Glycine max*) utilizando o software ImageJ e o integrador de área foliar. O experimento foi realizado na Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Para a estimativa da área foliar, foram utilizadas 159 folíolos de soja coletados aleatoriamente e em várias posições do dossel. As imagens usadas no software ImageJ foram captadas através de uma câmera fotográfica de 12 megapixel, e posteriormente analisadas no integrador de área foliar CID Bio-Science, modelo CI 203. Para a análise dos dados foi utilizado o índice de concordância de Willmott (1981), (iw), o coeficiente de correlação (r), proposto por Schneider (1998) e o índice de desempenho (id) proposto por Camargo e Sentelhas (1997). Os resultados mostram que o método ImageJ, apresentou um id = 0,999435, que é classificado como “Ótimo”. Diante disso, podemos concluir que o software ImageJ pode ser uma alternativa para a estimativa de área foliar em substituição ao integrador de área foliar.

PALAVRAS-CHAVE: área foliar, integrador de área foliar, índice de desempenho.

ESTIMATE OF SOYBEAN USING LEAFLETS AREA THE IMAGEJ SOFTWARE

ABSTRACT: The leaf area index is an important parameter in the analysis of plant growth. This study aimed to compare the estimated leaflets area of soybeans (*Glycine max*) using the ImageJ software and leaf area integrator. The experiment was conducted at the Federal University of Santa Maria, Santa Maria, RS. To estimate the leaf area, they were used 159 soybean leaflets collected at random and at various positions of the canopy. The images used in ImageJ software were captured by a camera of 12 megapixel, and then analyzed the leaf area integrator CID Bio-Science, model IC 203. For data analysis we used the concordance index of Willmott (1981), (iw), the correlation coefficient (r) proposed by Schneider (1998) and performance index (id) proposed by Camargo and Sentelhas (1997). The results show that the ImageJ method presented a id = 0.999435, which is classified as "Great". Thus, we can conclude that the ImageJ software can be an alternative to estimate leaf area to replace the leaf area integrator.

KEYWORDS: leaf area, leaf area integrator, performance index.

INTRODUÇÃO: O índice de área foliar (IAF) é a relação entre a área foliar e a área do terreno ocupada pela cultura, sendo considerado um parâmetro indicativo de produtividade (FAVARIN et al., 2002). É uma medida necessária para a maioria dos estudos agrônomicos e fisiológicos envolvendo crescimento vegetal (BLANCO e FOLEGATTI, 2003) e na avaliação de várias práticas culturais (TAVARES JÚNIOR et al., 2002). Existem na literatura vários métodos de determinação de área foliar, entre eles o método pelo software ImageJ e o método pelo equipamento integrador de área foliar. Os integradores de área foliar são aparelhos precisos, não fabricados no Brasil e, por isso, são caros e de difícil manutenção. Além disso, alguns equipamentos têm dimensões que limitam a leitura em folhas grandes (GODOY et al., 2007). O software ImageJ, que é capaz de processar a imagem e calcular a área desejada, é disponível gratuitamente para qualquer usuário, sendo prático e de fácil utilização comparado com demais métodos. O objetivo desse trabalho foi comparar a estimativa da área foliar de folíolos de soja utilizando o software ImageJ e o integrador de área foliar.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, na safra 2015/2016. Utilizou-se 159 folíolos de soja coletados aleatoriamente e em várias posições do dossel. As plantas estavam em estágio vegetativo, cerca de 45 dias após a emergência, com bom desenvolvimento, em decorrência da nutrição mineral e do controle fitossanitário adequados. Foi avaliado dois métodos de determinação de área foliar: imagem digital (Figura 1) e posterior uso no software ImageJ e uso do equipamento integrador de área foliar CID Bio-Science, modelo CI 203. As imagens usadas no software ImageJ foram captadas através de uma câmera fotográfica de 12 megapixel. Os folíolos foram passados pelo aparelho, um a um, em ordem numérica, e os valores de AF retornados, anotados em uma tabela.



Figura 1 – Folíolos de soja captados através de câmera fotográfica.

Após, os valores do índice de área foliar obtido através dos métodos utilizados foram comparados. A exatidão, relacionada ao afastamento dos valores estimados em relação aos observados, foi determinada pelo índice de WILLMOTT (1981). Seus valores variam de zero, para nenhuma concordância, a um, para a concordância perfeita. O índice de concordância fornece o grau de exatidão entre as variáveis envolvidas. Com o conjunto de dados foi determinado o índice de concordância de Willmott, calculado por:

$$I_w = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (E_i - O_i)^2}{\sum_{i=1}^n (|E_i - E| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (1)$$

Em que: E_i é o valor da observação estimada, O_i é o valor da observação medida, E a média dos valores da observação estimada e O é a média da observação medida. O coeficiente de correlação (r) permite quantificar o grau de associação entre as duas variáveis envolvidas na análise (SCHNEIDER et al., 2009), podendo ser estimado por:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (E_i - E) (O_i - O)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (E_i - E)^2 \sum_{i=1}^n (O_i - O)^2}} \quad (2)$$

Em que: E_i são os valores estimados, O_i os valores observados, E a média dos valores estimados e O a média dos valores observados. O grau de associação, representada pelo valor de r , pode ser diretamente proporcional (valores positivos), inversamente proporcional (valores negativos) ou nenhuma associação (zero). O campo de variação do coeficiente de correlação é de -1 a 1 e quanto maior o seu valor absoluto maior o grau de associação entre as variáveis envolvidas (variável dependente e independente). A avaliação do desempenho das vazões foi feita pelo índice de desempenho (I_d), proposto por CAMARGO & SENTELHAS (1997) cujo valor é o produto do coeficiente de correlação e o índice de concordância. Os mesmos autores propuseram um critério de interpretação do índice de desempenho e das respectivas classes de desempenho que é classificado em: Ótimo, Muito Bom, Bom, Mediano, Sofrível, Mau e Péssimo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Pode-se verificar que a comparação entre os valores de área foliar obtidos pelos dois métodos apresentou elevada concordância ($I_w = 0,99984$), elevado grau de correlação ($r = 0,99959$), elevado índice de desempenho ($I_d = 0,999435$), o que correspondeu o seu enquadramento, segundo CAMARGO & SENTELHAS, 1997, na classe de desempenho “Ótimo”. Pela elevada exatidão entre os métodos analisados, pode ser utilizado o software ImageJ em substituição do aparelho integrador de área foliar. De acordo com TAVARES JÚNIOR et al. (2002), em cafeeiro, o processamento de imagens digitais é considerado adequado e exato para a estimação da área foliar em substituição ao integrador de área foliar. Segundo ADAMI et al. (2008), o método de fotos digitais pode substituir o integrador de área foliar, em folíolos íntegros e danificados de soja, com vantagens de custo inferior e acurácia similar, sem a dependência de um método de calibração.

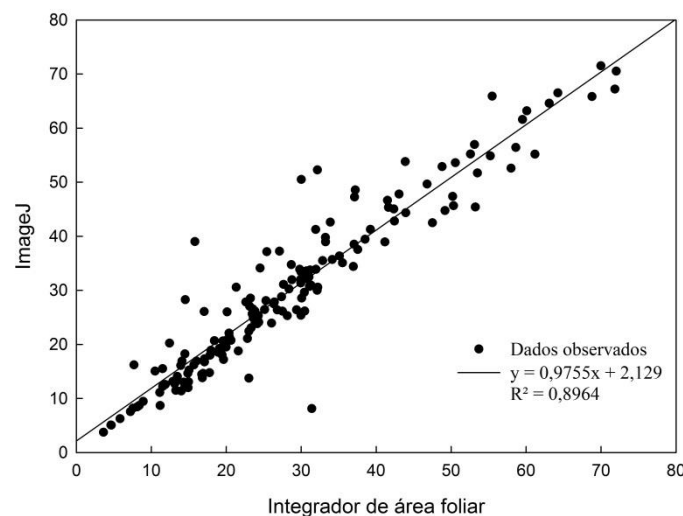


Figura 2 – Comparação entre a área de folíolos de soja determinada pelos métodos de imagem digital e aparelho integrador de área foliar.

Foi feita a regressão linear, $y = a + bx$ entre os valores de área foliar medidos através do software ImageJ (Y) e os valores medidos com o aparelho integrador de área foliar (X), com a finalidade de se obter o coeficiente linear “a”, o coeficiente angular “b” e o coeficiente de determinação r^2 . Uma análise visual da Figura 2 permite observar que a distribuição dos pontos em torno da reta de regressão dos valores de área foliar obtida pelos dois métodos apresenta um comportamento similar, isto é, forte aderência à reta de regressão. Pode-se ver que a análise de regressão forneceu um valor para o coeficiente angular igual a 0,9755 (valor bem próximo de 1) e um elevado coeficiente de correlação (R^2 de 0,8964), o que confirma a forte aderência ou menor dispersão dos pontos em relação à reta de regressão.

CONCLUSÕES:

Para medição do índice de área foliar em folíolos de soja, o uso do software ImageJ pode ser utilizado com elevada exatidão, baixo custo e facilidade de obtenção quando comparado com o aparelho integrador de área foliar.

REFERÊNCIAS:

- ADAMI, M.; HASTENREITER, F.A.; FLUMIGNAN, D.L.; FARIA, R.T. Estimativa de área de folíolos de soja usando imagens digitais e dimensões foliares. **Bragantia**, v.67, p.1053-1058, 2008.
- BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. A new method for estimating the leaf area index of cucumber and tomato plants. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.21, n.4, p.666-669, outubro/dezembro, 2003.
- CAMARGO, A.P.; SENTELHAS, P.C. Avaliação do desempenho de diferentes métodos de estimativa da evapotranspiração potencial no estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.5, n.1, p.89-97. 1997.
- FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; GARCÍA, A.G.; VILLA NOVA, N.A.; FAVARIN, M.G.G.V. Equações para a estimativa do índice de área foliar do cafeeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, n.6, p.769-773, 2002.
- GODOY, L. J. G.; YANAGIWARA, R. S.; VILLAS BÔAS, R. V.; BACKES, C.; LIMA, C. P. Análise da imagem digital para estimativa da área foliar em plantas de laranja "Pêra". **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n .3, 2007.
- SCHNEIDER, P. R.; SCHNEIDER, P. S. P.; SOUZA, C. A. M. **Análise de regressão aplicada à Engenharia Florestal**. Santa Maria, Universidade Federal de Santa Maria, 2009, 294p.
- TAVARES-JÚNIOR, J.E.; FAVARIN, J.L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A.H.N.; FAZUOLI, L.C.; BERNARDES, M.S. Análise comparativa de métodos de estimativa de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, Campinas, v.61, n.2, p.199-203, 2002.
- WILLMOTT, C. J. On the validation of models, **Physical Geography**, v.2, n.2, 184-194. 1981.