

ESTIMATIVA DE ÁREA FOLIAR DE BERINJELA A PARTIR DA MASSA DO LIMBO FOLIAR

**ÁLVARO HENRIQUE CÂNDIDO DE SOUZA¹, ROBERTO REZENDE², MARCELO
ZOLIN LORENZONI³, JHONATAN MONTEIRO DE OLIVEIRA⁴, FERNANDO
ANDRÉ SILVA SANTOS⁴**

¹ Engenheiro Agrícola, Mestrando em Agronomia, DAG - Departamento de Agronomia, PGA - Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEM - Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, (44) 9894-4272, alvarohcs@hotmail.com

² Engenheiro Agrícola, Professor Doutor, DAG/UEM, Maringá-PR

³ Engenheiro Agrícola, Mestrando em Agronomia, DAG/PGA/UEM, Maringá-PR

⁴ Engenheiro Agrônomo, Doutorando em Agronomia, DAG/PGA/UEM, Maringá-PR

Apresentado no

XLIV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2015
13 a 17 de setembro de 2015- São Pedro – SP, Brasil

RESUMO: A medida de área foliar é importante para avaliar crescimento e desenvolvimento de um vegetal. O objetivo deste trabalho foi propor um modelo matemático para estimar a área do limbo foliar de berinjela por meio da massa verde e seca do limbo foliar para diferentes dias após o transplante. As mudas foram semeadas em outubro de 2014 e foram cultivadas até janeiro de 2015, com coleta das folhas para mensuração de massa e medida aos 26, 41, 61 e 82 dias após o transplante. A área foliar foi quantificada pelo software Quant v.1.0.2. e suas dimensões lineares foram medidas com um paquímetro digital. Correlacionaram-se a massa verde e massa seca do limbo foliar com a área do foliar do limbo. Houve variação do conteúdo relativo de água nas folhas durante a condução da cultura necessitando de um modelo de estimativa de área foliar para diferentes dias após o transplante. Dentre as regressões analisadas o modelo linear que utiliza o valor de massa verde foi escolhido por apresentar um R^2 de 0,9913 e um índice de confiança de 0,9934.

PALAVRAS-CHAVE: Área foliar, Modelagem, Solanum melongena L.

LEAF AREA ESTIMATION EGGPLANT FROM THE MASS OF THE LEAF BLADE

ABSTRACT: The leaf area measurement is important to assess growth and development of a plant. The objective of this study was to propose a mathematical model to estimate the area of the leaf blade of eggplant through the fresh and dry mass of the leaf blade for different days after transplantation. The seedlings were planted in October 2014 and were grown to January 2015, with the collection of leaves for mass measurement and measured at 26, 41, 61 and 82 days after transplantation. Leaf area was quantified by the Quant software v.1.0.2. and their linear dimensions were measured with a digital caliper. Correlated the green and dry weight of the leaf blade with the blade of the leaf area. There was variation in the relative water content in leaves during the conveyance of crop leaf area requiring an estimation model for different days after transplantation. Among the regressions analyzed the linear model using the green mass value was chosen because it has an R^2 of 0.9913 and 0.9934 confidence index.

KEYWORDS: Leaf area, Modeling, Solanum melongena L.

INTRODUÇÃO: A berinjela é uma hortaliça da família das solanáceas, assim como o tomate, batata, pimentão, dentre outras de menor importância econômica. Por reduzir o colesterol e o risco de doenças cardíacas, que hoje é responsável por mais de 10% da causa de morte no mundo, a berinjela possui grande potencial futuro. A área foliar de uma cultura interfere na interceptação da radiação solar e na troca de água e energia entre a folha e a atmosfera, por este motivo é uma variável importante quando se pretende avaliar o crescimento, desenvolvimento e possível produtividade de uma cultura (TAIZ e ZEIGER, 2013). Para a correta determinação da área foliar (AF) das plantas existem métodos diretos e indiretos, que são destrutivos e não destrutivos, respectivamente. Os métodos destrutivos não permitem o acompanhamento da evolução da AF durante o desenvolvimento da cultura, uma vez que a amostra é perdida. Métodos não destrutivos como a determinação da área foliar a partir das dimensões foliares (comprimento e/ou largura máxima do limbo foliar), já foram realizados para a berinjela (Hinnah et al., 2014), nabo (Cargnelutti Filho et al., 2012), meloeiro (Nascimento et al., 2002) dentre outras. Considerando a área foliar uma importante medida na avaliação do crescimento vegetal, o objetivo deste trabalho foi obter modelos de estimativa de área foliar da berinjela a partir das medidas indiretas e não destrutivas de comprimento e largura do limbo foliar.

MATERIAL E MÉTODOS: O experimento foi realizado no período de setembro de 2014 a janeiro de 2015 em estufa plástica situada no Centro Técnico de Irrigação (CTI) do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Maringá, Paraná, 23°25' latitude sul e 51°57' longitude oeste de Greenwich a 542 m de altitude média. O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfa Mesotérmico Úmido, caracterizado por chuvas abundantes no verão e invernos secos. As médias de precipitação pluviométrica anual chegam a 1500 mm. As médias das temperaturas mínimas e das máximas são 10,3°C e 33,6°C, respectivamente. A temperatura média anual é de 21,8°C e a média anual da umidade relativa do ar é igual a 66%. Cada planta foi cultivada em vasos plásticos de 18 L. O solo utilizado é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico de textura arenosa. Fez-se a calagem 30 dias antes do transplante de mudas e a adubação de plantio foi realizada 20 dias após a calagem, conforme a análise de solo. A semeadura foi realizada em bandejas de plástico, no dia 18 de setembro de 2014. O transplante das mudas de berinjela (cv. Ciça) ocorreu em 30 de outubro de 2014, quando apresentavam 4 folhas definitivas, sendo cultivadas no espaçamento de 0,8 m entre plantas e 1,2 m entre fileiras. O controle de pragas e doenças foi realizado quando necessário. A irrigação foi realizada por meio de tubos gotejadores com vazão de 4,0 L h⁻¹. O manejo de irrigação foi realizado pelo método gravimétrico, com auxílio de uma balança com capacidade de 50 kg e 2 g de precisão, para isto fez-se necessário determinar com o auxílio de tensiômetros, o peso do vaso a 5 kPa (Umidade na capacidade de campo) e a 15 kPa (Umidade crítica recomendada para a cultura da berinjela). A desbrota foi realizada nos brotos abaixo da primeira flor. As plantas foram tutoradas por estacas de bambu. Foram tomadas amostras de folhas das plantas em quatro datas ao longo do ciclo da cultura, sendo a primeira coleta aos 26 dias após o transplante (DAT), seguida de amostragens aos 41, 61 e 82 DAT. Após a coleta das folhas das plantas, procedeu-se imediatamente a pesagem para medir a massa verde da folha e em seguida as folhas foram secas em estufa à 60°C por 72 horas. Para determinação da área foliar de cada folha, foi realizada a calibração de um scanner da impressora HP Photosmart modelo C4280 com o software Quant v.1.0.2. Foram digitalizadas algumas figuras com áreas já conhecidas pelo scanner e a área foi calculada pelo software, as áreas foram confrontadas e apresentaram um coeficiente de determinação de 99% ($R^2 = 0,90$), a uma significância estatística de $p > 0,05$, o que possibilitou a utilização do scanner e do software para mensuração da área foliar dos limbos foliares. Foram utilizadas 294 folhas no total, para a estimação dos parâmetros e validação dos modelos. Foram obtidos modelos lineares, quadráticos, potenciais, logarítmicos e exponenciais. Para validar as equações foram utilizados alguns índices: precisão (r), exatidão (d) e de confiança (c), onde a precisão é a dispersão dos valores em torno da média e é dado pelo coeficiente de determinação (r^2) que indica o grau de dispersão dos dados obtidos, ou seja, o erro aleatório. Porém o r^2 pode indicar alta precisão da

estimativa, embora possua a possibilidade de apresentar vício de origem, com grande erro sistemático, podendo resultar em informação precisamente errada. A exatidão (concordância) pode ser avaliada graficamente pelo afastamento dos pontos cotados no gráfico de regressão em relação à reta de valores iguais, 1:1. Para quantificar matematicamente essa aproximação, foi desenvolvido por Willmott (ROBINSON & HUBBARD, 1990). Seus valores variam de 0,0 para nenhuma concordância e, 1,0 para concordância perfeita entre eles. O modelo da equação de exatidão é apresentado na equação 1.

$$d = 1 - \left[\frac{\sum(P_i - O_i)^2}{\sum(|P_i - O| + |O_i - O|)^2} \right] \quad (1)$$

Em que,

d = coeficiente de concordância ou exatidão;

P_i = valores previstos ou estimados;

O_i = valores observados;

O = média dos valores observados.

Para reunir as indicações do coeficiente de precisão (r) e de exatidão (d) foi proposto um índice de confiança (c), o qual corresponde o produto: c = r x d, em que c = 1 significa confiança perfeita e c = 0, confiança nula.

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

Dentre os modelos avaliados para estimativa de área foliar a partir da massa fresca ou massa seca o modelo linear apresentou maior índice de confiança quando utilizado a massa seca. Na Figura 1 são apresentadas as regressões lineares para cada período de amostragem avaliado. Os índices foram calculados para todos os períodos e apresentaram alta confiabilidade, onde por todo o período a confiança do modelo foi maior que 0,99, considerando que 1 é o índice máximo de confiança.

TABELA 1. Índice de validação para diferentes dias amostrados. d=exatidão, r=precisão e c=confiança.

DAT	Índice de validação			
	d	r	r ²	c
26	0,998	0,996	0,992	0,994
41	0,998	0,997	0,994	0,995
61	0,999	0,993	0,987	0,992
82	0,997	0,995	0,990	0,992

Como o índice de confiança foi o maior para a regressão linear, somente este foi apresentado, pois ele é o mais simples para o uso. Os índices de exatidão e precisão para a regressão linear também alcançou valores altos, considerados ótimos.

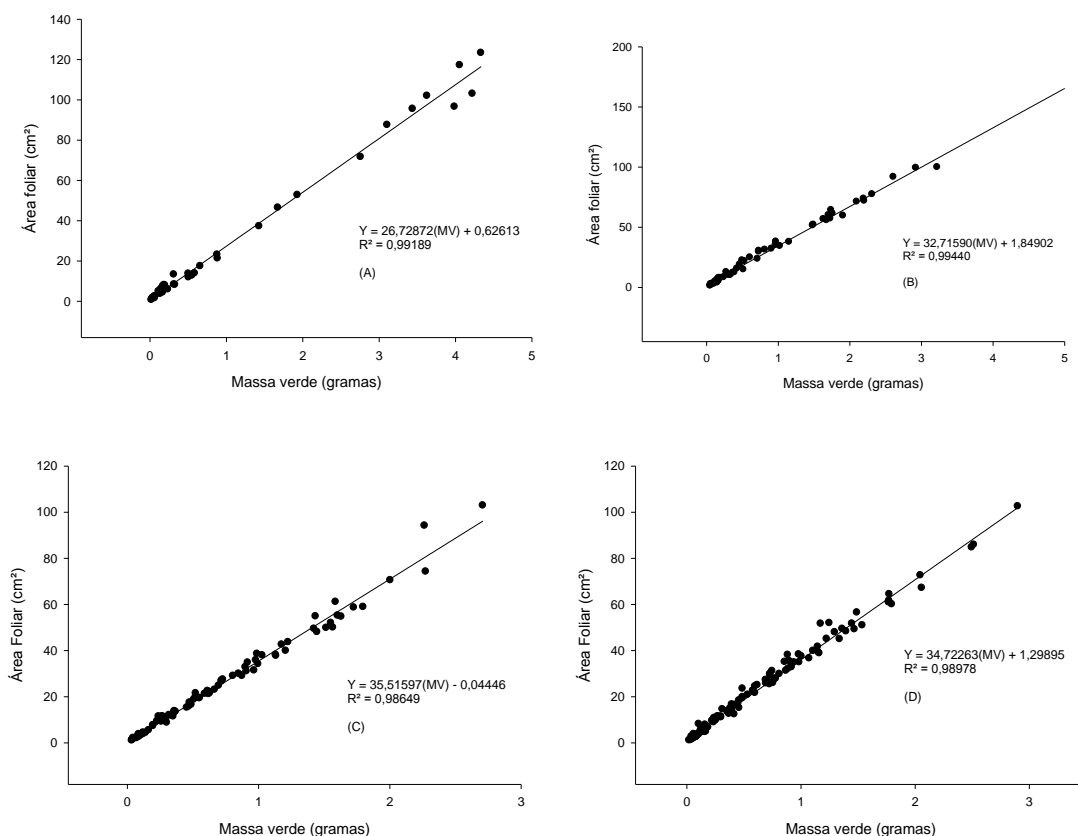


FIGURA 1. Regressão para estimar a área foliar a partir da massa fresca da folha. A = 26 DAT, B = 41 DAT, C = 61 DAT e D = 82 DAT.

CONCLUSÕES:

Os modelos de estimativa de área foliar da berinjela permitem a determinação da área foliar a partir da pesagem das folhas com precisão. Esta estimativa se torna mais precisa a partir do uso de equações para períodos diferentes, onde acontece a lignificação do vegetal, mudando a relação peso por área foliar.

REFERÊNCIAS:

- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013. 820p.
- NASCIMENTO, I. B.; FARIAS, C. H. A.; SILVA, M. C. C.; MEDEIROS, J. F.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; NEGREIROS, M. Z. Estimativa da área foliar do meloeiro. Horticultura Brasileira, v. 20, p. 55-58, 2002.
- HINNAH, F. D.; HELDWEIN, A. B.; MALDANER, I. C.; LOOSE, L. H.; PITOL LUCAS, D. D.; BORTOLUZZI, M. P. Estimativa da área foliar da berinjela em função das dimensões foliares. Bragantia, v. 73, n. 3, 2014.
- CARGNELUTTI FILHO, A.; TOEBE, M.; BURIN, C.; FICK, A.L.; CASAROTTO, G. Estimativa da área foliar de nabo forrageiro em função de dimensões foliares. Bragantia, v.71, p.47-51, 2012.
- ROBINSON, J.M.; HUBBARD, K.G. Soil water assessment model for several crops in the High Plains. *Agronomy Journal*, Madison, v.82,p.1141-1148, 1990.