

## COMUNICAÇÕES

# MODELOS PARA ESTIMAR A ÁREA FOLIAR DE ABÓBORA POR MEIO DE MEDIDAS LINEARES<sup>1</sup>

Natan Fontoura da Silva<sup>2</sup>  
Francisco Affonso Ferreira<sup>3</sup>  
Paulo Cezar Rezende Fontes<sup>3</sup>  
Antônio Américo Cardoso<sup>3</sup>

Métodos não-destrutivos para estimar a área foliar, rápidos, fáceis de serem executados e que apresentem graus aceitáveis de precisão são úteis para estudar o crescimento das plantas nas condições de campo. Adicionalmente, permitem repetidas amostragens nas mesmas plantas durante o seu crescimento, reduzindo o erro experimental associado com procedimentos de amostragens destrutivas.

Modelos matemáticos para predição da área foliar de abóbora, baseados em medidas lineares, são mencionados na literatura por ROBBINS e PHARR (2), e NeSMITH (1), mas, em função de diferenças inerentes às condições ambientais e de cultivares, nem sempre são apropriados em nossas condições. NeSMITH (1), trabalhando com *Cucurbita pepo*, encontrou um modelo baseado apenas na largura foliar, que apresentava um coeficiente de ajuste ( $R^2$ ) bem próximo daquele encontrado para o modelo que levava em conta tanto a largura como o comprimento foliar.

---

<sup>1</sup> Aceito para publicação em 14.10.1997.

<sup>2</sup> Escola de Agronomia - UFG, Cx. Postal, 131, 74001-970 Goiânia-GO.

<sup>3</sup> Dep. de Fitotecnia - UFV, 36571-000 Viçosa-MG.

O objetivo deste trabalho foi estabelecer modelos matemáticos baseados em medidas lineares que permitissem estimar a área foliar da planta de abóbora do cultivar Tetsukabuto em condições de casa de vegetação e no campo.

Para tanto, plantas foram cultivadas em estufa coberta com plástico e no campo. Na estufa foram utilizados vasos de plástico preenchidos com 10L de substrato preparado com amostras superficiais (0 - 20 cm) de um solo Podzólico Vermelho-Amarelo Câmbico fase terraço, coletadas na Fazenda Experimental da EPAMIG, localizada na rodovia Ponte Nova-Oratório (MG). Essas amostras foram adubadas com 300 de P, 100 de N, 150 de K, 40 de S, 117 de Ca, 28 de Mg, 1 de B, 1 de Cu, 2 de Zn e 0,2 de Mo, expressos em mg, além de 50 g (peso da matéria seca) de composto de resíduo de suínos e bagaço de cana. Os nutrientes minerais foram aplicados na forma de sais puros para análise, dissolvidos em 500 ml de água e aplicados por vaso.

A semeadura foi feita diretamente no substrato contido nos vasos, espaçados de 1,00 m x 0,80 m, com quatro sementes por vaso, em profundidade de 2 cm aproximadamente. As plantas foram desbastadas, deixando-se duas por vaso no 7<sup>o</sup> dia e uma no 10<sup>o</sup> dia após a semeadura. As irrigações foram feitas sempre que necessárias. O excesso de água colocada nos vasos era retido numa bandeja sob os vasos e funcionava como uma reserva para as plantas, principalmente na fase final do experimento, quando o consumo de água foi maior. À medida que as plantas cresciam, as suas ramas eram amarradas a um tutor simples colocado ao lado de cada vaso.

Além da adubação no preparo do substrato, foram feitas duas adubações de cobertura com uréia, aplicando-se 500 mg de N no 15<sup>o</sup> dia e 800 mg no 25<sup>o</sup> dia após a semeadura.

Após 36 dias, foram coletadas todas as folhas da rama principal de 12 plantas, para serem medidas, em laboratório, no mesmo dia.

No cultivo a céu aberto, realizado na Fazenda Experimental da EPAMIG, a semeadura foi feita diretamente no local definitivo, em covas de 0,40 x 0,40 x 0,30 m, espaçadas de 2 x 3m e adubadas com 423 g de 4-14-8 e 1.800 g de composto (base matéria seca). A adubação de cobertura constou da aplicação de 6 g de uréia em cada cova, no 23<sup>o</sup> dia, e 12 g, no 35<sup>o</sup> dia após a semeadura. As plantas foram irrigadas por aspersão. As coletas das folhas para a tomada de dados foram assim feitas: a primeira no 34<sup>o</sup> dia e a segunda no 76<sup>o</sup> dia após a semeadura, coletando-se 54 folhas em cinco plantas na primeira e 157 folhas em quatro plantas na segunda.

As medidas do comprimento (C) e da largura (L) da folha foram obtidas por meio de régua graduada em milímetros, medindo-se a maior

largura do limbo e o comprimento tomado do ápice até a junção do limbo com o pecíolo, conforme usado por ROBBINS e PHARR (2). As mesmas folhas medidas tiveram suas áreas foliares (A) avaliadas com medidor de área foliar modelo Li-Cor LI-3100.

Em ambos os ambientes de cultivo, valor de área foliar como variável dependente e comprimento e, ou, largura como independentes foram associados por regressão, testando-se os modelos linear, exponencial, quadrático, raiz quadrático, cúbico e cúbico base raiz quadrada. O melhor modelo para estimar a área foliar foi escolhido levando-se em conta a significância do efeito da regressão a 5%, o coeficiente de ajuste ( $R^2$ ) e a facilidade de obter os valores da variável independente.

O teste de  $\chi^2$  foi utilizado para comparar as estimativas obtidas com os modelos encontrados neste trabalho e em anteriores, em relação à estimativa esperada (área medida).

Por causa das condições favoráveis na estufa, obtiveram-se quase 100% de emergência no 4<sup>o</sup> dia após a semeadura; o crescimento das plantas foi rápido e, aos 36 dias da semeadura, algumas iniciaram o florescimento.

Os modelos obtidos para a estimativa da área foliar de plantas crescendo em condições de ambiente protegido e de cultivo a céu aberto encontram-se no Quadro 1. O primeiro modelo foi julgado apropriado para estimar a área foliar das plantas cultivadas em estufa, sendo adotado nos trabalhos posteriores desenvolvidos nessa condição. Esse modelo, que se baseia na medida da largura da folha, apresentou  $R^2$  (0,99) ligeiramente mais alto que o segundo, baseado no comprimento foliar, concordando com o encontrado por NeSMITH (1). O terceiro, apesar de ter  $R^2$  mais alto, acarreta o dobro do tempo na tomada dos dados, pois necessita de duas medidas em vez de uma, como no primeiro e no segundo modelos.

O quarto modelo (Quadro 1) foi obtido de dados de plantas crescidas no campo, medindo-se apenas a largura foliar.

O teste de  $\chi^2$  mostrou que os modelos de ROBBINS e PHARR (2) e de NeSMITH (1) não foram adequados para estimar a área foliar das plantas cultivadas na estufa ou no campo, devido, principalmente, a diferenças de formatos de folha entre a Tetsukabuto e as plantas utilizadas por esses autores. Esse teste mostrou, também, que o primeiro modelo (cultivo protegido) não foi preciso na estimativa da área foliar das plantas cultivadas no campo, bem como o quarto modelo (cultivo a céu aberto) na estimativa da área foliar das plantas cultivadas na estufa. Essa perda de precisão deveu-se às diferenças de crescimento foliar obtidas nos dois ambientes.

**QUADRO 1** - Modelos e coeficientes de determinação ( $R^2$ ) das regressões entre a área foliar (A), em  $\text{cm}^2$ , e as medidas, em cm, da largura (L) e do comprimento (C) de folhas definitivas de abóbora cultivadas em condições protegida e a céu aberto

Modelo obtido	$R^2$
<b>a) No cultivo protegido</b>	
1º) Usando somente a largura foliar	
$\hat{A} = -83,63 - 51,112 * L + 111,378\sqrt{L} + 9,8047 ** L^{1,5}$	0,99
2º) Usando somente o comprimento foliar	
$\hat{Y} = 62,56 - 18,668 ** C + 2,7048 ** C^2 - 0,034 ** C^3$	0,98
3º) Usando a largura e o comprimento foliar	
$\hat{A} = 10,81 - 6,379 ** C + 3,328 ** L + 0,949 ** CL$	0,99
<b>b) No cultivo a céu aberto</b>	
4º) Usando somente a largura foliar	
$\hat{A} = 3,85 - 1,272L + 0,7756 ** L^2$	0,99
*, ** Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t.	

O modelo obtido no cultivo a céu aberto, pelo teste de  $\chi^2$ , mostrou-se adequado para estimar a área foliar das plantas na amostragem feita aos 34 dias e, ou, aos 76 dias, indicando que o formato da folha foi praticamente o mesmo nas duas épocas de amostragem.

Concluiu-se que: a) o modelo raiz cúbica, baseado na maior largura foliar, apesar de não ter o mais alto  $R^2$ , mas necessitando de somente uma medida linear, foi considerado adequado para estimar a área foliar de plantas de abóbora cultivadas em de estufa; b) para as plantas cultivadas a céu aberto, estudaram-se apenas modelos baseados na largura foliar, tendo o modelo quadrático estimado com boa precisão a área foliar das plantas; c) o modelo encontrado para estimar a área foliar das plantas cultivadas em um ambiente (estufa ou céu aberto) não foi adequado para as plantas do outro ambiente.

## SUMMARY

### (MODELS TO ESTIMATE THE LEAF AREA OF SQUASH BY LINEAR MEASUREMENTS)

Hybrid squash plants cv. Tetsukabuto were cultivated under greenhouse conditions (in Viçosa, MG) and field conditions (in Ponte Nova, MG) in order to develop mathematical models based on linear measurements which allow the estimation of leaf areas. Under greenhouse conditions, 205 leaves of 12 plants were evaluated, 36 days after sowing. In the field, the first evaluation was done at the 34<sup>th</sup> day and the second one at the 76<sup>th</sup> day after sowing, gathering 54 leaves of 5 plants and 157 leaves of 4 plants, respectively. Linear measurements were taken of the largest breadth of the leaf blade and the length from the apex to the junction of the leaf blade with the petiole. The area for each leaf was measured using a LICOR LI-3100 area meter. Because of the adjustment coefficient ( $R^2$ ) and ease of measuring, two models were chosen, for the greenhouse condition ( $\hat{A} = -83.63 + 111.378\sqrt{L} - 51.112 * L + 9.8047 ** L^{1.5}$ ) and for the field condition ( $\hat{A} = 3.85 - 1.272L + 0.7756 ** L^2$ ).

## LITERATURA CITADA

1. NeSMITH, D.S. Estimating summer squash leaf area nondestructively. *HortScience*, 27 : 77, 1992.
2. ROBBINS, N.S. & PHARR, D.M. Leaf area prediction models for cucumber from linear measurements. *HortScience*, 22 :1264-1266, 1987.