

Modelo para determinação da área foliar de *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln

Model for leaf area determination in *Kalanchoe blossfeldiana* Poelln

Marcia Xavier Peiter¹ Adroaldo Dias Robaina² Ana Rita Costenaro Parizi³

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo a verificação de um procedimento matemático que permita a descrição do crescimento foliar de *Kalanchoe* (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) e possa prever a sua área foliar fotossinteticamente ativa a partir de medidas não destrutivas de folhas. As mudas de *Kalanchoe* Cv. "Gold Jewel" foram cultivadas para o procedimento experimental em vasos irrigados com doses recomendadas para a cultura. Semanalmente, foram retirados três vasos da estufa e as plantas tiveram suas folhas cortadas, identificadas e submetidas a tomadas de medidas de sua posição na planta, do máximo comprimento longitudinal e do máximo comprimento transversal. Foram realizadas um total de nove coletas semanais, desde 04/04/2003 até o início da floração. Em cada coleta, três plantas eram amostradas e a área foliar calculada com a utilização do método de Gauss (GARCIA & PIEDADE, 1944) implementado em Visual Basic especificamente para este objetivo. Foram amostradas um total de 979 folhas e a verificação da possibilidade de uso de um fator de correção médio (FCM) para o cálculo da área de uma folha, independentemente de sua posição na planta ou fase do ciclo de crescimento, foi averiguada por análise de regressão entre os valores obtidos pelo método padrão (Gauss) e os valores estimados pelo método do FCM. Os resultados experimentais indicam que o valor $FCM=1,1134$ pode ser utilizado para estimar a área foliar pela multiplicação pelos valores de comprimento e largura de folha em qualquer fase do cultivo e sem qualquer posição da folha na planta.

Palavras-chave: método não destrutivo, fator de correção, amostragem de folhas.

ABSTRACT

This research was aimed at verifying a mathematical procedure that allows the description of leaf of *Kalanchoe* (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) and the

estimation of its photosynthetically active leaf area starting from a non destructive leaf determination. Seedlings of *Kalanchoe* cv Gold Jewel were cultivated in irrigated vases with recommended doses for the culture. Three vases were removed weekly from the greenhouse and the plants had their leaves cut, identified and submitted to measures in plant position, longitudinal and transverse length. A total of nine data collection was carried out weekly since 04/04/2003 until blossom. Three plants were sampled weekly and leaf area were calculated using Gauss method (GARCIA & PIEDADE, 1944) implemented in Visual Basic specifically for this purpose. A total of 979 leaves were sampled and the verification of the possibility of using a medium correction factor (FCM) for leaf area independently of its position and growth cycle in the plant, was found out through regression analysis among the values obtained by the standard method (Gauss) and the estimated values for FCM method. The experimental results indicate that the value $FCM=1.1134$ can be used to estimate leaf area by multiplying length and width leaf values in any phase of the plant and any position of the leaf in the plant.

Key words: non destructive method, correction factor, sampling of leaves.

INTRODUÇÃO

A introdução e o fomento à floricultura em uma região pode trazer vantagens diretas e indiretas, dentre as quais pode-se citar a diversificação da propriedade rural, a maximização do aproveitamento da mão-de-obra familiar, o incentivo à conservação do agricultor no campo e o aumento da renda, da qualidade de vida e do número de posições de trabalho na cadeia do agronegócio local.

¹Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e Missões, Campus de Santiago. Avenida Batista Bonotto Sobrinho, s/n, 97700-000, Bairro São Vicente, Santiago, RS, Brasil. E-mail: mpeiter@urisantiago.br. Autor para correspondência.

²Departamento de Engenharia Rural (DER), Centro de Ciências Rurais (CCR), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Avenida Roraima, n. 1000, 97105-900, Bairro Camobi, Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: robaina@smail.ufsm.br.

³Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (PPGEA), Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), Santa Maria, RS, Brasil. E-mail: anaparizi@mail.ufsm.br.

Na cidade de Santiago, RS, o *Kalanchoe* é uma das espécies de maior demanda, participando em 32% do total comercializado (PEITER, 2004). Este fato se deve, provavelmente, a seu baixo custo, resistência e efeito ornamental. Esta demanda, aliada à inexistência de produção desta espécie na região, implica a necessidade de compra deste produto de outras regiões e/ou de Estados produtores.

Deve-se considerar, quando existe a necessidade de introdução de novas espécies ou cultivares em uma região, a análise de seu crescimento e o seu comportamento quando submetida a diferentes condições de clima, solo e tratos culturais. Esta necessidade é ainda mais significativa quando se trata de espécies cujo investimento inicial para produção é relativamente alto, como é o caso de espécies ornamentais de vaso, tais como o *Kalanchoe*. KIYUNA et al. (2002) destacam que muitos fatores são limitantes à implementação e ao desenvolvimento da atividade de floricultura, e ainda citam a falta de disponibilidade de resultados de pesquisa adequados à cada região e de soluções adaptadas ao nível tecnológico dos produtores como duas das principais causas para a falha do empreendimento.

A utilização de modelos de simulação de crescimento na avaliação do desempenho de espécies de interesse comercial é uma prática crescente por parte de pesquisadores em virtude da economia de tempo, de mão-de-obra e de aporte financeiro. Isto porque, a partir do momento em que se determina um modelo devidamente calibrado para uma região, cultura e cultivar, a quantidade de ensaios experimentais é expressivamente reduzida.

A realização de uma adequada previsão de crescimento para as espécies vegetais sob distintas condições de clima e solo é diretamente relacionada à correta descrição matemática de seus processos morfofisiológicos. A maioria dos modelos de simulação de crescimento de culturas de interesse comercial utiliza a área foliar para prever quantitativamente a sua atividade fotossintética ao longo do ciclo vital (HOFFMAN et al., 1992).

Na literatura, existem diversas propostas de metodologias para se estimar a área foliar em espécies de interesse comercial (ROBAINA, 1992; BERTO, 1995; PEITER & CARLESSO, 1996). STICKLER (1961) apresentou uma proposta para cálculo de área foliar em espécies de gramíneas, que consiste em se estimar a área de uma folha (A) através da seguinte expressão: $A = 0,75 \cdot C \cdot L$, onde C é o comprimento máximo da folha desde seu ponto de inserção no colmo até sua ponta; L é a largura da folha, medida na posição de maior dimensão, e $0,75$ é o fator de correção de forma (FC)

que permite a estimativa da área em função das medidas C e L .

De acordo com STICKLER (1961), este fator de correção é estável para espécies como gramíneas cultivadas, independentemente do estágio de desenvolvimento da cultura ou da posição da folha na planta. Esta metodologia apresenta como principais vantagens a estimativa sem destruição de parte do vegetal, que é especialmente vantajoso em se tratando de plantas ornamentais e o seu baixo custo, uma vez que sua realização exige apenas de uma régua comum.

Diante disto, justifica-se a implementação de um procedimento matemático que permita a descrição do crescimento foliar de *Kalanchoe* e a estimativa da área foliar fotossinteticamente ativa a partir de medidas não destrutivas de folha.

MATERIAL E MÉTODOS

As mudas de *Kalanchoe* Cv. "Gold Jewel" foram produzidas por estaquia no mês de fevereiro de 2003, em estufa plástica localizada na Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – URI – Campus de Santiago. Foram cultivadas mudas em 40 vasos de dimensões comerciais (6cm de altura) para o procedimento experimental. Utilizou-se, no experimento, substrato comercial para floricultura (marca Biofertil), composto por casca de pinheiro, solo franco esterelizado e turfa. No substrato, foi feita a determinação da capacidade de vaso, que é a quantidade de água que o substrato reteve e é disponível à planta após cessar o processo de drenagem, com a parte superior do vaso coberta com lona plástica. As irrigações foram aplicadas de forma a manter 80% da capacidade de vaso, de acordo com recomendação de PARIZI et al. (2003).

Quando as plantas apresentaram uma altura média de 5cm, aproximadamente, iniciou-se o procedimento de coleta. Semanalmente foram retirados três vasos da estufa e as plantas tiveram suas folhas cortadas. As folhas, devidamente identificadas, foram submetidas a tomadas de medida de altura de planta e de comprimento máximo longitudinal e transversal de cada uma das folhas. As coletas semanais tiveram início em 04/04/2003 e término em 21/05/03, tendo sido realizadas ao total oito coletas semanais até quando já eram visíveis os primórdios florais das primeiras inflorescências. Considerou-se, como data de floração para esta safra, o dia 04/06/2003, quando verificou-se a presença de duas ou mais inflorescências em aproximadamente 75% dos elementos componentes de um conjunto paralelo de trinta vasos de *Kalanchoe*, transplantados na mesma época do conjunto utilizado

no experimento e cultivados na mesma estufa para uso em paisagismo.

A área foliar foi calculada através de programa computacional, desenvolvido em Visual Basic específico para este trabalho. O método de cálculo de área utilizado foi o método de Gauss (GARCIA & PIEDADE, 1944), pelo seu uso corrente em Topografia com a finalidade de avaliação de áreas. Este processo pode ser resumidamente descrito como segue.

Sejam os pares de valores $(X_i; Y_i)$ as coordenadas dos vértices da folha cuja área deseja-se obter. Considera-se a folha como um polígono com vértices cujos limites localizam-se nas bordas em relação a um plano cartesiano pré-definido para o cálculo da área.

As folhas coletadas, devidamente identificadas por planta e por posição (terço superior, médio ou inferior), foram colocadas sobre folhas de papel ofício para cópia de seu formato. Estas imagens foram digitalizadas e utilizadas no programa computacional. O programa foi elaborado de forma que a tela do monitor passa a atuar como um plano cartesiano para a imagem da folha devidamente carregada. As coordenadas dos vértices do polígono formado pela folha foram tomados com o auxílio do "mouse" dispensando, desta maneira, o uso de mesa digitalizadora para o procedimento de tomada dos pontos.

Seja o produto da diagonal principal dado por:

$$DP = X_1 \cdot Y_2 + X_2 \cdot Y_3 + \dots + X_{n-1} \cdot Y_n + X_n \cdot Y_1,$$

e o produto da diagonal secundária dado por:

$$DS = X_2 \cdot Y_1 + X_3 \cdot Y_2 + \dots + X_n \cdot Y_{n-1} + X_1 \cdot Y_n$$

Assim, a área foliar, calculada para a i -ésima folha pelo método de Gauss é A_i , é dada por:

$$A_i = \frac{|DP - DS|}{2} \quad (1)$$

As medidas de área foliar obtidas pelo método de Gauss foram correlacionadas com a área obtida pelo método que utiliza as medidas de comprimento e de largura de folha e um fator de correção obtido para cada folha, conforme a seguinte expressão:

$$FC_i = \frac{A_i}{C_i \cdot L_i}$$

em que FC_i é o fator de correção para a i -ésima folha; A_i é a área obtida pelo método de Gauss (cm^2); C_i é o comprimento da folha (cm) e L_i é a largura da folha (cm).

No presente trabalho, foram analisadas $m = 979$ folhas, com as quais calculou-se a média aritmética do fator de correção.

$$\left(FC_M = \frac{\sum_{i=1}^{979} FC_i}{979} \right)$$

O FC_M foi utilizado para se estimar os valores de área foliar pela seguinte equação: $AE_i = C_i \cdot L_i \cdot FC_M$ (2), em que AE_i é a área (cm^2) estimada para a i -ésima folha.

A verificação da possibilidade de uso do FCM para o cálculo de área de uma folha independentemente de sua posição na planta ou fase do ciclo vital foi feita por análise de regressão dos valores obtidos pelo método padrão de Gauss e os valores estimados através do FCM.

$$\left(\frac{\sum_{i=1}^m FC_i}{m} \right)$$

Ajustou-se o modelo de regressão linear simples usual dado por $Y_i = \beta_0 + \beta_1 \cdot X_i + \varepsilon_i$, em que Y_i no presente trabalho é a área foliar da i -ésima folha determinada pelo método de Gauss, expressão (1), portanto $Y_i = A_i$, e X_i é a correspondente área determinada pela expressão (2), $X_i = AE_i$, portanto, com a utilização do FCM.

Para a comparação entre os valores AE calculados utilizando-se o FCM e os valores de AC determinados pelo método de Gauss, foi aplicado o teste t a nível de 5% de significância, onde foram testadas, para o valor de β_0 , a hipótese de nulidade $H_0: \beta_0 = 0$ e a hipótese alternativa $H_1: \beta_0 \neq 0$, e, para o valor de β_1 as hipóteses $H_0: \beta_1 = 1$ e $H_1: \beta_1 \neq 1$.

Se a hipótese $H_0: \beta_1 = 1$ não foi rejeitada, conclui-se que os dois métodos diferem por uma constante β_0 , $A_i = \beta_0 + AE_i$. Se, adicionalmente não se rejeitar $H_0: \beta_0 = 0$, conclui-se que os dois métodos resultam em valores de áreas foliares que não diferem estatisticamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A evolução temporal da área foliar (cm^2) e do número total de folhas são apresentadas na figura 1. Observa-se que a área foliar é crescente, chegando a 1000cm^2 por planta (em média), distribuídos em um total de 55 folhas aproximadamente. Nesta fase, recomenda-se o início do processo de indução ao florescimento através de redução do número de horas de luz. No

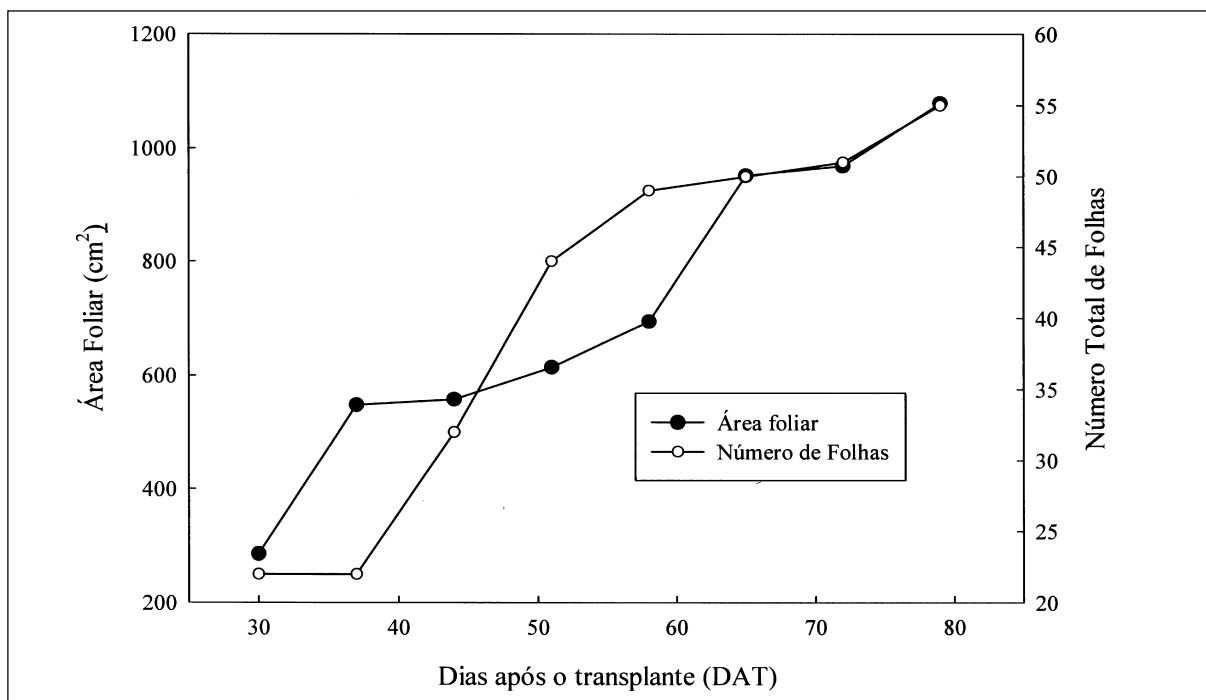


Figura 1 – Evolução temporal da área foliar e do número de folhas de Kalanchoe durante o período de formação vegetativo.

caso do período de cultivo em questão, a redução do número de horas de luz ocorreu naturalmente em função da época do ano de cultivo (outono).

O fator de correção médio (FCM) obtido com as 979 folhas analisadas foi 1.1134 e, com este valor

FC_M , foram calculados os valores de área foliar estimada (AE_M), pela equação (2). A comparação gráfica da distribuição dos valores da área foliar estimada (AE) com a distribuição dos valores de área foliar calculada pelo método de Gauss (A_G) é apresentada na figura 2.

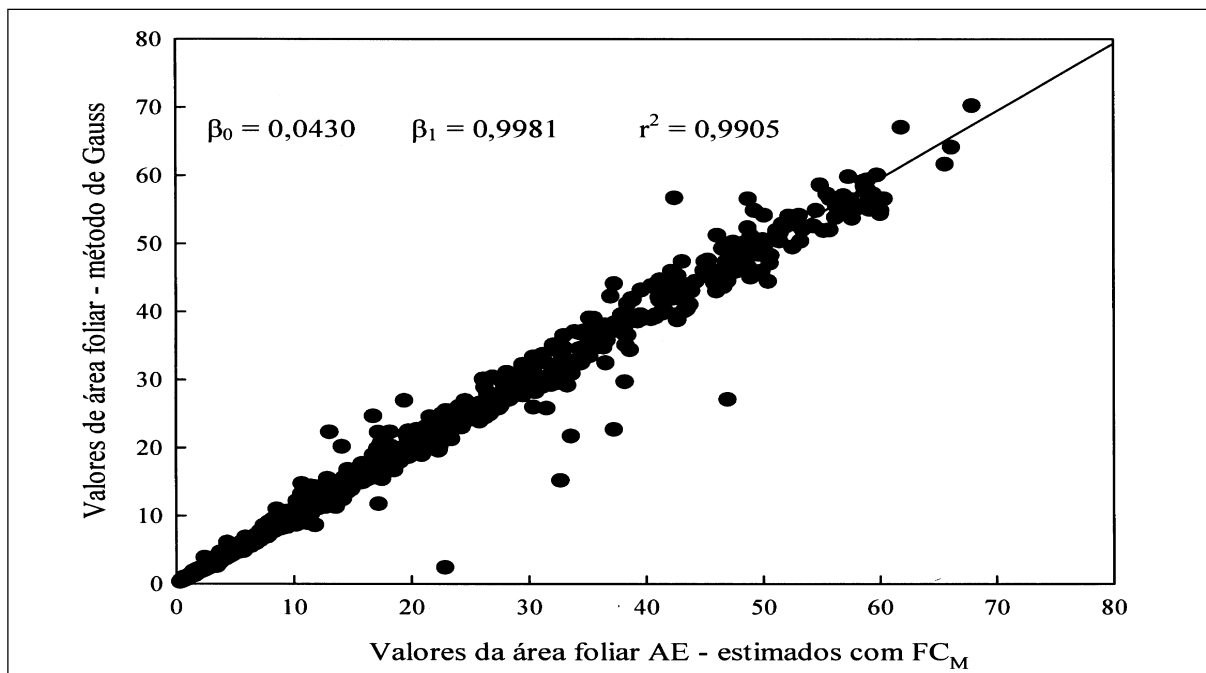


Figura 2 – Valores de área foliar estimados pelo produto do comprimento, da largura e do fator de correção médio e de área foliar determinados pelo método de Gauss.

O valor do coeficiente de determinação para estas duas seqüências de dados foi $r^2 = 0,9905$, o que corresponde a um coeficiente de correlação $r = 0,9952$, o qual demonstra a alta correlação entre os valores de área foliar obtidos pelas duas metodologias apresentadas.

O valor da estimativa do coeficiente linear $\hat{\beta}_0 = 0,0430 (\pm 0,0517)$ resultou em $t = 0,83$ e o valor da estimativa do coeficiente linear $\hat{\beta}_1 = 0,9981 (\pm 0,0031)$ resultou em $t = 0,6129$.

Com esses resultados, não se deve rejeitar, pelo teste t em nível de significância de 5%, a hipótese de a nulidade H_0 do coeficiente β_0 ser estatisticamente igual a 0 e também a hipótese de a nulidade H_0 do coeficiente β_1 ser estatisticamente igual a 1, o que mostra a não-diferença estatística entre os valores A_E e os valores A_i .

A análise estatística aplicada aos dados permite a recomendação do uso da estimativa de área foliar de *Kalanchoe* a partir de dados de comprimento e de largura da folha e do FCM.

CONCLUSÃO

Para a estimativa da área foliar de *Kalanchoe*, desde o transplante até o final do ciclo vegetativo, quando da utilização do método do produto entre comprimento, largura e fator de correção, recomenda-se a utilização do $FCM = 1.1134$.

REFERÊNCIAS

BERTO, J.L. **Modelo de simulação de extração da água do solo para a cultura da soja**. 1995. 100f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)– Programa de Pós-

graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Santa Maria.

GARCIA, G.J.; PIEDADE, G.C.R. **Topografia aplicada às ciências agrárias**. São Paulo: Nobel, 1944. 256p.

HOFFMAN, G.J. et al. **Farm irrigation systems**. Saint Joseph, MI: ASAE, 1992. 1040p.

KYIUNA, I. et al. A floricultura brasileira no início do século XXI: o perfil do produtor. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v.8, n.1/2, p.57-76, 2002.

PARIZI, A.R.C. et al. Análise da produção e evapotranspiração da flor da fortuna (*Kalanchoe blossfeldiana* Poelln.) Cv. Singapur submetida a diferentes doses de irrigação, Santo Ângelo, RS, 2003. In: SEMINÁRIO INSTITUCIONAL DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES, 9., 2003, Santo Ângelo, RS. **Anais...** Santo Ângelo: Pró-Reitoria de Pesquisa, Extensão e Pós-Graduação, 2003. CD.

PEITER, M.X.; CARLESSO, R. Comportamento do sorgo granífero em função de diferentes frações de água disponível no solo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p.51-55, 1996.

PEITER, M.X. **Relatório parcial de atividades do projeto: desenvolvimento da floricultura no Vale do Jaguari**. Santiago: URI – Campus Santiago, 2004. 28p.

ROBAINA, A.D. **Estudo experimental e de simulação numérica da aplicação da água na produção das culturas**. 1992. 144f. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos) – Programa de Pós-graduação em Hidráulica e Saneamento, Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

STICKLER, F.C. et al. Leaf area determination in grain sorghum. **Agronomy Journal**, Madison, v.53, p.187-188, 1961.